В. А. Перваго

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

ПРОМЫШЛЕННЫХ ТИПОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

В. А. Перваго

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ТИПОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

МОСКВА «НЕДРА» 1983

УДК 553.4(100).003.1

Перваго В. А. Условия формирования и геолого-экономическая оценка промышленных типов месторождений цветных металлов. — 2-е изд., перераб. и доп. М., Недра, 1983. 406 с.

Приведены геологические описания месторождений цветных металлов и их классификация по промышленным типам, возрасту оруденения и размещению. На основе анализа условий формирования и размещения промышленных типов дан прогноз открытия новых месторождений цветных металлов. Второе издание (1-е изд.— 1975 г.) дополнено новыми материалами по геологии месторождений свинца, цинка, меди и др.; уточнена классификация промышленных типов; расширены материалы по экономической оценке месторождений.

Для геологов и экономистов, изучающих месторождения цветных металлов, а также занимающихся перспективным планированием поисково-разведочных работ.

Табл. 68, ил. 7, список лит. — 49 назв.

Рецензент — д-р геол.-минер. наук *В. П. Федорчук (ВИЭМС)*

П $\frac{1904050000\text{-}103}{043(01)\text{—}83}$ 40—82

© Издательство «Недра», 1983

ПРЕДИСЛОВИЕ

Выполнение решений Коммунистической партии Советского Союза по дальнейшему развитию народного хозяйства требует определения наиболее эффективных путей развития отдельных отраслей промышленности на длительный срок, в том числе и отраслей, потребляющих минеральное сырье. Немалое значение среди последних принадлежит цветной металлургии — отрасли, производящей такие металлы, как алюминий, медь, свинец, цинк, никель, олово, вольфрам, молибден и некоторые другие. Потребность в них будет постоянно возрастать, что вызывает необходимость выявления и разведки значительных дополнительных запасов минерального сырья для их производства. В принятых XXVI съездом КПСС «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» предусмотрены меры по обеспечению ускоренного развития работ по геологическому изучению территории страны и увеличению запасов минерально-сырьевых ресурсов, по расширению сырьевых баз действующих горнодобывающих предприятий, по увеличению поисков и разведки месторождений богатых и легкообогатимых руд черных и цветных металлов, бокситов. Имеющиеся геологические материалы и данные по прогнозным ресурсам свидетельствуют о возможности значительного увеличения запасов минерального сырья в недрах нашей страны за счет открытия новых месторождений и районов, что вполне обеспечит развитие промышленности на перспективу. При этом необходимо определить, какие районы наиболее благоприятны для поисков с геологической и экономической точки зрения и на какие типы месторождений должно быть ориентировано наиболее эффективное развитие сырьевой базы.

В настоящем втором, дополненном и переработанном издании книги рассмотрены следующие вопросы:

— разделение месторождений основных цветных металлов на геолого-промышленные типы и выделение среди них наиболее перспективных типов;

— геологические условия формирования отдельных геолого-промышленных типов месторождений;

— соотношение разведанных и прогнозных запасов того или иного металла в различных геолого-промышленных типах месторождений в зависимости от их возраста;

— выделение наиболее перспективных районов на нахождение промышленно-ценных месторождений цветных металлов на территории СССР;

— сравнительная оценка районов, перспективных на цветные металлы, и определение очередности их изучения.

Со времени завершения работы по подготовке первого издания довольно значительно пополнились наши сведения о зарубежных месторождениях. Появились новые работы по систематизации дан-

ных по геологии и оценке месторождений меди, вольфрама, молибдена, сурьмы, ртути, а также ряд сводок по минеральному сырью отдельных капиталистических и развивающихся стран.

Дополнительные материалы по свинцово-цинковым месторождениям вызвали необходимость изменения их геолого-промышленной типизации, так как прежняя типизация не давала достаточно четкого разделения месторождений. В частности, не очень удачным было название «стратиформный», так как в него были включены совершенно различные по своему характеру месторождения, с одной стороны, сформировавшиеся в породах чехла на окраинах платформ, а с другой стороны, образовавшиеся в субгеосинклинальных условиях. Нечетко был определен тип «метасоматические месторождения», к нему были отнесены месторождения, которые признавались образовавшимися за счет замещения сульфидами свинца и цинка карбонатных пород. Однако учитывая, что процессы метасоматоза развиты и в других выделяемых типах месторождений, было признано целесообразным этот тип исключить, и месторождения, относившиеся к нему, распределить по другим типам и в первую очередь перевести бóльшую их часть в группу субгеосинклинальных месторождений. Таким образом, в геолого-промышленной классификации появились два новых типа: «эпиплатформенный» и «субгеосинклинальный» вместо «стратиформного», и исключен тип «метасоматический». Кроме того, автор счел необходимым пополнить книгу новой главой «Экономика месторождений цветных металлов», где приводятся данные об областях применения этих металлов, изменении их запасов, добычи и потребления в капиталистических и развивающихся странах, о распределении запасов и добычи по геолого-промышленным типам, о мировых ценах на цветные металлы и динамике их изменений.

Глава I

ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Рассматриваемые в настоящей работе полезные ископаемые в большинстве своем относятся к эндогенным, т. е. связанным так или иначе с магматическими процессами. Исключение составляют бокситы, являющиеся осадочными образованиями, месторождения силикатного никеля, образующиеся в зоне гипергенеза за счет концентрации никеля в корах выветривания, и осадочные месторождения меди, которые некоторыми исследователями относятся к гидротермальным образованиям. Последнее время в литературе стали появляться сообщения об отнесении к осадочным ряда полиметаллических месторождений, однако этот вопрос пока нельзя считать решенным.

В. И. Смирнов [39] все эндогенные месторождения делит по условиям их образования на 11 групп: магматические, пегматитовые, карбонатитовые, скарновые, альбититовые, грейзеновые, колчеданные, плутоногенные, вулканогенные, телетермальные и метаморфогенные; месторождения плутоногенные, вулканогенные и телетермальные являются гидротермальными. Об участии (в промышленных количествах) тех или иных металлов в большей части указанных групп дает представление табл. 1.

Из таблицы видно, что медные месторождения встречаются во всех типах месторождений, кроме пегматитовых, полиметаллы связаны с более низкими температурами образования и встречаются начиная со скарновых месторождений.

Месторождения олова, вольфрама, молибдена формируются при процессах скарнообразования, грейзенизации и гидротермальных, причем молибденовые месторождения в отличие от оловянных и вольфрамовых не образуются при температурах, присущих формированию телетермальных месторождений. Как правило, все эти металлы не встречаются в колчеданных месторождениях. В более узком диапазоне температур, причем наиболее низких, формируются месторождения ртути и сурьмы, которые встречаются в вулканогенных и телетермальных типах месторождений, хотя по представлению В. И. Смирнова сурьма, как это следует из таблицы, может содержаться и в плутоногенных месторождениях, что вообще сомнительно. Никель встречается только в магматических месторождениях, где он с медью дает комплексные медно-никелевые месторождения.

В таблице не показана группа метаморфогенных месторождений, так как их образование связано в основном с перераспределением в процессе метаморфизма рудного вещества ранее сформированных месторождений, а не с его привносом и отложением, что не позволяет придавать ей самостоятельного значения. Месторождений цветных металлов в группе альбититовых не встречено.

В настоящее время для месторождений каждого из рассматриваемых металлов существуют разработанные генетические или морфологические классификации, причем наибольшее их число создано для олова, вольфрама, молибдена, ртути и сурьмы. Разный подход к выделению типов руд и месторождений в классификациях эндогенных месторождений и зачастую их очень высокая детали-

Таблица 1

Наличие цветных металлов в промышленно-ценных количествах в разных генетических группах эндогенных и экзогенных месторождений. По В. И. Смирнову

Металлы	Эндогенные									Экзогенные		
	магматические	пегматитовые	карбонатитовые	скарновые	грейзеновые	колчеданные	Гидротермальные: вулканогенные	Гидротермальные: телетермальные	Гидротермальные: вулканогенные	осадочные	кор выветривания	россыпные
Медь	+		+	+	+	+	+	+	+	+		
Свинец, цинк				+		+	+	+	+	+		
Никель	+										+	
Олово		+		+	+		+	+	+			+
Вольфрам				+	+		+	+	+			+
Молибден				+	+		+		+			
Ртуть								+	+			
Сурьма							+	+	+			

зация по различным, иногда трудно улавливаемым признакам, приводит к необходимости более простого разделения месторождений на типы, которые бы четко отделялись один от другого и давали возможность группировать месторождения в зависимости от условий практического использования.

Важнейшими признаками, определяющими условия промышленного освоения месторождений, являются:

а) состав и соотношение основных минеральных компонентов, обусловливающие ценность месторождения.

Для медных месторождений компонентами, обусловливающими их ценность, являются: медь—никель, медь—молибден, медь—цинк—кобальт; для свинцово-цинковых: свинец—цинк, свинец цинк—медь, свинец—цинк—барит, свинец—цинк—серебро; для никелевых: никель—медь; никель—кобальт; для оловянных: олово—свинец—цинк, олово—вольфрам, олово—медь—свинец—цинк; для вольфрамовых: вольфрам—олово, вольфрам—молибден; для молибденовых: молибден—медь, молибден—вольфрам; для ртутных: ртуть—сурьма; для сурьмяных: сурьма—ртуть, сурьма—золото.

Для экономической оценки имеет значение и содержание в рудах месторождения различных редких металлов (селен, теллур,

индий, кадмий, редкие земли и др.), присутствующих обычно в небольших количествах;

б) характер технологической переработки руд для получения достаточно чистых концентратов основных металлов, что зависит от минерального состава руды, ее структуры и текстуры, размеров рудных выделений и т. д.

Например, для оловянных руд имеет большое значение минеральная форма нахождения олова — касситерит или станнин, так как второй минерал практически не извлекается. Кроме того, касситерит-кварцевые руды легкообогатимые, в то время как из оловянно-полиметаллических олово извлекается более сложным путем и в меньшем количестве; окисление руд в приповерхностных частях месторождений зачастую усложняет технологию их переработки (медь, свинец) или делает невозможным их использование (сурьма) и т. д.;

в) условия эксплуатации, зависящие от морфологии рудных залежей и глубины их залегания.

Так, наиболее дешевой является отработка месторождений крупными карьерами, что доступно при крупных размерах рудных тел с прожилково-вкрапленным или вкрапленным типом оруденения, позволяющим использовать руды с наиболее низким содержанием полезных компонентов. Наоборот, мелкие жильные тела небольшой мощности требуют, как правило, подземной отработки со значительным извлечением безрудных пород, что обычно рентабельно только для высокоценных металлов;

г) масштаб месторождений, т. е. количество запасов основных металлов, обусловливающее рентабельность эксплуатации месторождения и окупаемость затрат на его освоение.

Таким образом, при типизации месторождений необходимо учитывать различные по своему характеру данные, как геологические (минеральный состав, соотношение минеральных компонентов, структуры и текстуры руд), так и морфологические (форма залежей, соотношение различных сортов руд и минеральных разновидностей), технологические и, наконец, экономические (глубины залегания, характер разработки). Все это делает необходимым разделение цветных металлов на геолого-промышленные типы, учитывающие сочетание всех указанных признаков.

В целях акцентрирования внимания читателей на наиболее перспективные геолого-промышленные типы месторождений цветных металлов, в последующих разделах книги изложение материалов по ним ведется начиная с типов, могущих дать наибольшее количество практически значимых месторождений. Тот же принцип принят и при рассмотрении распределения месторождений по возрасту оруденения.

МЕДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Как указывалось выше, медные месторождения встречаются в восьми группах эндогенных месторождений: магматических, карбонатитовых, скарновых, грейзеновых, плутоногенных, колчедан-

ных, вулканогенных, телетермальных. Кроме того, имеются и осадочные месторождения меди промышленного значения.

К грейзеновым месторождениям Г. Н. Щерба относит месторождения выделяемого им халькопирит-молибденит-кварцевого типа, представителем которых он считает Каджаранское месторождение. Месторождения этого типа образовались в условиях малоглубинных интрузий, где процесс грейзенизации совершался быстро и в силу малых давлений оказался неустойчивым. Л. Н. Овчинников [24] медно-молибденовые, а также меднопорфировые месторождения, дающие обычно крупные штокверки прожилково-вкрапленных руд, относит к плутоногенным гидротермальным месторождениям, включая их в группу интраинтрузивных месторождений.

В. Н. Котляр (1968) делит вулканогенные месторождения в зависимости от глубины образования на три разновидности: вулканические, субвулканические и глубинно-вулканические. В последней группе он выделяет формацию месторождений медных прожилково-вкрапленных руд, для которой характерна, по его мнению, связь с малыми порфировыми интрузиями, обычно входящими в состав вулканогенно-интрузивных комплексов, телескопированность оруденения и в связи с этим комплексный характер руд, выражающийся в наличии в них кроме меди, молибдена и частично золота, и связь со вторичными кварцитами приконтактового типа при рассеянном характере оруденения. Примером таких месторождений В. Н. Котляр считает месторождения в Перу — Токепала, Келлавеко, Куахоне, а также крупнейшее в мире меднопорфировое месторождение Чукикамата. Кроме того, среди глубинно-вулканических месторождений В. Н. Котляр выделяет медно-турмалиновую формацию, к которой отнесены некоторые месторождения в Чили и в США, обычно квалифицирующиеся как меднопорфировые. Среди субвулканических месторождений В. Н. Котляр выделяет формацию медно-мышьяковую (энаргитовую), дающую, как правило, жильные рудные тела и тела заполнения трещин. Примером этих месторождений он считает медные месторождения района Бьютт в шт. Монтана США и Серро-де-Паско в Перу.

В. П. Федорчук [46], рассматривая телетермальные месторождения, выделяет среди них типично телетермальные, переходные к плутоногенным и переходные к вулканогенным. В каждой из групп имеются месторождения более высокотемпературные и сравнительно низкотемпературные. Месторождения и проявления меди совместно с другими металлами, по мнению В. П. Федорчука, фиксируются в основном в группе типично телетермальных месторождений, образовавшихся в условиях платформ, и в группе переходных к вулканогенным, образовавшихся как в складчатых областях, так и в платформенных условиях. Представителями типично телетермальных месторождений являются: более высокотемпературные медно-полиметаллические залежи в карбонатных толщах, приуроченные к литологически благоприятным горизонтам, чаще всего тонкослоистым доломитам, встречающиеся на юге КНР, и низкотемпературные пластовые медьсодержащие залежи Джезказганского месторождения и месторождений в Заире и Замбии, находящиеся среди пород катангской серии нижнего протерозоя. Среди переходных к вулканогенным выделяются: а) высокотемпературные, представленные штокверкообразными и трубчатыми телами в породах терригенно-эффузивного комплекса, часто приурочивающиеся к жерлам древних вулканов и трубкам взрыва, встречающиеся в Мексике и Румынии; б) согласные и секущие тела в эффузивах в районе Медвежьего озера в Канаде, содержащие вкрапленную самородную медь.

Надо отметить, что мнение В. П. Федорчука о гидротермальном характере процессов, приведших к образованию месторождений типа Джезказганского или Катанги, значительным количеством геологов, а также и автором настоящей работы не разделяется; и указанные месторождения относятся к осадочным месторождениям типа медистых песчаников.

Колчеданные месторождения меди представляют собой отдельный генетический тип, причем несмотря на различие во взглядах на происхождение колчеданных руд само отнесение тех или иных медных месторождений к колчеданным обычно не вызывает сомнений. В. И. Смирнов [39] рассматривает колчеданные месторождения как продукт восходящих минерализованных газо-гидротермальных потоков, генерированных глубинными вулканическими очагами. При этом одна часть вещества могла отлагаться на путях их подъема, формируя субвулканогенные гидротермальные месторождения, другая часть достигала дна моря, образуя эксгаляционно-осадочные месторождения вулканогенной формации, и, наконец, третья часть могла сноситься в сторону от центра вулканической активности и создавать осадочные месторождения среди терригенных пород. Указанными условиями определялась и морфология рудных тел, которые представлены уплощенными линзами или изометричными рудными телами обычно достаточно крупных размеров или же пластообразными телами.

Самостоятельных магматических месторождений медь обычно не образует, а встречается совместно с никелем в группе магматически-ликвационных месторождений. М. Н. Годлевский (1968 г.) выделяет в этой группе пять рудомагматических формаций и в каждой из них по две фазы — гипабиссальную и мезоабиссальную. Медно-никелевые месторождения Кольского полуострова им отнесены к интрузивной гипабиссальной фазе формации завершающих этапов (печенгская формация), к формации мезоабиссальных стратифицированных интрузий основного состава (Мончетундра) и слабо дифференцированных габбро-норит-гипербазитовых интрузий (Алларечинский район), а месторождения Норильского района — к интрузивной фации трапповой формации эпипротерозойских платформ.

Среди скарновых месторождений В. А. Жариков (1968 г.) выделяет семь различных групп по составу рудной составляющей скарнов, в том числе скарново-медную, в которой выделяются маг-

нетит-халькопиритовое оруденение известковых скарнов с сопутствующим магнетитовым оруденением и сопутствующим, и наложенным сульфидным и халькопиритовое оруденение известковых скарнов, являющееся наложенным. Примером первой разновидности оруденения являются месторождения Саякской группы в Казахстане, второй — месторождения Турьинского района на Урале и Бингем в США.

В последнее время открыты два месторождения медных руд, связанные с карбонатитами: Палабора и Гельб-Могрин в Африке.

Используя в той или иной мере данные генетических классификаций, а также учитывая состав основных рудных компонентов и морфологию рудных тел, среди медных месторождений можно выделить следующие геолого-промышленные типы в последовательности, соответствующей их промышленному значению (табл. 2):

1) меднопорфировые месторождения, характеризующиеся крупными массами оруденелых пород при прожилково-вкрапленном характере оруденения и в основном пригодные для отработки крупными карьерами. Рудные минералы в первичных рудах представлены халькопиритом, борнитом и тем или иным количеством молибденита, а иногда и золота, а в зонах вторичного обогащения еще и халькозином. По происхождению эти месторождения относятся к гидротермальным: плутоногенным и вулканогенным, что свидетельствует о достаточно широком диапазоне температур, при которых происходило их образование;

2) осадочные месторождения, характеризующиеся определенными условиями образования, пластовым характером рудных тел и технологией переработки, в зависимости от геологического строения разделяющиеся на две подгруппы:

— месторождения типа медистых песчаников, связанные с дельтовыми фациями озерно-речных отложений, что определяет наличие на месторождениях значительного числа плохо выдержанных пластов и линзообразных залежей;

— месторождения, связанные с аргиллитами и карбонатными породами, образовавшиеся в прибрежной зоне замкнутых или полузамкнутых бассейнов и характеризующиеся малым числом пластов (один, реже два) при их значительном площадном развитии;

3) колчеданные месторождения, обособляющиеся в отдельный генетический тип и имеющие достаточно однородный минеральный состав, что определяет общность технологии их обогащения, несмотря на довольно различную морфологию рудных залежей;

4) медно-никелевые месторождения магматического происхождения, обособляющиеся не только по генетическому принципу, но и по двухкомпонентности руд. Технология переработки руд из-за необходимости получения раздельно медного и никелевого концентратов является специфичной;

5) жильные месторождения, выделяемые исключительно по морфологическому признаку. Обычно они мелкие и малорентабельные. Исключением являются месторождения, представленные круп-

Таблица 2

Краткая характеристика геолого-промышленных типов медных месторождений

Геолого-промышленный тип	Генетическая группа	Основные рудные компоненты	Морфология рудных тел	Масштаб разрабатываемых месторождений	Примеры месторождений
Меднопорфировый	Плутоногенные, вулканогенные	Cu Mo	Штокверки, прожилково-вкрапленные зоны	Очень крупные и крупные	Чукикамата Ла-Каридад
Осадочный	Осадочные	Cu Pb	Пластовые залежи	Обычно крупные и реже средние	Джезказганское Удоканское
Колчеданный	Колчеданные	Cu Zn	Уплощенные линзы, изометрические тела	Крупные и средние	Гайское Подольское
Медно-никелевый	Магматические	Cu Ni Co	Крупные линзообразные и пластообразные залежи вкрапленных руд, жилоподобные залежи	Крупные, средние и мелкие	Талнахское Октябрьское Седбери
Жильный	Плутоногенные, телетермальные, вулканогенные	Cu	Жилы	Средние и мелкие	Чатыркульское
Скарновый	Скарновые	Cu Fe	Неправильные залежи обычно небольшого размера	Мелкие	Саякское
Карбонатитовый	Карбонатитовые	Cu P	Неправильные залежи, столбы	Средние	Палабора Гельб-Могрин

ными рудными полями с большим количеством выдержанных жил, такие, как Бьютт в США или Чатыркульское в Казахстане;

6) скарновые месторождения, представляющие самостоятельный генетический тип с присущим ему характером оруденения. Для них характерны исключительно неправильные залежи и очень неравномерное распределение оруденения;

7) карбонатитовые месторождения. Пока еще слабо изучены.

СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Для свинцово-цинковых месторождений до настоящего времени нет достаточно полной и четкой классификации. В значительной мере это связано со сложностью трактовки генезиса большей части месторождений. Так, если условия образования месторождений колчеданного и скарнового типа, а также жильных более или менее установлены, то характер первичного накопления сульфидов свинца и цинка в месторождениях, дающих согласные с вмещающими их породами рудные тела, до сих пор не ясен. Некоторые из них считаются первичноосадочными, но претерпевшими дальнейшее перераспределение рудного вещества, а некоторым приписывается метасоматический характер с формированием рудных залежей в литологически (карбонатные толщи) и структурно благоприятных условиях.

Детальное изучение опубликованных данных по месторождениям СССР [4, 34], а также США [35], Канады [41] и других зарубежных стран позволило установить достаточно четко наличие двух типов месторождений, резко различающихся по условиям формирования, морфологии рудных тел и минеральному составу. К первому из них относятся месторождения, образовавшиеся в карбонатных отложениях платформенного чехла на окраинах древних платформ. Они имеют четкую стратиграфическую приуроченность к определенным горизонтам карбонатных пород (обычно к доломитам) и дают согласные линзообразные (реже пластовые) залежи, неправильные рудные тела в пустотах карстовых обрушений, цементируя обломки карбонатных пород, или же секущие жильные тела, связывающие между собой два первых типа рудных тел, очевидно, как рудоподводящие каналы. Изредка встречаются и трубообразные рудные тела явно метасоматического характера.

Месторождения второго типа, как правило, дают согласные с вмещающими их породами рудные тела, иногда образующие серию линзообразно-пластообразных залежей, расположенных одна над другой (тип Жайремского месторождения), а иногда единичные пласты, распространенные на значительной площади (месторождения типа Миргалимсайского и Силезско-Краковской группы). Эти месторождения развиты или в не получивших полного развития геосинклиналях (субгеосинклиналях), или в наложенных впадинах, реже в геосинклиналях на конечных этапах их формирования.

Первому типу дано название — эпиплатформенные месторождения, второму — субгеосинклинальные.

Достаточно четко выделяются колчеданные месторождения, наиболее полную характеристику которых дал В. И. Смирнов [39]. Основными отличительными признаками колчеданных месторождений он считает:

а) ассоциацию со спилит-кератофировыми или диабаз-альбитофировыми вулканогенными формациями ранней стадии геологического развития геосинклиналей;

б) изометрическую или штокообразную форму залежей руд колломорфного строения (в породах слабометаморфизованных и сохранивших вулканогенный облик) и уплощенную форму залежей кристаллических руд (в породах, измененных до стадии зеленокаменного метаморфизма);

в) резкое преобладание сульфидов железа (пирит, пирротин, марказит), с которыми ассоциируют чаще всего халькопирит, борнит, сфалерит, блеклые руды; нерудные минералы развиты слабо и представлены обычно баритом, кварцем, простыми карбонатами, а также серицитом, хлоритом и гипсом;

г) преобладание в составе элементов-примесей фемической гаммы: титана, никеля, кобальта, в медноколчеданных и цинково-колчеданных рудах — мышьяка, молибдена, индия, кадмия, серебра и золота;

д) хлоритизацию, серпентинизацию, окварцевание и пиритизацию боковых пород, обычно развивающихся со стороны лежачего бока зонально относительно границ рудных тел.

К колчеданным месторождениям В. И. Смирнов относит широко известные медноколчеданные месторождения Урала, Озерное свинцово-цинковое месторождение нижнепалеозойского возраста в Бурятии, герцинские медноколчеданные месторождения Северного Кавказа и Западных Саян, Филизчайское полиметаллическое месторождение киммерийского возраста и ряд месторождений кайнозойского возраста в Закавказье.

Детальное изучение геологического строения и позиции полиметаллических месторождений Рудного Алтая на примере Лениногорского рудного района, описанного В. В. Поповым [31], показывает, что здесь имеются все признаки, по которым эти месторождения могут быть отнесены к колчеданным: широкое развитие вулканогенных пород в составе рудовмещающих свит, особенно в тех местах где оруденение приобретает медно-цинковый характер, и колчеданный состав руд, представленных кроме пирита и пирротина халькопиритом, галенитом и сфалеритом в различных соотношениях.

Морфология рудных залежей района то напоминает согласные колчеданные месторождения Среднего Урала (Орловское месторождение), то приближается к типу залежей под экраном (залежи Юго-Западная и Победа на Сокольном месторождении), аналогичных развитым на Южном Урале, хотя на Рудном Алтае роль экранов выполняют не эффузивы, а толща туффитов. Гидро-

термальные изменения боковых пород также аналогичны тем, что происходят в колчеданных месторождениях — серицитизация, хлоритизация, пиритизация и альбитизация, а также широкое развитие процессов окварцевания вплоть до образования вторичных микрокварцитов. Все это дает основание полиметаллические месторождения Рудного Алтая отнести к колчеданным.

Кроме трех указанных групп месторождений, заключающих основное количество мировых запасов свинца и цинка, эти металлы встречаются в плутоногенных, вулканогенных, телетермальных и скарновых месторождениях эндогенного происхождения.

Л. Н. Овчинников (1968 г.) относит плутоногенные полиметаллические месторождения к образованиям, связанным с гранитоидной магмой, т. е. к салическим, и выделяет свинцово-цинковые руды, формирующие метасоматические залежи в известняках, и руды, формирующие жильные тела, образующиеся путем выполнения трещин и их систем. При этом размеры рудных тел значительно различаются. Так, если средняя мощность (по данным математической обработки материалов) жильных тел составляет 3,11 м, то метасоматических — 23,9 м, т. е. в 8 раз больше.

В. Н. Котляр среди вулканогенных гидротермальных месторождений выделяет только одну богатую серебром полиметаллическую формацию в группе субвулканических месторождений, т. е. месторождений близповерхностного типа. К этой формации он отнес жильные трещинные месторождения Мексики и Бразилии, связанные с третичными экструзиями андезитов и риолитов. Месторождения эти обычно невелики и особенно большого значения в общем балансе запасов свинца в мире не имеют.

Среди телетермальных месторождений В. П. Федорчук [46] выделяет десять групп полиметаллических месторождений как собственно полиметаллических, так и сурьмяно- и ртутно-полиметаллических. Причем только три из них образуют промышленно-ценные месторождения:

а) типично телетермальные низкотемпературные свинцово-цинковые месторождения, образовавшиеся в платформенных условиях среди пластов доломитов и реже известняков, примером которых являются месторождения Три-Стейтс в США и Миргалимсайское в Казахстане;

б) типично телетермальные низкотемпературные свинцово-цинковые месторождения, образовавшиеся в складчатых условиях и образующие согласные тела в толщах карбонатных пород, как месторождение Сумсарское в Тянь-Шане;

в) переходные к вулканогенным высокотемпературным штокверкообразные секущие и трубчатые тела в породах терригенно-эффузивного комплекса, представленные золото-серебро-полиметаллическими рудами, к которым относятся месторождения Мексики и Румынии.

Следует отметить, что первый тип В. П. Федорчука — это эпиплатформенные (Три-Стейтс) и субгеосинклинальные (Миргалимсайское) месторождения.

В. А. Жариков (1968 г.) в скарновых месторождениях выделяет три вида полиметаллического оруденения:

а) галенит-сфалеритовое известковых скарнов — месторождения Алтын-Топканское, Чал-Ата, Курусайское, Дальнегорское (СССР), Трепча (Югославия), Ганновер (Нью-Мексико, США);

б) полиметаллическое (полисульфидное) известковых скарнов — месторождения Карагайлинское и другие в СССР, месторождения центральной Швеции;

в) полиметаллическое оруденение магнезиальных скарнов — Курганшиканское, Кумышканское и другие в Средней Азии.

Все эти месторождения очень близки между собой по характеру и размерам и различаются несколько иными соотношениями между основными рудными компонентами.

Суммируя все изложенное, можно прийти к выводу, что достаточно четко могут быть выделены четыре группы полиметаллических месторождений — эпиплатформенные, субгеосинклинальные, колчеданные и скарновые. Все остальные месторождения помещаются в диапазоне гидротермальных образований от плутоногенных до вулканогенных, причем по мере понижения температуры и давления во время формирования месторождений масштабы оруденения уменьшаются. Среди гидротермальных месторождений встречаются морфологически разные рудные обособления, что определяет промышленную значимость месторождения. Учитывая нечеткость температурных границ между тремя основными разновидностями гидротермальных месторождений и трудность разделения их по минеральному составу, они отнесены к жильным месторождениям. При этом учитывается, что при пересечении жилами карбонатных пород могут образовываться отходящие от них согласные с вмещающими породами пластообразные апофизы. Иногда при последующем закрытии рудоподводящих каналов остаются только согласные залежи, которые ранее автор относил к метасоматическим.

Однако следует признать, что выделение метасоматического типа было не совсем удачным, так как процессы метасоматоза присущи и другим типам месторождений, связанным с карбонатными породами и, очевидно, что эти процессы играли не последнюю роль при формировании как эпиплатформенных, субгеосинклинальных, так и сложнопостроенных жильных месторождений с метасоматическими телами, отходящими от жил в карбонатные породы. В результате в ранее выделенном типе метасоматических месторождений остались единичные из них (в основном зарубежные), по которым было слишком мало геологической информации.

Таким образом, в настоящее время выделяется, как и ранее, пять основных геолого-промышленных типов месторождений, но с несколько иной их характеристикой, которые показаны в табл. 3, где они расположены по их промышленному значению.

Таблица 3

Краткая характеристика геолого-промышленных типов свинцово-цинковых месторождений

Геолого-промышленный тип	Генетическая группа	Основные рудные компоненты	Морфология рудных тел	Масштаб месторождений	Примеры месторождений
Колчеданный	Колчеданные	Pb, Zn, Cu	Уплощенные линзы, изометрические тела	Средние и крупные	Холоднинское Филизчайское Зыряновское
Эпиплатформенный	Телетермальные	Pb, Zn	Сложные и простые стратифицированные залежи	Очень крупные и крупные	Три-Стейтс Вибурнум Сардана
Субгеосинклинальный	Плутоногенные и телетермальные	Pb, Zn, Ba	Пластообразные и линзообразные залежи	Крупные и средние	Жайремское Миргалимсайское Горевское
Жильный	Телетермальные вулканогенные	Pb, Zn Ag	Жилы, трубные тела, пластообразные апофизы	Средние и мелкие	Кер-д'Ален Санта-Эвлалия Матильда
Скарновый	Скарновые	Pb, Zn	Сложные тела небольших размеров	Средние и мелкие	Алтын-Топканское Дальнегорская группа

1) колчеданные полиметаллические месторождения в складчатых областях, связанные со спилит-кератофировыми или диабаз-альбитофировыми вулканогенными формациями геосинклиналей, иногда отлагавшиеся и в породах осадочного комплекса. Масштабы месторождений, как правило, достаточно крупные и средние. В рудах цинк обычно преобладает над свинцом;

2) эпиплатформенные месторождения, представленные согласными пластообразными, линзообразными телами и телами сложного строения свинцово-цинковых руд в карбонатных породах и образовавшиеся в платформенных условиях среди пород чехла на окраинах платформ. Для них характерно различное соотношение свинца и цинка. С подобным типом связаны основные наиболее крупные месторождения мира. Первичный характер этих руд не установлен, но можно предположить накопление полиметаллов в осадках с последующей их перекристаллизацией и перераспределением при метаморфизме;

3) субгеосинклинальные месторождения, возникающие в процессе отложения осадков в субгеосинклинальных условиях среди карбонатных пород, образующие обычно согласные пласто- и линзообразные залежи. Как правило, образуются более мощные залежи в ядрах и замках складок, затухающие на крыльях. В составе рудных тел обычно присутствует барит, содержание которого иногда достигает 70—80 %. Первичные свинец и цинк могли отлагаться вместе с осадками, но в последующем происходило перемещение рудного вещества;

4) жильные месторождения, представленные жильными и мелкими трубообразными телами, образовавшиеся гидротермальным путем за счет отложения полиметаллов в открытых тектонических трещинах, в основном без влияния вмещающих пород на формирование рудных тел, благодаря чему они встречаются в любых осадочных, а также интрузивных породах. В случае пересечения карбонатных пород возникают отходящие от жил, иногда на значительное расстояние, пластообразные и линзовидные рудные тела, идущие по напластованию пород. Как правило, образуются средние и мелкие месторождения;

5) скарновые месторождения, связанные с наложенным полиметаллическим оруденением в известковых скарнах под влиянием кислых интрузий, формирующие неправильной формы залежи обычно непосредственно в контактовых зонах или на небольшом удалении от интрузии. Отношение свинца к цинку обычно 1 : 1. В отдельных случаях, по-видимому, скарнированию подвергались полиметаллические залежи, образовавшиеся метасоматическим путем.

НИКЕЛЕВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Промышленные скопления никеля эндогенного происхождения формируются только в наиболее высокотемпературных условиях, т. е. в магматических месторождениях, где он выделяется в виде

рудных скоплений и вкрапленности сульфидов никеля, в основном пентландита совместно с халькопиритом. Кроме этих двух компонентов в рудах обычно присутствуют кобальт, золото, серебро и металлы группы платины. В небольших количествах присутствуют селен и теллур. Месторождения указанного типа обычно именуются месторождениями сульфидных медно-никелевых руд.

Широко развиты также месторождения гипергенного происхождения, связанные с корами выветривания на массивах основных и ультраосновных пород, в которых происходит концентрация никеля с образованием гидросиликатных никелевых минералов типа гарниерита.

Эти два типа месторождений резко различаются по морфологии, поскольку месторождения сульфидных руд представлены залежами массивных и вкрапленных медно-никелевых руд, обычно залегающими на глубине в донных частях интрузивных массивов, а месторождения силикатных никелевых руд — плащеобразными или трещинными и трещинно-карстовыми залежами, залегающими близ поверхности. Технология переработки этих руд совершенно различна: первые обычно обогащаются флотацией и получаемый концентрат идет непосредственно на металлургический передел, а вторые используются без обогащения, но с получением промежуточного продукта — ротштейна, из которого уже извлекается металлический никель.

Два выделенных генетических типа соответствуют и двум геолого-промышленным типам — сульфидных медно-никелевых руд и силикатных никелевых руд.

ОЛОВЯННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Месторождения олова встречаются в пяти группах эндогенных месторождений (см. табл. 1); однако значение пегматитовых месторождений, которые иногда и отрабатывались в прошлые годы, в настоящее время состоит в том, что они являются источником довольно богатых россыпей. Таким образом, можно говорить о скарновых, грейзеновых, плутоногенных и вулканогенных месторождениях, причем все основные запасы олова в мире сосредоточены в высокотемпературных (плутоногенных) гидротермальных месторождениях. Л. Н. Овчинников [24] считает, что 75 % мировых запасов олова заключены в плутоногенных гидротермальных месторождениях и выделяет среди них две основные формации: олово-вольфрамовую интраинтрузивного класса и оловосульфидную. На основании обработки статистических данных указанный исследователь утверждает, что из 100 месторождений олова — 67 являются жильными, а 16 штокверковыми.

В. П. Федорчук [46], рассматривая телетермальные месторождения, выделяет среди них две группы месторождений, так или иначе связанные с оловом. Так, среди переходных к плутоногенным месторождениям он выделяет олово-вольфрамово-сурьмяную группу месторождений, где сурьма ассоциирует с относительно низкотемпературными генерациями касситерита. Месторождения этого типа, не представляющие промышленной ценности, известны в Забайкалье и Приморье. Среди переходных к вулканогенным им выделяется группа, очевидно, тоже не имеющих особого значения редкометальных месторождений в складчатых областях, представленных трубчатыми телами сульфидных руд с касситеритом и шеелитом.

В. Н. Котляр (1968 г.) выделяет до некоторой степени условно сульфидно-касситеритовую формацию среди группы субвулканогенных месторождений, считая, что сюда можно отнести ряд месторождений Кавалеровского рудного района в Приморье.

Г. Н. Щерба (1968 г.), рассматривая месторождения олова, пришел к выводу, что в грейзеновых месторождениях содержится от 40 до 70 % мировых запасов олова. При этом он выделяет две формации — свинцово-цинково-грейзеновую и скарново-карбонатно-грейзеновую. В первой существуют пять минералогических типов оруденения: касситерит-вольфрамит-слюдяно-кварцевый, касситерит-шеелит-слюдяно-кварцевый и касситерит-слюдяно-кварцевый, встречающиеся в Бирмано-Малайском рудном поясе, и касситерит-турмалин-кварцевый и касситерит-кварц-сульфидный, развитые на Дальнем Востоке, в Забайкалье и Средней Азии. Во второй выделяются три типа оруденения: касситерит-скарновый, касситерит-скарново-сульфидный и касситерит-шеелит-скарновый, развитые в Средней Азии и имеющие небольшое промышленное значение.

Согласно нашим представлениям две формации, которые выделил Г. Н. Щерба, представляют соответственно плутоногенные гидротермальные и скарновые месторождения, но с наложенными процессами грейзенизации и, по-видимому, вряд ли могут иметь практический интерес как самостоятельные подразделения в типах оловорудных месторождений.

В. А. Жариков (1968 г.) выделяет среди скарновых месторождений только группу шеелит-сульфидного, иногда с касситеритом оруденения известковых скарнов, не считая олово в них ведущим минералом.

Существует также ряд классификаций (С. С. Смирнов, О. Д. Левицкий, Е. А. Радкевич, Б. М. Косов, С. Ф. Лугов, Б. В. Макеев, М. П. Материков и др.), разработанных специально для оловорудных месторождений. Так, С. Ф. Лугов и Б. В. Макеев [20] предложили генетическую и промышленную классификацию оловорудных месторождений. При этом они выделяют четыре основные оловорудные формации (отличающиеся минеральным составом, глубиной образования месторождений и их положением относительно рудоносных интрузий): оловоносных пегматитов, касситерит-кварцевую, касситерит-силикатную и касситерит-сульфидную. В трех последних выделяются минеральные фации, из которых главными считаются кварцевая фация в касситерит-кварцевой формации, турмалиновая — в касситерит-силикатной и сульфосольная — в касситерит-сульфидной. Авторы классификации считают,

что оловоносные скарны и оловоносные грейзены являются не самостоятельными формациями, а лишь фациями, обусловленными определенным составом вмещающих пород. Так, они отмечают, что оловоносные скарны присущи всем формациям, кроме касситерит-сульфидной, и формируются при наличии карбонатных пород в контакте с рудоносными интрузиями, а оловоносные грейзены встречаются в касситерит-кварцевой и касситерит-силикатной формациях при наличии гранитов или кристаллических сланцев в соответствующей структурно-литологической обстановке. Граница между касситерит-силикатной и касситерит-сульфидной формациями, по представлениям этих исследователей, является нечеткой, так как наличие сульфидов не является однозначно определяющим признаком последней.

Промышленная часть указанной классификации явно неудачна, так как одинаковые промышленные признаки встречаются в различных минеральных типах или фациях оруденения. К числу таких признаков относятся степень обогатимости, прослеженность оруденения на глубину, масштаб месторождения, количество тантала, ниобия и лития в рудах.

М. П. Материков [21] разработал промышленную классификацию оловорудных месторождений, в которой выделяет следующие типы месторождений: россыпи, жильные, штокверковые и скарново-рудные. Указанная классификация имеет два основных недостатка. Во-первых, она разделяет месторождения легкообогатимых руд и месторождения хорошо обогатимых руд, хотя в практическом использовании они мало отличаются друг от друга. Во-вторых, в группу штокверковых месторождений включены наряду с типичными штокверковыми месторождениями, такими, как Хинганское, имеющими довольно крупные размеры и пригодными для разработки открытым способом, мелкие месторождения — Невское, Днепровское, представленные неправильными трубообразными телами прожилково-вкрапленных руд, которые по условиям эксплуатации и по хорошей обогатимости могут рассматриваться вместе с жильными месторождениями, от которых они отличаются меньшими размерами, но более высоким содержанием олова. Поскольку в жильных месторождениях и штокверковых встречаются все три основных формации С. Ф. Лугова, причем иногда на одном и том же месторождении могут присутствовать руды двух различных формаций, вряд ли стоит при промышленной группировке месторождений давать им формационную характеристику.

В настоящее время предлагается все оловорудные месторождения касситерит-кварцевой, касситерит-силикатной и касситерит-сульфидной формаций отнести к двум геолого-промышленным типам — силикатному и сульфидному, подразделив их внутри на морфологические подтипы — жильный и штокверковый. При этом к силикатным месторождениям отнесены все месторождения касситерит-кварцевой и касситерит-силикатной формаций, а также малосульфидные месторождения касситерит-сульфидной формации, а к сульфидным только те месторождения, для которых требуется

более сложная схема обогащения, необходимая как для извлечения олова, так и для использования входящих в состав руд — меди, свинца, цинка и др. (табл. 4).

ВОЛЬФРАМОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Месторождения вольфрама можно встретить в четырех группах эндогенных месторождений (см. табл. 1): плутоногенных, телетермальных, скарновых и грейзеновых. Иногда, но значительно реже, чем олово, вольфрам образует россыпи. Л. Н. Овчинников [24] считает, что по меньшей мере 40—55 % мировых запасов вольфрама содержится в плутоногенных гидротермальных месторождениях как жильных, так и штокверковых. При этом он полагает, что они в значительной мере относятся к интраинтрузивной группе месторождений, и выделяет их вместе с оловом в оловянно-вольфрамовую формацию.

По мнению Г. Н. Щерба, 80—90 % запасов вольфрама в мире заключены в грейзеновых месторождениях. Так, в формации кварц-жильно-грейзеновой он выделяет шесть типов вольфрамовых месторождений: касситерит-вольфрам-слюдяно-кварцевый, касситерит-слюдяно-кварцевый с вольфрамом, вольфрамит-мусковит-кварцевый, вольфрамит-кварцевый, шеелит-молибденит-кварцевый и мусковит-флюорит-полевошпато-топазо-кварцевый с вольфрамом; для всех выделенных типов форма рудных тел может быть жильной и штокверковой.

Г. Н. Щерба выделяет также еще скарново-карбонатно-грейзеновую формацию, связанную с карбонатными породами, и амфиболит-грейзеновую, связанную с ультраосновными породами; к первой относятся два типа месторождений: касситерит-шеелит-скарновый и молибденит-шеелит-скарновый, ко второй — молибденит-хлорит-кварцевый с вольфрамом.

В. А. Жариков в скарновых месторождениях выделяет промышленную группу скарново-молибден-вольфрамовых месторождений и в ней три типа: молибденит-шеелитовый, шеелит-сульфидный (иногда с касситеритом) и шеелит-сульфидный (иногда с золотом). Причем все три типа связываются только с известковыми скарнами. Нетрудно видеть, что классификация скарновых месторождений В. А. Жарикова и классификация месторождений скарново-карбонатно-грейзеновой формации Г. Н. Щербы практически не отличаются, а учитывая, что грейзенизация скарнов происходит довольно редко, по-видимому, относить вольфрамовые скарновые месторождения к грейзеновой формации нет необходимости.

В. Н. Котляр среди субвулканогенных месторождений выделяет антимонит-ферберитовую формацию, в которой вольфрам играет явно подчиненное значение. В. П. Федорчук [46] выделяет олово-вольфрам-сурьмяный тип оруденения среди переходных к плутоногенным телетермальных месторождений, причем относит к ним частично те же месторождения, что В. Н. Котляр к субвулканоген-

Таблица 4

Краткая характеристика геолого-промышленных типов оловянных месторождений

Геолого-промышленный тип	Генетическая группа	Основные рудные компоненты	Морфология рудных тел	Масштаб месторождений	Примеры месторождений
Силикатный а) жильный	Кварц-касситеритовые, кварц-силикатные и частично сульфидно-касситеритовые	Sn, W	Жилы и минерализованная зона	Средние, реже крупные	Депутатское, Трудовое, Дальнегорское
б) штокверковый			Штокверки	Крупные	Пыркакайское, Хинганское, Альтенберг
Сульфидный а) жильный б) штокверковый	Сульфидно-касситеритовые	Sn, W, Cu, Pb, Zn	Жилы и минерализованные зоны Штокверки	Средние и мелкие Средние	Фестивальное, Смирновское, Маун-Кливленд Лялягуа (Боливия)
Скарновый	Скарновые	Sn, W, Cu	Неправильные залежи	Мелкие	Кителя (Карелия)
Пегматитовый	Пегматитовые	Sn	Невыдержанные жильные тела	Мелкие	
Россыпной	Гипергенные	Sn	Пластовые и линзообразные	Средние и мелкие	Индонезия, Малайзия

ным. Он указывает на наличие касситерита и шеелита в месторождениях Японии и Боливии, представленных трубчатыми телами сульфидных руд, переходных к вулканогенным. При этом первые, по его мнению, формируются в платформенных условиях, а вторые — в складчатых областях.

Довольно подробную генетическую классификацию вольфрамовых месторождений дает А. М. Быбочкин, выделяя следующие группы месторождений: пегматитовые, гидротермальные (гипотермальные, гипомезотермальные, мезотермальные, мезоэпитермальные), контактово-метасоматические и россыпи.

В классификации А. М. Быбочкина укладываются все группы эндогенных месторождений, представленных в табл. 1, но с более дробным делением группы плутоногенных и скарновых (контактово-метасоматических) месторождений. Кроме того, в группе гидротермальных месторождений первые три подгруппы — гипотермальные, гипомезотермальные и мезотермальные месторождения — имеют много общего, так как почти во всех них основным рудным минералом является вольфрамит и в том или ином количестве присутствует определенный комплекс парагенетических минералов — шеелит, берилл, касситерит, арсенопирит, пирротин и иногда халькопирит, а в одном типе (кварц-флюоритовом) флюорит. То же самое относится и к группе скарновых месторождений, где наряду с шеелитом (вольфрамита там почти нет) присутствует некоторое количество молибденита, пирита и пирротина, халькопирита, сфалерита и галенита. Основное значение имеют шеелитовые или шеелит-молибденитовые скарны, в то время как скарны с пиритом, пирротином и халькопиритом или галенитом со сфалеритом имеют крайне ограниченное распространение.

Мезоэпитермальные месторождения А. М. Быбочкина соответствуют телетермальным месторождениям В. П. Федорчука и антимонит-ферберитовой формации субвулканических месторождений В. Н. Котляра. Во всех них вольфрам не имеет большого значения, являясь второстепенным компонентом. Поэтому практическую ценность, согласно классификации А. М. Быбочкина, имеют гипотермальные и гипомезотермальные месторождения жильного или штокверкового характера, вольфрамовое оруденение в которых представлено в основном вольфрамитом, мезотермальные месторождения кварц-шеелитового типа и скарновые месторождения, представленные как шеелитом с небольшим количеством сульфидов, так и шеелитом с молибденитом.

Наиболее новой и полной является классификация вольфрамовых месторождений В. К. Денисенко [12], в которой он выделяет три группы формаций — плутоногенную, плутоно-вулканическую и гидротермально-метаморфогенную, и в каждой из них по три рудные формации. В первой группе — это шеелит-гранат-пироксеновая скарновая, золото-шеелит-кварцевая турмалин-хлоритовая и вольфрамит-кварцевая грейзеновая, во второй группе — шеелит-кварц-полевошпатовая гумбеитовая, гюбнерит-сульфидно-кварцевая березитовая и ферберит-антимонит-халцедоновая аргиллито-

вая и, наконец, в третьей группе — шеелит-сульфидно-кварцевая скарноидная, вольфрам-псиломелановая и вольфрам-галогенная.

Необходимо отметить, что все основные промышленные месторождения мира укладываются в первую и третью формации плутоногенной группы и в первую и вторую формации второй группы. Остальные формации пока не дают промышленных месторождений, а если и дают, то слишком мелкие. Следует при этом учесть, что шеелит-гранат-скарновая формация объединяет по существу все скарновые месторождения, вольфрамит-кварцевая грейзеновая с гюбнерит-сульфидно-кварцевой березитовой — все промышленно-ценные жильные месторождения, а шеелит-кварц-полевошпатовая гумбеитовая — штокверковые. Поэтому, имея в виду, что основой оценки промышленной значимости месторождения являются горно-эксплуатационные и технологические показатели при определенном качестве руд по содержанию трехокиси вольфрама, мы считаем возможным выделить три геолого-промышленных типа рудных вольфрамовых месторождений и один тип — россыпной. При этом жильные месторождения характеризуются жильной формой, преобладанием вольфрамита и достаточно высоким содержанием трехокиси вольфрама (0,6—1 % и более), иногда при наличии касситерита, при средних и мелких размерах месторождения. Для штокверковых месторождений характерна большая рудная масса, разработка карьерами, низкое содержание трехокиси вольфрама (0,15—0,3 %, редко выше). Скарновые месторождения обычно имеют средние размеры, залежи неправильной формы, вольфрам встречается в виде шеелита, содержание трехокиси вольфрама в руде наиболее высоко (до 2 %). Все эти данные сведены в табл. 5, где они расположены по степени их промышленного значения.

МОЛИБДЕНОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Молибден, как и вольфрам, встречается в четырех группах эндогенных месторождений: плутоногенных и вулканогенных, скарновых и грейзеновых. Как и для вольфрама, группа грейзеновых месторождений не является, по нашему мнению, самостоятельной: грейзенизация может накладываться как на гидротермальный, так и на скарновый процесс.

Л. Н. Овчинников [24] среди плутоногенных салических месторождений выделяет две молибденовые формации интраинтрузивного класса — собственно молибденовую, образующую жильные и штокверковые месторождения, и медно-молибденовую (или медно-порфировую), дающую прожилково-вкрапленное оруденение штокверкового типа. Все месторождения молибдена в мире, по мнению Л. Н. Овчинникова, относятся к этим типам оруденения.

В. Н. Котляр (1968 г.) те же самые формации относит к глубинно-вулканическим месторождениям. По его представлению, штокверковые молибденовые месторождения типа Клаймакса, Сорского и Жирекенского связаны с порфировыми интрузиями в зонах активизации и приурочены к вулканическим структурам цент-

Таблица 5

Краткая характеристика геолого-промышленных типов вольфрамовых месторождений

Геолого-промышленный тип	Генетическая группа	Основные рудные компоненты	Морфология рудных тел	Масштаб месторождений	Примеры месторождений
Скарновый	Скарновые	Шеелит, молибденит	Тела неправильной формы	Средние и мелкие	Ингичка, Восток-2
Штокверковый	Плутоногенные гидротермальные, грейзеновые	Вольфрамит, шеелит (халькопирит, пирротин)	Штокверки	Очень крупные и крупные	Верхне-Кайрактинское, Богутинское, Гленорчи (Новая Зеландия)
Жильный	Плутоногенные и плутоно-вулканические гидротермальные	Вольфрамит, касситерит (шеелит, арсенопирит)	Жилы, минерализованные зоны	Средние и мелкие	Холтасон, Бом-Горхон, Акчатауское
Россыпи	Гипергенные	Вольфрамит, касситерит	Пластообразные	Мелкие	

рального типа, что сближает их с медно-молибденовыми прожилково-вкрапленными рудами.

Г. Н. Щерба (1968 г.) считает, что 40—70 % запасов молибдена в мире содержится в грейзеновых месторождениях и выделяет следующие типы молибденового оруденения: в кварц-жильно-грейзеновой формации пять типов молибденового оруденения (вольфрамит-молибденит-кварцевый, шеелит-молибденит-кварцевый, молибденит-кварцевый, халькопирит-молибденит-серицит-кварцевый и мусковит-флюорит-полевошпато-топазо-кварцевый), в формации скарново-карбонатно-грейзеновой — молибденит-хлорит-кварцевый тип оруденения. В грейзеновые месторождения им включаются Климакс, все меднопорфировые месторождения и молибденовые месторождения Казахстана.

В. А. Жариков (1968 г.), рассматривая скарновые месторождения, выделяет среди них скарново-молибден-вольфрамовую группу, к которой относится молибденит-шеелитовое оруденение известковых скарнов.

Н. А. Хрущов (1959 г.) выделяет пять типов молибденовых месторождений: пегматитовый (пневматолитовый), гипотермальный, мезотермальный, зон окисления рудных месторождений и осадочный; промышленное значение имеют только гипо- и мезотермальные типы. В гипотермальном типе он выделяет следующие рудные формации: кварц-вольфрамитовую с молибденитом; молибден-шеелитовую в скарнах (Тырныаузское месторождение); кварц-молибденитовую, кварц-молибденит-серицитовую. В мезотермальном типе указанный автор выделяет кварц-молибденит-халькопирит-серицитовую формацию.

Кроме того, Н. А. Хрущовым разработана промышленная классификация молибденовых месторождений, согласно которой выделяются следующие группы:

— штокверковая — с молибденовым, вольфрам-молибденовым и медным с молибденом типами месторождений;

— скарновая — с молибденовым, вольфрам-молибденовым и медно-молибденовым типами месторождений;

— жильная — с молибденовым и вольфрамовым с молибденом типами месторождений.

В. Т. Покалов [30] распределяет молибден, по существу, по всем классам генетической классификации В. И. Смирнова, исключая группу магматических и метаморфических месторождений. При этом он указывает, что в пегматитовых месторождениях молибден промышленного значения не имеет, а в карбонатитовых, альбититовых и колчеданных месторождениях он является попутным компонентом.

Среди гидротермальных месторождений В. Т. Покалов выделяет два основных типа — молибденовый и медно-молибденовый, и один второстепенный — молибден-урановый, где молибден является попутным компонентом, к грейзеновым месторождениям он относит вольфрам-молибденовый тип (Коктенкольское, Джидинское, Восточно- и Северо-Коунрадские месторождения). Среди скарновых

месторождений этот исследователь выделяет те же три типа, что и Н. А. Хрущов.

Учитывая все имеющиеся в настоящее время данные по молибденовым месторождениям, рекомендуется выделять следующие геолого-промышленные типы молибденовых месторождений (табл. 6), расположенные по их промышленному значению.

1) штокверковые существенно молибденовые месторождения, иногда содержащие небольшое количество вольфрама;

2) молибденово-медные месторождения, в которых полезными компонентами являются медь и молибден; обычно это штокверковые месторождения, которые в геолого-промышленной классификации названы меднопорфировыми;

3) жильные месторождения с вольфрам-молибденовым и молибденовым оруденением;

4) скарновые месторождения.

Разделение штокверковых месторождений на существенно молибденовые и молибденово-медные (меднопорфировые) основано на том, что в первых молибден является основным, а зачастую и единственным рудным компонентом при полном отсутствии меди, во вторых же молибден без меди промышленного значения не имеет из-за невысокого его содержания.

РТУТНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Все ртутные месторождения В. П. Федорчук [46] относит к телетермальной и вулканогенной группам генетической классификации месторождений. Среди вулканогенной группы часть месторождений ртути, по его представлению, является переходными к вулканогенному типу, где ртуть связывается с современной и палеовулканической деятельностью, а часть — переходными к гидротермальному (плутоногенному) типу, где ртуть является попутным компонентом.

Среди типично телетермальных месторождений Федорчук выделяет более высокотемпературные — ртутно-сурьмяно-мышьяковые, находящиеся в складчатых областях и приуроченные к горизонтам джеспероидов в известняках под сланцевым экраном (Хайдарканское месторождение), и ртутно-сурьмяные, образовавшиеся в платформенных условиях, формирующие секущие тела в толщах терригенных пород и характеризующиеся преобладающим развитием комплексных полисульфидных руд (месторождения Верхоянского хребта и Приамурья), а также низкотемпературные — ртутные, образовавшиеся в складчатых областях и характеризующиеся мономинеральностью, дающие пластовые залежи и штокверки в терригенных толщах или секущие рудные тела в карбонатных породах (месторождения Западного Кавказа, Западно-Палянское на Чукотке и Бирксу, Сымап в Средней Азии), и ртутно-сурьмяные месторождения, образовавшиеся в платформенных условиях, дающие многоярусные согласные залежи в толщах доломитов (Ваньшань на юге КНР).

Таблица 6

Краткая характеристика геолого-промышленных типов молибденовых месторождений

Геолого-промышленный тип	Генетическая группа	Основные рудные компоненты	Морфология рудных тел	Масштаб месторождений	Примеры месторождений
Штокверковый	Плутоногенные	Mo, W	Крупные штокверки	Крупные	Клаймакс Гендерсон Коктенкольское Жирекенское
Медно-порфировый	Плутоногенные, вулканогенные	Cu, Mo	Крупные штокверки и минерализованные зоны	Крупные и средние	Чукикамата, Лорнекс, Бетлехем
Жильный	Плутоногенные	Mo, W	Жилы	Мелкие	Умальтинское
Скарновый	Скарновые	Mo, W, Cu	Неправильные залежи	Средние и мелкие редко крупные	Тырныаузское

Среди переходных к вулканогенным месторождений выделяются высокотемпературные — ртутно-мышьяковые, формирующиеся в складчатых областях и образующие трубчатые и жильные, иногда штокверкообразные тела, в которых существенную роль иногда играет гипогенная самородная ртуть (Идрия в Югославии), и ртутные, образовавшиеся в платформенных условиях, формирующие трубчатые и штокверковые тела в сланцах, мергелистых доломитах и эффузивах, а также самые низкотемпературные — ртутные в складчатых областях и ртутные в платформенных условиях.

Среди переходных к плутоногенным месторождений В. П. Федорчук выделяет ртутно-полиметаллические в складчатых областях, дающие согласные залежи и секущие тела в толщах карбонатных пород, и ртутно-сурьмяно-полиметаллические, образовавшиеся в платформенных условиях в виде секущих жильных тел в метаморфизованных породах. Оба указанных типа месторождений существенного практического значения не имеют.

В. Н. Котляр (1968 г.) среди вулканогенных месторождений выделяет две группы ртутных месторождений — ртутные вулканогенные, относимые к опалитовой формации и залегающие среди вулканитов или других пород районов третичного или четвертичного вулканизма, дающие прожилковые зоны, вкрапленники, гнезда, выполнения пустот и др. (Монте-Амиата в Италии, месторождения Камчатки), и ртутно-сурьмяно-вольфрамовые субвулканические, относимые к антимонит-ферберитовой формации, дающие, как правило, жильные месторождения, в которых ртуть самостоятельного значения не имеет из-за невысокого ее содержания.

Приведенные генетические классификации ртутных месторождений позволяют проследить весь путь образования различных месторождений от наиболее высокотемпературных плутоногенных через большую группу телетермальных месторождений до наиболее низкотемпературных вулканогенных месторождений, связанных с термальными растворами с максимальной температурой 300°. Однако практически использовать эти классификации при геолого-экономической оценке месторождений невозможно, так как они не дают достаточно четкого деления ртутных месторождений по признакам, имеющим значение при эксплуатации месторождений, в первую очередь по морфологии рудных тел, распределению оруденения в их пределах, по качеству руд и соотношению ртути с остальными компонентами.

Следует сказать, что В. П. Федорчуком была предложена и классификация, имеющая промышленное значение, согласно которой ртутные месторождения делятся на пять групп: месторождения киноварно-антимонито-джаспероидной формации; месторождения киноварно-диккитовой формации; месторождения киноварно-лиственитовой формации; месторождения киноварно-алунитовой и киноварно-каолинитовой формаций.

В этой классификации более четко прослеживается связь между морфологией ртутных залежей и геологическими условиями формирования месторождений, но и она трудно используема для

практических целей, так как согласно ей в одну и ту же группу попадают месторождения совершенно различного морфологического типа, и, наоборот, разные формации могут встречаться на одном и том же месторождении.

Учитывая, что в подавляющем большинстве ртутные месторождения, в которых ртуть является основным, а не попутным компонентом, имеют мономинеральный состав, что определяет сравнительную простоту технологии переработки руд, для геолого-промышленной классификации целесообразно за основу принять только морфологические признаки. В этом случае выделяются следующие группы ртутных месторождений (табл. 7):

1) месторождения, образующие залежи так называемого согласного типа под экранирующими, иногда надвиговыми структурами (Хайдарканское) и в апикальных частях складок, сложенных терригенными породами (Никитовка), и штокверкового типа (нижние горизонты месторождения Западная Паляна). В СССР все эти месторождения имеют крупные размеры и характеризуются сравнительно невысоким содержанием ртути при ее крайне неравномерном распределении в рудных телах (коэффициент рудоносности 0,1—0,3);

2) месторождения трещинного типа, образующие рудные тела жилообразной формы, как приуроченные к зонам разлома, сопровождающиеся лиственитизацией, так и приуроченные к трещинам в карбонатных и терригенных породах;

3) месторождения, связанные с вулканической деятельностью и образующие секущие тела штокверкового жильного, линзо- и гнездообразного типа (Камчатка, Закарпатье). Для этих месторождений характерны рудные тела очень сложной формы, которые, несмотря на свою связь с трещинной тектоникой, не имеют выдержанных параметров по простиранию и падению.

СУРЬМЯНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Сурьмяное оруденение, как и ртутное, обычно связано с телетермальной стадией гидротермального процесса и в значительно меньшей степени с вулканогенной. Л. Н. Овчинников [24] полагает, что часть месторождений выделенной им сурьмяной формации относится к апоинтрузивному классу плутоногенных месторождений.

В. П. Федорчук [46] в своей классификации телетермальных месторождений выделяет месторождения антимонитовой формации, считая, что они дают не менее 90 % мирового производства сурьмы. Остальная часть, по его мнению, приходится на гидротермальные (плутоногенные) месторождения полиметаллических и золото-серебряных руд, в которых сурьма является попутным компонентом. Практическое значение имеют следующие группы сурьмяных месторождений, относящиеся к типично телетермальным:

— сурьмяно-мышьяковые в складчатых областях, представленные согласными антимонитсодержащими джаспероидными зале-

Таблица 7

Краткая характеристика геолого-промышленных типов ртутных месторождений

Геолого-промышленный тип	Генетическая группа	Основные рудные компоненты	Морфология рудных тел	Масштаб месторождений	Примеры месторождений
Согласных залежей	Типично телетермальные	Hg, Sb	Крупные пластообразные и штокверкообразные залежи	Крупные и средние	Хайдарканское Ваньшань
Трещинный	Типично телетермальные	Hg	Жильные тела	Средние и мелкие	Чонкойское
Штокверковый	Вулканические	Hg	Небольшие штокверки, линзы, гнезда	Мелкие	Б. Шаян Пламенное

жами, формирующимися в зоне контакта известняков и перекрывающих их сланцев, пространственно и генетически связанные с секущими телами в сланцах;

— ртутно-сурьмяно-мышьяковые в складчатых областях, представленные согласными залежами в горизонтах джаспероидов, локализовавшихся в известняках под сланцевым экраном (Хайдарканское);

— сурьмяные, образовавшиеся в платформенных условиях и представленные секущими телами в метаморфизованных толщах юга КНР, Австралии, Южной Африки, Приамурья и др.;

— сурьмяные низкотемпературные в складчатых областях, контролирующиеся структурами экранирования (Магианская группа в Средней Азии);

— ртутно-сурьмяные низкотемпературные, образовавшиеся в платформенных условиях, представленные многоярусными согласными залежами в толщах доломитов, контролирующиеся структурами внутриформационного расслоения (Сигуаньшань в КНР).

В. Н. Котляр среди субвулканических месторождений выделяет антимонит-ферберитовую формацию и ее ртутно-сурьмяно-вольфрамовую разновидность, развитую на Кавказе (Зопхито), в Боливии и США.

Наиболее полную классификацию сурьмяных месторождений дал в последнее время В. И. Бергер [3]. Он выделяет три крупные сурьмяные рудные формации по их геологической обстановке: группа зон длительного прогибания, группа зон полихронного гранитоидного магматизма геосинклинально-складчатых областей и группа зон субаэрального вулканизма и субвулканизма сводово-глыбовых областей. Месторождения первой группы по существу относятся к одной формации киноварно-флюорит-антимонит-джаспероидной, месторождения которой представлены согласными залежами. Вторая формация — «колчеданная» — не дает самостоятельных месторождений. Таким образом, киноварно-флюорит-антимонит-джаспероидная формация успешно отвечает выделенному нами кремнисто-карбонатному типу, который в других формациях В. И. Бергера не встречается.

Во второй группе также присутствует по существу одна формация золото-антимонитовая березитовая, соответствующая нашему золото-сурьмяно-кварцевому жильному типу. В третьей группе две формации дают промышленные месторождения: антимонитовая аргиллизитовая и антимонит-ферберитовая аргиллизитовая, вся разница которых заключается в присутствии вольфрама во второй из них. Поэтому можно считать, что обе они соответствуют сурьмяно-кварцевому геолого-промышленному типу. Все изложенное подтверждает применимость предлагаемой автором геолого-промышленной типизации (табл. 8).

БОКСИТОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Обычно выделяют два основных типа бокситов: геосинклинальные и платформенные.

Таблица 8

Краткая характеристика геолого-промышленных типов сурьмяных месторождений

Геолого-промышленный тип	Генетическая группа	Основные рудные компоненты	Морфология рудных тел	Примеры месторождений
Кремнисто-карбонатный	Телетермальные	Sb, Hg	Согласные линзо- и пластообразные	Джижикрут, Кадамджай Сигуаньшань
Жильный (золото-сурьмяно-кварцевый)	Телетермальные и плутоногенные	Sb, Au	Жильные тела	Удерей Гравелот Ла-Люсет
Жильный (сурьмяно-кварцевый)	Телетермальные и субвулканические	Sb	Жилы небольшой мощности	Йеллоу-Пайн Солокача

Геосинклинальные бокситы образуются в прибрежных частях геосинклинальных бассейнов, зачастую в рифовой зоне, возникая обычно на поверхности карбонатных отложений во время перерывов морского осадконакопления при частичном поднятии краевых частей геосинклинальных бассейнов. В это время в мелководные прибрежные бассейны поступают гидроокислы алюминия за счет размыва латеритных кор выветривания на прилегающих к геосинклинальному бассейну частях платформы. В дальнейшем или возобновляется отложение геосинклинальных осадков и образуются месторождения типа североуральских бокситов, или происходит прекращение геосинклинального режима и бокситы перекрываются платформенными осадками, как это имеет место на месторождениях Венгрии.

Платформенные бокситы разделяются на ряд групп, отличающихся условиями образования. Наиболее значима по запасам и качеству группа латеритных бокситов, образовавшихся за счет латеритизации кор выветривания на породах основного и ультраосновного состава. Образование этих бокситов происходило в условиях субтропического и тропического влажного климата, причем растворение и вынос кремнезема привели к формированию крупных залежей. К этой группе относятся уникальные бокситовые месторождения Северной Австралии, Суринама, Гвинеи и ряда других областей, связанные с молодыми кайнозойскими корами выветривания. В СССР подобных бокситов кайнозойского возраста нет из-за отсутствия на этой территории в кайнозое соответствующих климатических условий. Однако в последнее время установлено наличие латеритных бокситов в докаменноугольных корах выветривания на Восточно-Европейской платформе в районах КМА и Тимана.

Менее распространенными и менее выдержанными по размерам оруденения и качеству бокситов являются платформенные месторождения, так или иначе связанные с карбонатными породами фундамента. Бокситы, по-видимому, в этом случае возникали двумя путями:

— в карстовых полостях карбонатных пород фундамента, выполнявшихся сносимым материалом кор выветривания с последующим обогащением их глиноземом за счет удаления кремнезема;

— на поверхности незакарстованных карбонатных пород за счет латеритизации перекрывающих их туфогенных образований без перемещения исходного материала, а также за счет выноса кремнезема через проницаемые карбонатные породы, подстилающие туфогенные образования.

Первым путем образовались многочисленные месторождения Северного Казахстана, представленные, как правило, группами мелких бокситовых залежей, выполняющих карстовые углубления в карбонатных породах. Вторая разновидность месторождений пока еще слабо изучена, так как выявлена совсем недавно на Северном Тимане. Об образовании тиманских бокситов пока еще не сложилось определенного мнения, однако развитие на карбонатных породах латеритных бокситов так называемого структурного типа с сохранившимися реликтами туфогенных пород и их отсутствие при появлении в фундаменте кристаллических сланцев и других метаморфизованных алюмосиликатных пород позволяет говорить о вероятности образования бокситов указанным выше путем.

Третью группу бокситовых месторождений платформенного типа представляют переотложенные (иногда их называют осадочными) бокситы, образовавшиеся в различных пресноводных водоемах в результате перемыва и переотложения продуктов кор выветривания. В случае отложения бокситового материала в озерных условиях возникают довольно крупные месторождения типа северонежских бокситов, при отложении их в речных системах возникают более мелкие месторождения типа тихвинских бокситов. Эта группа бокситов представлена наиболее низкокачественными бокситами из-за засорения их кластическим материалом, сносимым в область седиментации теми же водотоками.

Обобщив все материалы по происхождению бокситов, Г. И. Бушинский [6] дал, как нам представляется, достаточно четкую классификацию бокситов. Все промышленные месторождения бокситов он делит на две основные группы: латеритную (элювиальную, остаточную) и осадочно-кластогенную (латеритно-осадочную). В первой группе им выделяются два типа — экстралатеритный, где бокситы залегают на свежей материнской породе (бокситы Гвинеи), и сублатеритный, где бокситы отделяются от материнской породы литомаржем, т. е. зоной разложения последней (бокситы Индии и района КМА в СССР).

Вторую группу Г. И. Бушинский разбивает на две подгруппы: бокситы на силикатных породах и карстовые бокситы на известняках, реже доломитах. В первой подгруппе в зависимости от положения бокситовых залежей относительно латеритов выделяются типы — склоновый (Арканзас, США), долинный (Тихвинская группа в СССР) и присклоновый котловинный (Северо-Онежская группа в СССР, Суринам, Гайана, Гвиана). Среди карстовой подгруппы выделяются два типа — ближнекарстовый, или приконтактный (Тургайская группа в СССР), и дальнекарстовый (Урал, Южная Европа, Ямайка). При этом только бокситы последнего типа относятся к образовавшимся среди геосинклинальных отложений, все же остальные типы бокситов являются платформенными.

В отдельных случаях на одном и том же месторождении могут находиться латеритные и осадочные залежи. Г. И. Бушинский называет эту группу комплексной и считает, что к таким месторождениям относится часть месторождений штата Арканзас в США и месторождения юга Украины в СССР. Добавим, что в связи с наличием осадочных бокситов в районах КМА, последние тоже могут быть отнесены к комплексным.

Кроме того, Г. И. Бушинский выделяет осадочную хемогенную группу с рядом типов — вулкано-осадочным, патомским (по Патомскому нагорью), тульским и р. Снейк, но все они практическо-

Таблица 9

Краткая характеристика геолого-промышленных типов бокситовых месторождений

Геолого-промышленный тип	Качество бокситов (величина кремневого модуля)	Морфология залежей	Масштаб месторождения	Примеры месторождений
Геосинклинальный	8—15	Крупные линзы, пластообразные залежи	Крупные и средние	Кальинское, Красная Шапочка
Латеритный	6—30 и более	Крупные и средние пластообразные залежи	Очень крупные и крупные	Уэйпа, Висловское, Вежао-Ворыквинское
Карстовый	3—8	Средние и мелкие линзы и залежи	Средние и мелкие	Амангельдинский р-н, Гунсян, Сюэнь
Переотложенный	3—5	Крупные, средние и мелкие пластообразные и линзообразные залежи	Крупные, средние и мелкие	Северо-Онежское, Арканзас

го значения не имеют, как и выделенный им метаморфизованный тип, где бокситов по существу нет, так как они превращены в диаспоровые и корундовые породы.

С геолого-экономической точки зрения ценность месторождений бокситов определяется тремя основными параметрами: качеством бокситов, размером месторождений и условиями залегания. Качество бокситов определяется в первую очередь величиной кремневого модуля, т. е. отношением содержания глинозема к кремнезему. Хорошими бокситами, пригодными для получения глинозема по способу Байера, являются бокситы с модулем выше 8—9, в крайнем случае выше 7. При модуле свыше 15 бокситы являются отличным сырьем, а при модуле от 3—3,5 до 7 сырьем, пригодным для получения глинозема методом спекания, являющимся более дорогостоящим, чем метод Байера.

По условиям залегания бокситы могут находиться близко от поверхности, что определяет их эксплуатацию открытым способом, или же могут располагаться так, что отработка их возможна только с помощью подземных работ. Последнее условие почти всегда присуще бокситам геосинклинального типа, развитым в складчатых областях. При этом важно подчеркнуть, что подземная отработка месторождений обычно рентабельна только для бокситов, используемых для получения глинозема по методу Байера, так как сочетание повышенных затрат на подземную эксплуатацию и на переработку низкомодульных бокситов делает нерентабельным освоение путем подземной отработки спекательных бокситов.

Размеры месторождений и морфология залежей также являются одним из определяющих факторов при решении вопроса эксплуатации месторождений, так как даже при условии карьерной разработки эксплуатация мелких залежей иногда бывает нерентабельной из-за большого коэффициента вскрыши.

В соответствии с геолого-экономическими и генетическими особенностями месторождений в настоящее время можно выделить четыре геолого-промышленных типа бокситовых месторождений (табл. 9).

Глава II

МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДИ

Месторождения меди распространены довольно широко на земном шаре и практически встречаются на всех континентах (рис. 1). Разнообразны они и по времени образования (от докембрия до кайнозоя), причем для каждой возрастной эпохи характерно преобладание одного-двух геолого-промышленных типов. В протерозое основные запасы меди заключены в месторождениях осадочного типа (медистые песчаники). В палеозое преобладают колчеданные месторождения, месторождения же осадочного типа по общим запасам резко сокращаются по сравнению с протерозойскими, но относительное их значение почти одинаково с колчеданными. Мезозойская эпоха в целом характеризуется некоторым снижением запасов меди, причем основные запасы этого периода сконцентрированы в меднопорфировых и медно-никелевых месторождениях; последние развиты в основном на территории СССР, будучи связанными с триасовой трапповой формацией.

Кайнозойская эра характеризуется резким увеличением накопления меди за счет меднопорфировых месторождений, приуроченных в основном к Тихоокеанскому (94 % запасов) и частично к Средиземноморскому (6 % запасов) складчатым поясам.

Меднопорфировые месторождения кайнозоя заключают в себе более 40 % учтенных мировых запасов меди, а с учетом месторождений более древнего возраста более 50 %.

Второе место по запасам занимают осадочные месторождения протерозойского и палеозойского возраста, а за ними следуют колчеданные и потом медно-никелевые месторождения. Роль в общем балансе мировых запасов меди жильных, скарновых, карбонатитовых месторождений и вкрапленных медных руд в основных породах совсем незначительна (табл. 10)*.

По сравнению с аналогичной таблицей, помещенной в первом издании книги, за прошедшие пять лет произошли значительные изменения в распределении запасов по типам месторождений в основном за счет выявления новых меднопорфировых месторождений мезо-кайнозойского возраста, в первую очередь в Северной и Южной Америке. Так, при общем увеличении запасов меди в мире на 210 млн. т, запасы меди в меднопорфировых месторождениях увеличились на 170 млн. т. В связи с этим доля меднопорфировых руд (по меди) возросла с 40,6 до 51,7 %.

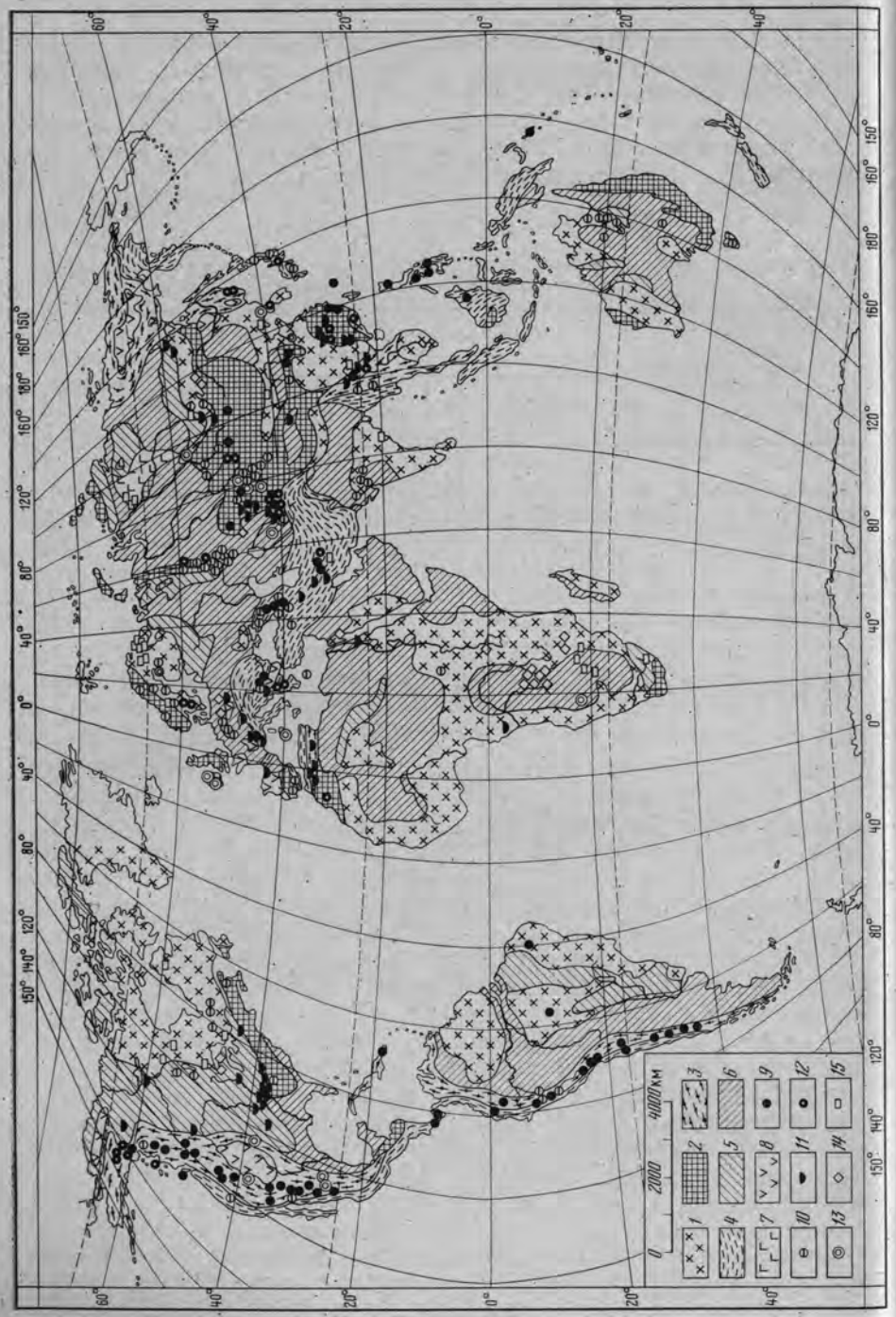
* При определении соотношения запасов полезных ископаемых автор настоящей работы исходил из следующего. В СССР классификация запасов по категориям $A+B+C_1$ и C_2 достаточно определенна, поскольку для каждой категории существуют точные и твердые параметры. Такое же деление с некоторыми отступлениями, не нарушающими общего принципа, принято в настоящее время в большинстве стран социалистического лагеря. В большинстве же капиталистических и развивающихся стран запасы минерального сырья делятся на достоверные, вероятные и возможные. Достоверные и вероятные запасы примерно соответствуют запасам категорий $A+B+C_1$, а возможные, по-видимому, в какой-то мере соответствуют категории C_2. Это подтверждают соотношения запасов категорий $A+B+C_1$ к общим учтенным запасам в СССР и достоверных и вероятных запасов к общим в капиталистических странах. Так, для меди эти цифры соответственно составляют (в %): — 70 и 70, для свинца — 75 и 60, для цинка 70 и 60, для молибдена — 75 и 75.

Таблица 10

Распределение мировых разведанных запасов меди по геолого-промышленным типам и возрасту месторождений

Геолого-промышленный тип	Сумма разведанных запасов свинца и цинка месторождений, %				Итого
	докембрийских	палеозойских	мезозойских	кайнозойских	
Меднопорфировый	—	3,8	5,4	42,5	51,7
Осадочный	20,9	5,2	—	—	26,1
Колчеданный	2,7	6,2	0,8	0,6	10,3
Медно-никелевый	1,1	—	4,9	—	6,0
Жильный	0,6	0,4	0,1	2,1	3,2
Скарновый	0,3	0,4	0,6	0,9	2,2
Карбонатитовый	0,5	—	—	—	0,5
Всего	26,1	16,0	11,8	46,1	100,0

Следует отметить, что распределение разведанных запасов меди в СССР по геолого-промышленным типам и времени их формирования несколько иное, чем в капиталистических и развивающихся странах вместе взятых. Так, в СССР наибольшее количество разведанных запасов сосредоточено в мезозойских медно-никелевых месторождениях (в основном на севере Красноярского края) и в палеозойских медноколчеданных месторождениях Урала и Казахстана, причем располагаются они обычно в областях герцинской складчатости. Запасы меди в меднопорфировых месторождениях в СССР за последние 5 лет увеличились вдвое и достигли 20 % от общих запасов меди. Однако, если в других странах запасы меди в этом типе руд сосредоточены в кайнозойских месторождениях, то в СССР 80 % их приходится на палеозойские месторождения, а запасы меди в более молодых по времени формирования незначительны, а в пределах Дальнего Востока (Тихоокеанский пояс) их почти нет. Удельный вес карбонатитовых месторождений в общем балансе запасов меди в данное время незначителен, но открытие месторождений этого типа в Африке — Палабора (ЮАР) и Гельб-Могрейн (Мавритания) — при значительном развитии процессов формирования карбонатитов в мире делает этот геолого-промышленный тип в достаточной мере перспективным. На территории СССР неизвестны медные месторожде-



ния этого типа, но карбонатиты развиты довольно широко. Доля жильных и скарновых месторождений в общем балансе запасов меди невелика как в СССР, так и в остальных странах мира, хотя иногда с ними связаны довольно крупные скопления медных руд.

Описание месторождений меди, помещенное ниже, ведется в последовательности, обусловленной промышленным значением геолого-промышленных типов, показанных в табл. 10. Так, вначале описываются меднопорфировые месторождения, затем осадочные и т. д.

Описание месторождений по возрастным группам для первых трех геолого-промышленных типов произведено также применительно к их промышленной значимости, это позволяет акцентировать внимание на наиболее перспективных из них. Так, среди меднопорфировых месторождений описываются в первую очередь мезо-кайнозойские, среди осадочных — докембрийские, среди колчеданных — палеозойские.

МЕДНОПОРФИРОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЗО-КАЙНОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Все известные меднопорфировые месторождения мезо-кайнозойского возраста приурочены к двум поясам мезо-кайнозойской складчатости — Тихоокеанскому и Средиземноморскому, причем в каждом из них они создают определенные рудные провинции и районы, характеризующиеся теми или иными чертами структурно-геологического строения. Всего можно выделить пять таких районов в Тихоокеанском поясе — Юконо-Аляскинский, Канадский, Американо-Мексиканский, Южно-Американский и Филиппино-Гвинейский, и три района в Средиземноморском — Балканский, Закавказский и Иранский. Значение указанных районов по запасам меди в известных месторождениях далеко не равнозначно (табл. 11).

Основные запасы (94 %) меди в меднопорфировых месторождениях этого типа сосредоточены в Тихоокеанском поясе, в том числе 42 % в Южно-Американском, 37 % в Американо-Мексиканском, 8 % в Канадском и 8 % в Филиппино-Гвинейском районах. Из общих запасов только 11% приходится на месторождения, об-

Рис. 1. Размещение на земном шаре основных геолого-промышленных типов месторождений меди, свинца и цинка и особенности их геологического положения:

1 — древние платформы и щиты с прилегающими к ним областями протерозойской складчатости; *2* — области палеозойской складчатости; *3* — области мезозойской складчатости; *4* — области кайнозойской складчатости; *5* — площади развития палеозойских континентальных образований на платформах; *6* — площади развития мезозойских континентальных образований на платформах; *7* — площади развития мезозойской трапповой формации; *8* — срединные массивы в складчатых областях; *9* — меднопорфировые месторождения; *10* — колчеданные медные, медно-цинковые и свинцово-цинковые месторождения; *11* — эпиплатформенные свинцово-цинковые месторождения; *12* — скарновые медные и свинцово-цинковые месторождения; *13* — субгеосинклинальные свинцово-цинковые месторождения; *14* — осадочные месторождения меди (типа медистых песчаников и медистых сланцев); *15* — медно-никелевые месторождения

разовавшиеся в юрско-меловое время (часть запасов Канадского района и все запасы в Балканском районе).

Отдельные месторождения как по своим масштабам, так и по содержанию в рудах меди очень различны.

Наиболее высокие содержания меди Южно-Американского рудного района в основном связаны с развитием зоны вторичного обогащения, в то время как в других районах месторождения это-

Таблица 11

Характеристика основных рудных районов меднопорфировых месторождений мезо-кайнозойского возраста

Рудный район	Средние содержания в руде, %		Запасы меди в отдельных месторождениях, млн. т
	меди	молибдена	
Южно-Американский	0,59—1,61	0,006—0,02	0,6—44,0
Американо-Мексиканский	0,33—1,20	0,005—0,03	0,4—12,0
Канадский	0,37—0,97	0,012—0,044	0,2—5,7
Филиппино-Гвинейский	0,46—0,88	—	0,4—4,5
Балканский	0,40—0,90	0,008—0,01	0,5—2,8
Закавказско-Иранский	0,36—1,45	0,027—0,058	—

го типа в большинстве своем представлены первичными рудами. Общим для всех меднопорфировых месторождений является то, что они обладают всеми признаками вулканогенных месторождений — связь с субвулканическими интрузиями или дайковыми комплексами пород, располагающимися вдоль крупных линейных зон разломов, штокверковый характер оруденения и метасоматические изменения вмещающих оруденение пород вплоть до образования вторичных кварцитов.

Большинство месторождений генетически связываются с малыми интрузиями третичных кварцевых монцонитов или монцонитовых порфиров (Чукикамата в Чили, Бингем и Моренси в США, Куахоне и Келловеко в Перу, Медет в Болгарии, Каджаранское в Армении, Сар-Чешмех в Иране). Реже устанавливается их связь с кварцевыми порфирами и порфиритами (Кананеа в Мексике, Толедо и Сипалей на Филиппинах, Мамут на о. Калимантан, Рио-Бланко в Чили, Серро-Верде в Перу) или с дайковыми сериями (Токепала в Перу, Бетлехем в Канаде). В отдельных случаях непосредственной связи с интрузивными породами не наблюдается и оруденение развивается вдоль зон нарушений, имея линейный характер. Вмещающие оруденение породы обычно сильно серицитизированы и окварцованы вплоть до превращения их во вторичные кварциты, причем характерно, что именно ко вторичным кварцитам приурочены наиболее крупные месторождения (Чукикамата, Бингем).

Оруденение имеет штокверковый характер и представлено рассеянной вкрапленностью и мелкими прожилками. Первичными рудными минералами являются пирит, халькопирит, борнит, молибденит. В зоне окисления развиваются малахит, азурит, а в зоне вторичного обогащения обычны халькозиновые руды с борнитом, представляющие основную ценность на наиболее крупных месторождениях.

Положение указанных выше рудных районов в складчатых поясах различно, что, по-видимому, и определяет масштабы оруденения и качество руд.

Необходимо подчеркнуть, что месторождения всех рудных районов восточной части Тихоокеанского пояса находятся к востоку от субмеридиональных полос, представленных крупными линейно вытянутыми на сотни километров интрузиями гранитов и гранодиоритов мезозойского возраста, характеризующими, очевидно, определенный этап в формировании складчатого пояса.

Меднопорфировые месторождения **Южно-Американского района** приурочены к узкой полосе мезо-кайнозойской складчатости, протягивающейся вдоль западного побережья Южной Америки от Панамы на севере до юга Чили. Все месторождения приурочены к площадям развития мезо-кайнозойских осадочных и вулканогенных образований средне-верхнемезозойского — кайнозойского возраста и по времени образования относятся к двум металлогеническим эпохам — палеоцен-эоценовой и плиоценовой. Месторождения палеоцен-эоценового возраста связаны с монцонит-порфирами или диоритовыми порфирами и залегают в основном в эффузивно-осадочных толщах верхнемелового — палеогенового возраста, плиоценовые месторождения, развитые в основном в южной части провинции, связаны обычно с крупными зонами брекчирования в осадочно-вулканогенных толщах. Оруденение локализуется или в штоках интрузивных пород, или во вмещающих их породах. Общие запасы меди в этом районе оцениваются в 220—240 млн. т, в том числе разведанные в 157 млн. т.

Наиболее крупными месторождениями района являются Эль-Теньенте (44 млн. т меди), расположенное на юге Чили, и Чукикамата (18 млн. т), находящиеся в центральной части страны. Кроме того, запасы более 4 млн. т меди имеют еще 7 месторождений и в числе их Эль-Сальвадор и Эль-Абра в Чили (7,8 млн. т), находящееся недалеко от Чукикамата, Санта-Роза и Куахоне в Перу, Серро-Колорадо в Панаме, Эль-Пачон в Аргентине и Серро-Понтанкос и Петадорсито в Колумбии. Месторождение Лос-Пеламбрес, находящееся на территории как Чили, так и Аргентины, имеет запасы 7,7 млн. т меди.

На месторождении Чукикамата оруденение приурочено к массиву монцонит-порфиров эоценового возраста, имеющему в плане вид линзы длиной 3000 м при максимальной ширине 1100 м. Оруденение выражено густой сетью минерализованных прожилков, среди которых иногда встречаются хорошо выдержанные жилы небольшого протяжения. Большое значение на месторождении име-

ет зона вторичного обогащения. Запасы месторождения оцениваются в 18 млн. т меди при среднем содержании 1,75 % и в 25 млн. т при учете более бедных руд, что снижает среднее содержание до 1,25 %. Если же учесть отработанные части месторождения, где взято 8—10 млн. т меди, то запасы его (восстановленные) составят 33—35 млн. т меди. Содержание молибдена в руде 0,006 %.

Месторождение Эль-Теньенте расположено в 70 км к юго-востоку от г. Сант-Яго и имеет сложное строение. Центральная его часть сложена туфами и агломератами мезозойского возраста с обломками оруденелых пород, вмещающих трубообразное тело. Можно предполагать, что это тело представляет собой кратер древнего вулкана. На поверхности оно имеет диаметр порядка 1200 м и протягивается на глубину 1600 м. Медное оруденение распространяется вокруг указанного трубообразного тела в виде кольца шириной до 600 м. По вертикали оно прослеживается до глубины 1300 м (до глубины 500 м месторождение отработано). Оруденение в виде рудных прожилков мощностью от 0,4 до 6 мм приурочено к мелким трещинам в андезитах и дацитовых порфирах. Рудные минералы: халькопирит, борнит, халькозин и молибденит. В зоне окисления, мощность которой достигает 350 м, развиты хризоколла, малахит, азурит и куприт. Содержание меди в зоне окисления 0,25 %. В зоне вторичного сульфидного обогащения основным рудным минералом является халькозин. Содержание меди здесь повышается до 1,95—2,08 %, а молибдена составляет 0,012 %. Среднее содержание меди в рудах составляет 1,16 %. Общие запасы меди месторождения оцениваются в 44 млн. т.

Месторождение Эль-Абра находится в 47 км к северу от Чукикамата и приурочено к зоне разлома, с которой связана система рудоконтролирующих разломов, сопровождаемых кайнозойскими гранодиоритовыми интрузиями. Рудовмещающими на этом месторождении являются грубо- и тонкозернистые диориты олигоценового возраста. Гидротермальные изменения заключаются в калишпатизации и биотитизации. Наибольшая степень оруденения приурочена к центральной части окварцованного свода, вокруг которого располагается зона медно-молибденового оруденения. Общая площадь оруденения составляет около 1 км². Рудные минералы в центральной части месторождения представлены борнитом, халькозином и халькопиритом, по периферии — пиритом, халькопиритом и молибденитом. До глубины 100—150 м от поверхности развита зона окисления, в которой основным рудным минералом является хризоколла. Запасы меди на месторождении оцениваются в 7,8 млн. т при содержании в руде 0,59 %.

Месторождение Эль-Сальвадор находится в 32 км к северу от г. Потрерильос и приурочено к зонам трещиноватости и брекчирования, развитым в толще гранодиорит-порфиров вблизи их контакта с вмещающими вулканогенными породами. Рудное тело имеет серповидную форму с расстоянием между концами серпа в

1200 м и максимальной шириной 500 м. Основным рудным минералом является халькопирит, встречающийся в форме вкрапленности и сетчатых прожилков. В центральной части месторождения встречается борнит. На месторождении развита зона вторичного обогащения, идущая до глубины 400—500 м. Основной рудный минерал в этой зоне халькозин. Среднее содержание меди в руде месторождения 0,5 %. Содержание молибдена 0,012 %. Запасы меди 5,6 млн. т.

Месторождение Лос-Пеламбрес расположено в провинции Кокимбо (Чили) на границе с Аргентиной и переходит на ее территорию, где имеет то же название. Шток тоналитов и тоналитовых порфиров, с которым связано оруденение, прорывает юрско-меловые вулканогенно-осадочные породы и имеет размеры 4,5×2,4 км, будучи вытянут в меридиональном направлении. Время его внедрения — нижний плиоцен. Медно-молибденовая минерализация связывается с зоной калишпатизации и концентрируется в северо-западной части штока. Оруденение развито в виде прожилков (с кварцем) и мелкой вкрапленности. Рудные минералы — халькопирит, борнит, пирит, молибденит, магнетит. Зона вторичного обогащения развита слабо и основное значение имеют первичные руды. Запасы меди определены в 6,7 млн. т при ее содержании в руде 0,78 %. Содержание молибдена 0,02—0,035 %.

Наиболее крупным медно-порфировым месторождением Перу является месторождение Санта-Роза, зона окисления которого известна под названием Серро-Верде. Месторождение находится в 24 км юго-западнее г. Арекипа. Оруденение связано с кварцевыми порфирами палеогенового возраста, внедрившимися в вулканогенно-осадочные породы (туфобрекчии). На месторождении развита зона вторичного обогащения до глубины 180 м. В этой зоне развиты брошантит, хризоколла, ковеллин, халькозин. Первичные руды представлены халькопиритом и борнитом. Содержание молибдена невысокое, и он не извлекается. Запасы меди на месторождении составляют 9,9 млн. т, в том числе 0,4 млн. т в наиболее обогащенной части при содержании меди 1,87 %, 1,5 млн. т меди при ее содержании 0,91 % (смешанная руда), остальные запасы представлены первичными рудами, содержащими 0,68 % меди.

Месторождение Куахоне находится в 70 км северо-восточнее г. Ика. Оруденение на месторождении приурочено к штоку кварцевых монцонит-порфиров, внедрившемуся в метаморфизованные осадочные породы мезозойского возраста, и локализуется в трубообразном теле, сложенном брекчией, диаметром около 900 м. Руды прожилково-вкрапленные. Рудные минералы — пирит, халькопирит, борнит, молибденит, галенит и сфалерит. На месторождении развита зона окисления и зона вторичного обогащения. Содержание меди в руде 1 %, молибдена 0,02 %. Запасы меди 6,1 млн. т.

Месторождение Серро-Колорадо находится в Панаме в 144 км к западу от г. Петакилья в провинции Чирики. Оруденение на месторождении приурочено к штоку гранодиорит-порфиров, прорывающему раннепалеогеновые андезиты. Оруденение локализуется в интрузивных породах (70 %) и вмещающих их андезитах. Рудное тело цилиндрической формы имеет диаметр около 900 м и прослежено на глубину более 1 км. Возраст оруденения эоценовый. Рудные минералы — халькопирит, халькозин и молибденит. На месторождении развита зона окисления и зона вторичного обогащения. Содержание меди в первой из них 0,77 %, во второй 1,1 %. Первичные руды содержат 0,81 % меди и 0,015 % молибдена. Запасы меди оцениваются в 6,3 млн. т (по другим данным в 12,5 млн. т).

Крупнейшим месторождением Аргентины является месторождение Эль-Пачон, расположенное в провинции Сан-Хуан в 192 км к западу от города того же названия.

Месторождение приурочено к штоку кварцевых диоритов, прорывающему древние гнейсы и более молодые андезитовые лавы и туфы. Основные рудные минералы — пирит, халькопирит, ковеллин и молибденит. Среднее содержание меди в руде 0,59 %, молибдена 0,015 %. Запасы меди оцениваются в 5,1 млн. т.

В Колумбии на северном склоне Анд в департаменте Антьокия в 1970 г. выявлены два близ расположенных месторождения Серро-Понтакос и Петадорсито, на которых оруденение приурочено к штокам диоритовых порфиров, прорывающих эффузивные породы. Общие запасы меди оцениваются в 4,2 млн. т при ее содержании в руде 0,7 %.

Месторождение того же типа Аканди выявлено в последние годы в департаменте Чоко. Содержание меди 0,7 %, запасы ее 4,4 млн. т.

Помимо перечисленных месторождений в Южно-Американском районе известен еще ряд месторождений, данные по наиболее крупным из которых приведены ниже (табл. 12).

Кроме перечисленных в табл. 12, в провинции известен еще ряд месторождений, по которым имеются только данные по запасам и содержанию меди, а иногда и по содержанию молибдена. Это месторождения Эксотика (2,9 млн. т меди, содержание 1,61 %), Пампа-Норма (1,69 млн. т, содержание 0,7 %), Андольпо (2,18 млн. т меди, содержание 0,69 %), Андина (3,75 млн. т меди, содержание 1,08 %) в Чили, Кечуа (0,56 млн. т меди, содержание 0,7—0,8 %), Пашпан (0,4 млн. т меди, содержание 0,8 %), Кенариоко (1,58 млн. т руды, содержание 0,46 %) в Перу, Дэвид (2,1 млн. т меди, содержание 0,7 %) в Панаме и ряд других.

Американо-Мексиканский район вытянут в виде изогнутой полосы вдоль западной и юго-западной границ Колорадского срединного [49] массива, который, очевидно, является в действительности отторгнутой частью Северо-Американской платформы.

Все наиболее крупные меднопорфировые месторождения этого района обнаруживают связь с субвулканическими интрузиями

монцонит-порфиров или кварцевых монцонитов и приурочены к участкам развития пород разного возраста (от докембрия до мела), переработанных в процессе формирования Тихоокеанского складчатого пояса. При этом формирование складчатых структур на этом участке пояса завершилось, очевидно, в позднем мезозое, поскольку верхнемеловые образования выполняют межгорные впадины. Образование месторождений связывается с палеоцен-эоценовым временем. Возможно, что внедрение субвулканических интрузий проходило вблизи границы консолидированных мезозойских структур Тихоокеанского пояса с Северо-Американской платформой в связи с разломами, возникшими в кайнозое в мезозойских структурах. Колорадский массив в данном случае играл пассивную роль упора.

В данном районе, как и в описанном выше, кроме меднопорфировых молибденсодержащих месторождений, известны и меднопорфировые месторождения с золотом и серебром, расположенные несколько западнее или в пределах поля развития кайнозойских эффузивов.

На меднопорфировых месторождениях рудного района оруденение локализуется в апикальных частях интрузивов или в эндоконтактовых зонах. При наличии дайковых комплексов оруденелыми являются вмещающие их породы, интенсивно силицифицированные. Первичные рудные минералы представлены пиритом, халькопиритом и молибденитом, в зоне окисления — малахитом и азуритом, в зоне вторичного обогащения — халькозином, борнитом и халькопиритом. Среднее содержание меди составляет по отдельным месторождениям от 0,4 до 1,6 %, молибдена 0,01—0,04 %, золота до 0,6 г/т, серебра — 2—6 г/т, иногда до 100 г/т. В зоне вторичного обогащения содержания меди иногда повышаются до 1,5—2 %.

Устанавливается, что меднопорфировые месторождения, содержащие золото и серебро, располагаются несколько дальше от границы с платформой, чем меднопорфировые месторождения с молибденом.

Наиболее крупными месторождениями меднопорфировых руд юга США являются Моренси в Аризоне и Бингем в шт. Юта.

Оруденение на месторождении Моренси связано со штоком кварцевых монцонит-порфиров и приурочено к его контакту с известняками, локализуясь в трещинной зоне вдоль контакта. Рудные тела штокообразной формы имеют в плане размеры 200×600 м. Содержание меди в руде колеблется от 0,68 до 0,96 %, составляя в среднем 0,84 %, содержание молибдена 0,02 %. Запасы меди 8,4 млн. т.

На месторождении Бингем оруденение приурочено к эндоконтактовой зоне в северо-восточной части штока окварцованных и серицитизированных монтонит-порфиров. Рудная залежь прослеживается по простиранию на 1800—2100 м при средней ширине 620 м. Оруденение распространяется на глубину свыше 500 м. Зона окисления на месторождении развита до глубины 50 м, зона

Таблица 12

Краткая геологическая характеристика некоторых меднопорфировых месторождений Южно-Американского района

Страна (возраст оруденения)	Месторождение и его местоположение	Содержание в руде, %		Запасы меди, млн. т	Форма рудного тела	Интрузивные тела, с которыми связано оруденение	Вмещающие породы	Главные минералы меди
		медь	молибден					
Чили (плиоцен)	Рио-Бланко, 30—40 км северо-восточнее г. Сант-Яго	1,58	0,03	2,2	Пластообразная 230×530 м, на глубину 410 м	Дайки дацитовых порфиров	Андезиты	Халькопирит
Чили (плиоцен)	Диспутада, 1,5 км от Рио-Бланка	1,40	—	1,4	То же 200×400 м	То же	То же	То же
Чили (палеоген)	Мантос-Бланкос, 45 км на восток от г. Антофагаста	1,50	—	0,75	Нет. свед.	Шток гранодиоритов	Дациты и андезиты	Халькопирит
Чили (олигоцен)	Потрерильос	1,43	—	0,6	Форма месяца длиной 600 м при максимальной ширине 350 м на глубину 450 м	Шток диоритовых порфиров	Осадочные породы юры	Халькопирит, энаргит
Перу (палеоцен)	Токепала, 90 км восточнее г. Ика	0,88	0,01	2,1	Трубообразная 1200×1500 м, на глубину 750 м	Серия даек дацитовых порфиров	Андезиты и их туфы	Халькопирит, борнит, халькозин
Перу (палеоцен)	Келловеко, 15 км от Токепала	0,80	0,03	3,55	Пластообразная, в зоне дробления	Монцонит-порфиры	Вулканогенные породы и известняки	Халькопирит, халькозин
Перу (миоцен)	Мичикильяй, 40 км к северо-востоку от г. Катаматха	0,76	0,02	3,2	Цилиндрический штокверк	Кварцевые монцонит-порфиры	В пределах интрузива	Халькопирит, борнит, халькозин
Перу (палеоцен)	Торо-Мочо, 90 км к востоку от г. Лима	0,77	0,02	1,4	Штокверк	—	—	Куприт, халькопирит
Панама (эоцен)	Серро-Петакилья, провинция Колон	0,60	0,018	1,8	Трубообразная	Кварцевые монциониты	В штоке интрузивных пород	Халькопирит, халькозин, борнит

вторичного обогащения — до глубины 250 м. Содержание меди в руде 0,71 %, молибдена 0,025 %. Запасы меди составляют 10 млн. т.

Месторождения Сан-Мануэль и Каламазу находятся в юго-восточной части шт. Аризона и представляют собой разъединенные сбросо-сдвигом части одного рудного тела. Породы, развитые в районе месторождения, представлены докембрийскими кварцевыми монцонитами, прорванными штоком монцонит-порфиров палеоценового возраста. Рудное тело имело (до смещения) форму пологоэллиптического цилиндра размером 750×1500 м с толщиной стенки от 80 до 300 м. При этом внутри рудного тела рудные минералы представлены пиритом, халькопиритом и молибденитом, сменяющимися пиритом как к центру, так и по периферии. Основное значение на месторождениях имеют первичные руды. Среднее содержание меди на месторождении Сан-Мануэль составляет 0,77 %, на месторождении Каламазу 0,7 %. Содержание молибдена 0,012—0,015 %. Запасы меди на обоих месторождениях составляют 7,6 млн. т. Кроме перечисленных выше месторождений в части рудного района, расположенной на территории США, известно еще 11 месторождений с запасами меди более 3 млн. т и среди них два — Лейк-Шор и Стэффорд с запасами более 7 млн. т в шт. Аризона.

Месторождение Стэффорд приурочено к зоне разлома в докембрийских порфиритовых андезитах, по которым в эоценовое время произошло внедрение серий мелких даек и некков кислого и среднего состава. Промышленное оруденение развито на площади 900×1800 м. Рудные минералы халькопирит, пирит, магнетит и молибденит. В зоне окисления они представлены хризоколлой и брошантитом, а в зоне вторичного обогащения, развитой слабо, халькозином и ковеллином. Содержание меди в рудах месторождения 0,7 %. Запасы меди 7,2 млн. т. На месторождении Лейк-Шор рудная залежь имеет поперечное сечение 300×1200 м и прослеживается на значительную глубину. Содержание меди 0,75 %, запасы ее 7,6 млн. т.

Наиболее крупными месторождениями Мексики являются Кананеа и Ла-Каридад.

На месторождении Кананеа минерализованная зона, к которой приурочено оруденение, прослеживается на 9,6 км по простиранию при ширине 4,1 км. В ее пределах разведано 12 рудных тел, приуроченных к мелким интрузиям кварцевых гранит-порфиров палеоценового возраста, локализующихся в зоне эндоконтакта и представляющих собой трубчатые тела, сложенные прожилково-вкрапленными рудами. Иногда рудные тела приурочены к брекчиевым трубкам. Рудные минералы — халькопирит, халькозин и борнит, на периферии месторождения появляются сфалерит и галенит. Мощность зоны окисления до 70 м. Минералы меди в ней представлены ковеллином. Зона вторичного обогащения, представлена халькозином, развита слабо. Первичные руды, имеющие основное значение, содержат 0,72—0,75 % меди и 0,005 % молибдена. Запасы меди определены в 12 млн. т.

Месторождение Ла-Каридад расположено к юго-востоку от г. Накасари. Оруденение связано с интрузией кварцевых монцонит-порфиров площадью 3×1 км, внедрившейся в палеозойские и мезозойские осадочные породы, перекрытые мезо-кайнозойскими вулканогенными образованиями. Возраст интрузии раннемиоценовый. Рудное тело имеет округлую форму и диаметр 1700 м. Рудные минералы — пирит, халькопирит, молибденит, сфалерит и галенит, причем два последних развиты за пределами медьсодержащих руд. Зона окисления небольшая. Зона вторичного обогащения развита на глубину до 50—150 м. Рудный минерал в ней халькозин. Среднее содержание меди в руде 0,75 %, молибдена 0,012 %. Запасы меди 5,6 млн. т.

Данные о других меднопорфировых месторождениях рудного района приведены в табл. 13.

Кроме указанных месторождений имеются данные о запасах меди и ее содержании в руде по ряду других месторождений США — в шт. Аризона — Меткалф (запасы меди 3,0 млн. т, содержание 0,75 %), в шт. Юта—Карр-Фолк (4,55 млн. т меди, содержание 0,51—1,84 %), в шт. Монтана—Дип-Лоу-Грейд (6,07 млн. т меди, содержание 0,74 %) и Беркелей (3,1 млн. т меди, содержание 0,74 %). Известен и ряд других более мелких месторождений. В Мексике на продолжении пояса месторождений, идущего из штата Аризона, находятся, кроме указанных выше: Эль-Архо (4 млн. т меди, содержание 0,6 %), Санто-Роза и Пиларес (1,2 млн. т меди, содержание 0,83 %), Ла-Верде (0,8 млн. т, содержание 0,7 %), Санто-Томас (0,75 млн. т, содержание 0,5 %). Общие запасы меди в провинции оцениваются в 132 млн. т, из них достоверные и вероятные 118 млн. т.

Канадский район протягивается в виде полосы меридионального направления вдоль юго-западного склона Скалистых гор на территории Британской Колумбии от ее южной границы с США и до границы с Юконом на севере. Меднопорфировые месторождения на ее территории распределены неравномерно. Значительная часть их находится в южной части у границы с США, где они образуют два рудных района — Хайленд-Вэлли и Оканаган-Вэлли. Вторая группа месторождений находится в бассейне р. Скина. Кроме этих двух групп известны еще 6 месторождений — два на севере в бассейне р. Стикин, два между указанными группами и два на о. Ванкувер. Месторождения провинции сформировались в две разновозрастные эпохи — в ранне-среднеюрское время, когда были сформированы месторождения на юге провинции, в бассейне р. Стикин и на о. Ванкувер, и в позднемеловое — эоценовое, когда образовались месторождения в бассейне р. Скина, и два месторождения, расположенные южнее.

В районе Хайленд-Вэлли находятся четыре месторождения: Бетлехем, Хаймонд, Лорнекс и Вэлли-Коппер.

Таблица 13

Краткая характеристика некоторых месторождений меди Американо-Мексиканского района (США)

Месторождение и его местоположение	Возраст оруденения	Содержание в руде, %		Запасы меди, млн. т	Форма рудного тела	Интрузии, с которыми связано оруденение	Рудовмещающие породы	Главные минералы меди
		медь	молибден					
Штат Аризона Рей	Средний палеоцен	0,8	—	3,9	Прослежено на глубину 400 м, зона вторичного обогащения до 250 м	Кварцевые монцонит-порфиры	Докембрийские сланцы	Халькозин
Твин-Бьютс	Эоцен	0,68	0,02	2,9	Штокверк первичных руд	Кварцевые монцониты	Внутри интрузива	
Сьеритта	Палеоцен	0,33	0,033	1,6				
Пинто-Вэлли	—	0,49	0,01	1,5	—	—	—	
Пима	Средний палеоцен	0,55	0,015	1,2	Штокверк вкрапленных руд	Шток гранодиоритов	Внутри интрузива	
Багдад	Поздний мел	0,47	0,01	1,4	Штокверк 400××1600 м	Шток кварцевого монцонита	Докембрийские метаморфические породы	Халькозин, халькопирит
Штат Невада Батл-Маунтин	P_2p	0,79	—	1,0	На контакте интрузива тело 300—900×1600 м	Кварцевые монцониты	Средне-палеозойские роговики и конгломераты	Халькопирит
Минерал-Парк (Итака-Пик)	K_2	0,60	0,04	0,4	Серповидное тело 500×760 м Зона вторичного обогащения от 200 до 400 м	„	Докембрийские породы	Халькопирит
Сильвер-Белл	P_1m	—0,6	—	0,5	Вытянутые по зоне разлома рудные тела	Штоки монцонитов	Палеозойские известняки и меловые вулк. осад. породы	Халькозин, халькопирит

Наиболее крупное месторождение Бетлехем приурочено к крупному диоритовому массиву Гвинчон, имеющему раннеюрский возраст и прорывающему верхнетриасовые вулканогенно-осадочные породы. На месторождении выявлено четыре рудных тела эллиптической формы, приуроченных к зонам брекчий. Их размеры 240—600×770—900 м. Рудные минералы — халькопирит, борнит, молибденит. Содержание меди в руде 0,56 %, молибдена 0,007—0,008 %. Запасы меди 5,7 млн. т.

Месторождение Хаймонд находится в 3 км к юго-западу от Бетлехем и представлено двумя крутопадающими рудными телами эллипсоидальной формы с вкрапленным и прожилковым оруденением. Содержание меди 0,43 %, молибдена в среднем 0,017 %. Запасы меди 0,6 млн. т.

Месторождение Лорнекс находится южнее и располагается вблизи центрального ядра диоритового плутона. Рудное тело — штокверк эллиптической формы размером 490×1250 м. Рудные минералы: пирит, халькопирит, борнит и молибденит. Запасы меди составляют 1,8 млн. т, при ее содержании в руде 0,41 %, содержание молибдена 0,009 %.

Месторождение Вэлли-Коппер находится внутри того же массива, будучи приуроченным к зоне тектонического нарушения. Рудное тело, сложенное прожилково-вкрапленными рудами, имеет форму вертикального цилиндра овальной формы сечением 915×1350 м, прослеженное на глубину 470 м. Рудные минералы: борнит, халькопирит, пирит, магнетит и гематит. Среднее содержание меди 0,48 %, запасы ее 4,3 млн. т.

В расположенном южнее районе Оканаган-Вэлли известно два месторождения — Бренда и Симилкамин.

На месторождении Бренда штокверковое рудное тело находится в пределах штока кварцевых монцонитов юрского возраста и имеет эллипсоидальную форму с осями 400 и 850 м. На глубину прослежено на 275 м. Рудные минералы — халькопирит, борнит, пирит, магнетит, молибденит. Среднее содержание меди низкое 0,183 %, но зато содержание молибдена повышенное и составляет 0,049 %. Запасы меди около 300 тыс. т.

Расположенное южнее месторождение Симилкамин представлено тремя рудными телами овальной формы в плане, приуроченными к штокам сиенитов раннеюрского возраста, прорывающих верхнетриасовые вулканогенно-осадочные породы. Содержание меди в руде 0,53 %, молибдена по существу нет. Запасы меди 400 тыс. т.

Как указывалось выше, на севере Британской Колумбии в бассейне р. Стикин находятся два месторождения.

Месторождение Стикин-Коппер находится к югу от г. Телеграф-Крик. Триасовые вулканогенно-осадочные породы прорываются тремя штоками сиенит-порфиров раннеюрского возраста. Рудные тела представлены штокверковыми дугообразными зонами, сложенными вкрапленными и прожилково-вкрапленными рудами. Рудные минералы — халькопирит, борнит, пирит, молибденит. Содержание меди 0,97 %, молибдена 0,036 %. Запасы меди 1,58 млн. т.

Месторождение Шафт-Крик находится в 40—50 км на восток от предыдущего и связано с серией даек кварцевых диорит-порфиров раннеюрского возраста, прорывающих триасовые породы. Рудное тело приурочено к зоне брекчии на контакте с дайками. Содержание меди в руде 0,39 %, молибдена 0,0216 %. Запасы меди 1,25 млн. т.

Два юрских месторождения находятся на о. Ванкувер.

Месторождение Айленд-Коппер расположено в северной части острова. Оруденение приурочено к контактам триасовых вулканогенных пород с прорывающими их среднеюрскими дайками кварцевых порфиров. Оруденение вкрапленное, представленное пиритом, магнетитом, халькопиритом, борнитом и молибденитом, дает рудное тело в форме удлиненного эллипса (в плане). Содержание меди 0,52 %, молибдена 0,0174 %. Запасы меди 1,3 млн. т. Второе месторождение Порт-Харди имеет запасы меди 1,3 млн. т при ее содержании также 0,52 %.

К числу наиболее крупных месторождений мел-эоценового возраста относятся Джибралтар и Берг.

Месторождение Джибралтар находится в районе Мак-Лиз-Лейк и связано с интрузивом гранит-порфиров эоценового возраста, прорывающим юрский батолит кварцевых диорит-гранодиоритов. На месторождении выявлено четыре рудных тела мелковкрапленных руд, располагающихся в теле батолита недалеко от контакта со штоком гранит-порфиров. Рудные минералы — халькопирит, борнит, пирит и молибденит. Содержание меди в руде 0,373 %, молибдена 0,0096 %. Запасы меди 1,2 млн. т.

В районе месторождения Берг среднеюрские осадочно-вулканогенные породы прорываются штоком кварцевых монцонит-порфиров раннеэоценового возраста. Рудное тело имеет форму кольца, располагающегося по контакту штока с вмещающими породами. Оруденение прожилково-вкрапленное. Рудные минералы пирит, халькопирит и молибденит. Содержание меди 0,4 %, молибдена 0,05 %. Запасы меди 1,6 млн. т. Кроме указанных месторождений, в эту группу входит ряд более мелких месторождений (Хаклбери, Карибу-Белл, Ньюмен, Гренисл, Лиллуэт и др.) с запасами меди по 200—350 тыс. т при ее содержании в руде от 0,39 до 0,52 %.

Общие запасы меди в Канадском районе оцениваются в 33 млн. т (из них достоверные и вероятные 29,5 млн. т).

Юконо-Аляскинский район располагается на территории западной части Юкона и восточной части Аляски, ограничивающейся на востоке крупным сбросом Тинтина. На этой территории известно значительное число рудопроявлений меди, но пока известно только одно месторождение Кэсиноу, находящееся в 300 км к северу-западу от г. Уайтхорс. На месторождении развиты докембрийские метаморфизованные породы и позднеюрские гранодиориты, прорываемые штоком кварцевых монцонит-порфиров, поздне-

мелового возраста. Медно-молибденовое оруденение развито на площади 1,1×1,8 км и прослежено на глубину до 360 м. Среднее содержание меди 0,37 %, молибдена 0,039 %. Запасы меди составляют около 3 млн. т.

Меднопорфировые месторождения **Филиппино-Гвинейского района** известны на Филиппинах (острова Себу, Негрос, Лусон, Мариндук), а также на о. Бугенвиль и о. Калимантан. Все меднопорфировые месторождения приурочены к площадям, сложенным мезо-кайнозойскими (триас — плиоцен) породами, где четко проявляются процессы миоцен-плиоценовой складчатости. Интрузивные породы, с которыми связывается оруденение, представлены или верхнеэоцен-миоценовыми диоритовыми порфирами, или плиоценовыми порфирами и порфиритами. Месторождения обычно имеют небольшие масштабы (1,5—2,0 млн. т меди). Для них, как и для месторождений, расположенных во внутренней зоне восточной части Тихоокеанского пояса, характерно присутствие золота и серебра при отсутствии или малом содержании молибдена. Среднее содержание этих элементов невысокое и составляет 0,6—0,7 г/т золота и 2—16 г/т серебра.

Наибольшее количество меднопорфировых месторождений находится на Филиппинах, где известно 16 месторождений. Четыре месторождения выявлено в Папуа — Новой Гвинее.

Наиболее крупным на Филиппинах является месторождение Толедо с участками Лутопан, Бига и Кармен.

Месторождение Толедо расположено на о. Себу. В районе месторождений развиты в основном эффузивные породы основного состава верхнемелового — палеоценового возраста, прорываемые диоритовыми порфиритами, дающими ряд штоков. Главное рудное тело (Лутопан) приурочено к грибообразной интрузии и имеет площадь 200×600 м, прослеживаясь по вертикали до 370 м, после чего выклинивается. Оруденение прожилковое. Рудные минералы — пирит, халькопирит и магнетит. В 3,5 км к северо-востоку находится группа рудных тел Бига, связанных с дайкообразной интрузией того же диоритового порфирита. Между ними вскрыто еще одно рудное тело — Кармен. Среднее содержание меди по участку Лутопан составляет 0,47 %, участку Бига — 0,51 % и участку Кармен — 0,46 %. Общие запасы меди определены в 6,3 млн. т. На севере о. Лусон находится еще одна группа месторождений Филекс, в которую входят небольшие месторождения Санто-Нико, Санто-Томас I и II, Кеннон и Бокан. Оруденение связано с крупными дайками диоритовых порфиров, внедрявшихся в вулканогенные породы позднемелового-палеогенового возраста. Рудные минералы — пирит, халькопирит, борнит, молибденит. Содержание меди в руде 0,5—0,63 %, золота 0,6 г/т, серебра 9 г/т. Общие запасы меди 0,7 млн. т.

На о. Мариндук находится месторождение Амекс-Ниппон (другое название Маркоппер). Оруденение связано с кварцевыми диоритами и дает штокверк 600×1400 м, прослеженный на глубину

450 м. Содержание меди в руде 0,58 %, золота — 0,3—0,4 г/т, серебра 16 г/т. Общие запасы меди 0,6 млн. т.

Месторождение Сипалей на о. Негрос находится в зоне экзоконтакта штока диоритов, прорывающего верхнемеловые вулканиты, и представлено мелкопрожилковым типом оруденения с халькопиритом, борнитом, молибденитом. Руды содержат 0,49 % меди, 0,04 г/т золота и 0,0015 % молибдена. Запасы меди 3,2 млн. т.

На Филиппинах известен еще ряд более мелких месторождений (Хинобан, Дизон, Сан-Антонио и др.).

В северной части о. Калимантан находится месторождение Мамут. Оруденение на месторождении связано с диоритовыми порфиритами плиоценового возраста, прорывающими олигоцен-миоценовые осадочные породы. Рудное тело сложено прожилково-вкрапленными рудами и находится внутри штока. Рудные минералы — халькопирит, борнит и пирит, немного галенита и молибденита. Содержание меди в руде 0,58 %, золота 0,65 г/т, серебра 4 г/т, молибдена менее 0,001 %. Запасы меди 0,85 млн. т. В этом же районе находится еще одно месторождение Сабах с запасами 450 тыс. т меди при ее содержании в руде 0,61 %. На территории Папуа — Новая Гвинея находятся месторождения Пангуна на о. Бугенвиль и Ок-Тэди (Маунт-Фабилан), Фрида (Фрида-Ривер) и Яндерра на о. Новая Гвинея.

Месторождение Пангуна связано с интрузией кварц-плагиоклазовых порфиритов плиоценового возраста, внедрившихся в вулканогенные породы олигоцен-раннемиоценового возраста. Оруденение локализуется в штоках порфиритов и брекчиях и представлено рассеянной сульфидной вкрапленностью и прожилками. Рудные минералы — халькопирит, борнит, молибденит, самородное серебро. Среднее содержание меди 0,48 %, золота 0,51 г/т, серебра 1,2 г/т. Запасы меди 4,3 млн. т.

Месторождение Ок-Тэди приурочено к штокам кварцевых диоритов, прорывающих олигоцен-среднемиоценовые осадочные породы. Интрузии имеют позднеплиоценовый возраст. Основное оруденение приурочено к штоку кварцевых латитовых порфиров и представлено мелкопрожилковым типом. Рудные минералы — халькопирит, борнит, пирит и молибденит. С сульфидами связано золото и серебро. На месторождении развита зона вторичного обогащения, развивающаяся до глубины 180—240 м. В ней половина халькопирита и борнита заменены халькозином. Содержание меди в руде в зоне обогащения 0,88 %, в первичных рудах 0,37 %, молибдена 0,012 %, золота 0,65 г/т. Запасы меди 2,4 млн. т.

Месторождение Фрида находится к югу от месторождения Ок-Тэди и приурочено к штоку порфиров. Возраст оруденения — верхний миоцен. Содержание меди 0,45 %, молибдена — нет. Месторождение Яндерра локализовано в пределах батолита Бисмарк у его северного контакта. Наиболее богатое оруденение находится в зоне разломов в экзоконтакте штока кварцевых диорит-порфиров среднемиоценового возраста. Среднее содержание меди 0,42 %, молибдена 0,02 %, золота 0,1 г/т, серебра 2,16 г/т. Общие

запасы меди провинции оцениваются в 28 млн, т, из них достоверных и вероятных 22 млн. т.

Несколько отличны от месторождений описанных выше рудных районов месторождения КНР. Одно из них находится, судя по очень отрывочным сведениям, в полосе мезозойской складчатости, окаймляющей с юго-запада Китайскую платформу близко от границы с ней (месторождение Лалэчан) в верховьях р. Янцзы, где оруденение связывается с мелкими габбровыми интрузиями. Положение двух других (Тункуэнюй и Фуцзяу) совершенно трудно объяснимо, так как, судя по карте, они приходятся на территорию Китайской платформы.

На месторождении Лалэчан мелкопрожилковое и вкрапленное оруденение находится в зоне контакта метаморфических пород, представленных биотитовыми роговиками, с мелкими габбровыми интрузиями. Среднее содержание меди 0,6—0,7 %, молибдена 0,020 %.

Месторождения Тункуэнюй и Фуцзяу, находящиеся в 3 км одно от другого, приурочены к контакту меловых гранодиорит-порфиров с декембрийскими вулканогенными породами. Содержание меди в руде 0,43—0,65 %, молибдена 0,01 %. Запасы этих двух месторождений оцениваются в 6 млн. т меди.

В пределах советской части Тихоокеанского складчатого пояса пока нет разведанных месторождений меднопорфировых руд, поскольку работы по их выявлению ранее не проводились и начаты, по предложению автора, лишь в последние годы. Проявления меднопорфировых руд выявлены в ряде районов: в Магаданской области, на Камчатке, в Приморском крае и в низовьях Амура в Хабаровском крае.

В Магаданской области на Чукотке в бассейне р. Б. Анюй в 1975—1978 гг. выявлен ряд участков меднопорфирового оруденения около западной границы Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, где развиты нижнемеловые вулканогенные породы. Основное оруденение приурочивается к узлам сопряжения нарушений северо-восточного и северо-западного направлений. Оруденение прожилково-вкрапленное. Рудные минералы — пирит и халькопирит, реже борнит и халькозин. Молибденит дает крупночешуйчатую вкрапленность. Содержание меди колеблется в пределах 0,2—1,0 %, молибдена 0,01—0,04 %. Вблизи от указанного рудопроявления выявлено еще пять перспективных участков с такими же содержаниями меди и молибдена. Все они связаны с небольшими штоками сиенит-диоритовых порфиритов или дацитами.

На Камчатке в районе Мильково в бассейне р. Ичи выявлен ряд меднопорфировых проявлений, связанных с субвулканическими интрузиями гранитоидов миоцен-плиоценового возраста, прорывающими верхнемеловые вулканогенные и осадочные образования. Рудопроявления приурочены к кольцевым вулканическим структурам и к зонам силицификации вмещающих пород. Одно из рудопроявлений в районе ключа Позднего локализуется в краевой части относительно крупного субвулканического интрузива пропилитизированных пироксеновых порфиритов. Оруденение находится в центральной части интрузива в зоне измененных пород и имеет вкрапленный и прожилково-вкрапленный характер. Содержание меди в рудах колеблется от 0,2 до 2,65 %. Надо учесть, что все проанализированные пробы были взяты с поверхности. Восточнее расположено Кирганикское рудопроявление, представленное двумя зонами прожилково-вкрапленного оруденения среди эффузивов верхнего мела. Содержание меди достигает 2 %. Южнее на Шаромском участке оруденение локализуется в щелочных (?) породах, приуроченных к полю развития пропилитизированных порфиритов и туфов верхнемелового возраста.

Меднопорфировые проявления встречены в Приморском крае на восточном склоне хребта Сихотэ-Алинь, в Тернейском и северной части Дальнегорского районов. Они связываются с воздействием палеогеновых малых гранитоидных интрузий на эффузивные толщи верхнемелового возраста. Такие же проявления в связи с зонами вторичных кварцитов известны в низовьях Амура.

Из приведенных данных видно, что наиболее крупные месторождения Тихоокеанского рудного пояса располагаются в области перехода от внешней зоны к внутренней (Южно-Американский район). Менее крупные, но имеющие промышленную ценность месторождения приурочиваются к внешней зоне пояса у ее границы с платформой (Американо-Мексиканский и Канадский районы) и, наконец, наиболее мелкие месторождения находятся в четко выраженной внутренней зоне пояса (Филиппино-Гвинейский район). Месторождения внутренней зоны характеризуются тем, что вместо молибдена в них присутствуют золото и серебро, правда, в сравнительно небольших количествах.

Меднопорфировые с молибденом месторождения Средиземноморского пояса занимают довольно скромное место в общем балансе запасов меди, связанных с этим типом месторождений. Наиболее известными из них являются Каджаранское (СССР) и Сар-Чешмех (Иран) соответственно в Закавказском и Иранском рудных районах.

Каджаранское медно-молибденовое месторождение и два более мелких — Агаракское и Дастакертское находятся на территории Советской Армении в пределах юго-восточной части Мисхано-Зангезурской металлогенической зоны Малого Кавказа, представляющей антиклинорий, в ядре которого местами обнажаются метаморфические породы докембрия и вулканогенно-осадочные образования палеозоя, а на крыльях развиты вулканогенно-осадочные образования мела и палеогена. Оруденение генетически связывается с предмиоценовыми гранитоидными интрузиями. К контактовым зонам различных фаз интрузий приурочены месторождения Каджаранское и Агаракское, к контакту гранодиоритов и вулканогенно-осадочных пород — месторождение Дастакертское.

Рудное поле Каджаранского месторождения слагается монцонитовой интрузией, приуроченной к крупному Дебаклинскому разлому. Оруденение имеет прожилково-вкрапленный характер и об-

разует крупное штокверковое рудное тело. На Агаракском месторождении оруденение приурочено к гидротермальноизмененным сиенито-гранитам и гранодиорит-порфирам и является также прожилково-вкрапленным. Штокверковое рудное тело заключено между двумя тектоническими нарушениями. Рудное поле Дастакертского месторождения сложено плагиоклазовыми и пироксен-роговообманковыми порфиритами среднего эоцена и прорывающими их гранодиоритами. Рудовмещающими породами являются сильно окварцованные, гидротермальноизмененные порфириты, гранодиориты и кварцевые диориты.

В последние годы на севере Армянской ССР выявлено новое месторождение меднопорфирового типа — Анкадзорское. Вдоль контакта туфоэффузивной толщи эоцена с послеэоценовыми гранодиоритами прослеживается тектоническая зона, в которой находится вкрапленное медное оруденение.

Содержание меди во всех перечисленных месторождениях обычное для этого типа месторождений. Содержание молибдена в 6—15 раз ниже содержания меди.

На территории Грузии меднопорфировые руды развиты в пределах Сомхито-Карабахской металлогенической зоны. Месторождения Маднеули и Цители-Сопели, а также ряд более мелких сосредоточены в Болнисском районе, сложенном вулканогенно-осадочными породами турон-сантонского возраста, часть из которых, особенно кислые эффузивы, превращена во вторичные кварциты, к которым и приурочивается оруденение. Последнее в свою очередь связывается с мелкими субвулканическими и малыми интрузиями предверхнеэоценового возраста, характеризующимися дацитовым составом. Месторождение Маднеули приурочено к вторичным кварцитам и окварцованным туфогенным породам и дает штокверковую залежь. Находящееся недалеко месторождение Цители-Сопели еще слабо изучено, но имеет более ограниченные размеры. Многие исследователи и то и другое месторождения относят к медноколчеданным, основываясь на наличии вулканогенных образований и субвулканических интрузий, хотя эти же признаки присущи меднопорфировым месторождениям. Принимая же во внимание прожилково-вкрапленный характер оруденения, следует эти месторождения отнести к меднопорфировым.

Месторождение Сар-Чешмех расположено в юго-восточной части Ирана в 65 км к западу от г. Керман на юго-восточной окраине Иранского срединного массива. Верхнемеловые — палеогеновые вулканогенно-осадочные породы прорываются штоком монцонит-порфиров миоценового возраста. Рудное тело месторождения находится на контакте штока с вмещающими породами и расположено как в тех, так и в других породах. Оруденение вкрапленное. Рудные минералы — халькопирит, пирит и молибденит. Степень оруденения вмещающих его силицифицированных пород более высокая, чем в порфирах. Содержание меди во вмещающих породах достигает 2 %, в порфирах 0,5—1,0 %. Среднее содержание меди по месторождению составляет 1,13 %, молибдена 0,027 %. В руде

содержится 16 г/т серебра. Запасы меди составляют 9 млн. т, в том числе 500 тыс. т в зоне вторичного обогащения, где среднее содержание меди 2 %.

Месторождение Чахар-Гондабан находится также в районе г. Керман и приурочено к вулканогенно-осадочной толще палеоценового возраста, прорываемой мелкими интрузиями диоритовых порфиритов и порфирит-долеритов среднеэоценового возраста. Рудные тела штокверкового типа локализуются на пересечениях тектонических нарушений и имеют вид вытянутых вдоль них линз. Рудные минералы — пирит, халькопирит, сфалерит и галенит. Среднее содержание меди 1,45 %, запасы ее 3,5 млн. т.

Кроме двух указанных месторождений в Иране зафиксирован ряд более мелких проявлений меднопорфирового оруденения. На продолжении Иранского срединного массива на территории Пакистана в 18 км от границы с Ираном в провинции Белуджистан в последние годы выявлено месторождение Саиндак.

Месторождение сложено вулканогенно-осадочными породами палеоцена, прорываемыми олигоцен-миоценовыми тоналит-порфирами, дающими в пределах месторождения три удлиненных штока размером 200—400×800—1000 м, ориентированных в меридиональном направлении.

Содержание меди в трех рудных телах, приуроченных к указанным штокам, колеблется от 0,334 до 0,5 %, составляя в среднем 0,37 %. Содержание молибдена — от 0,01 до 0,09 %. В небольшом количестве присутствуют золото и серебро. Запасы меди 1,48 млн. т.

В пределах Балканского рудного района известен ряд месторождений: Медет, Асарел, Елаците и др. в Болгарии, Бор и Майданпек в Югославии и недавно открытое месторождение Рекск в Венгрии.

Месторождение Медет находится в центральной части Болгарии и приурочено к Медетскому верхнемеловому многофазному плутону, прорывающему докембрийские породы. Медно-молибденовое штокверковое оруденение развивается в кварцевых монцонит-диоритах и дает крупное тело с размерами по поверхности 350×1000 м. Оруденение распространяется на глубину до 500 м. Рудные минералы — пирит, халькопирит, магнетит, гематит, реже борнит — дают рассеянную вкрапленность, молибденит приурочен к мелким прожилкам. Содержание меди невысокое (от 0,1 до 0,5 %), молибдена от 0,008 до 0,01 %.

Юго-восточнее Медета расположено месторождение Елаците, приуроченное к контактовой зоне пород диабаз-спилитовой формации палеозоя с позднемеловыми сиенит-диоритами и диоритовыми порфирами. Рудное тело вытянуто на 1000 м при ширине 400—500 м, по падению оно прослеживается на 800 м (угол падения 40—50° на юг). Оруденение прожилково-вкрапленное. Рудные минералы — халькопирит, пирит и молибденит.

Месторождение Асарел, находящееся северо-западнее г. Панагюришче сложено верхнемеловыми вулканогенными породами, прорванными штоками и дайками диоритовых порфиритов и кварце-

вых диорит-порфиров. Оруденение, представленное рассеянной вкрапленностью, локализуется в порфиритах у их контактов с вмещающими породами. Рудные минералы те же, что и на месторождении Елаците.

Месторождение Бор находится в Восточной Сербии и связано с крупным андезитовым массивом, внедрившимся в мезозойские глинисто-карбонатные породы. На месторождении известно три рудных тела прожилково-вкрапленных руд, рудные минералы которых — пирит, халькопирит, магнетит, молибденит, золото и серебро. Содержание меди колеблется от 0,6 до 1,0 %, молибдена 0,006 %.

В 50 км от этого месторождения к северо-западу находится месторождение Майданпек, где верхнемеловые андезиты и дациты прорывают докембрийские метаморфизованные и меловые терригенно-карбонатные породы. Оруденение прожилкового типа приурочено к тектоническим зонам дробления. Рудные прожилки имеют кварц-молибденит-пиритовый и кварц-халькопиритовый состав. Содержание меди 0,7—0,8 %, золота — 0,8—1,5 г/т, есть серебро.

Меднопорфировое месторождение Рекск находится на северо-востоке Венгрии к западу от г. Эгер и представлено почти вертикальным рудным телом, начинающимся на глубине 600 м от поверхности. В центральной части рудного тела находятся оруденелые андезиты, затем следуют оруденелые скарны и смешанные сульфидные руды. Содержание меди 0,4—0,8 %. Основные рудные минералы — халькопирит, пирит, пиротин, магнетит, гематит. Запасы меди составляют 2,5 млн. т.

МЕДНОПОРФИРОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Палеозойские меднопорфировые месторождения пока известны только в пределах полосы палеозойских (каледонских и герцинских, в основном, последних) структур, прослеживающейся в широтном направлении по Евроазиатскому материку от Узбекистана на западе до КНР на востоке. Этот складчатый пояс располагается между Сибирской платформой на севере и Туранской, Таримской и Китайской платформами на юге. В пределах Советского Союза меднопорфировые месторождения палеозойского возраста известны в Южно-Тяньшаньской, Джунгаро-Балхашской герцинских, Западно-Казахстанской и Алтае-Саянской каледонских областях. Далее на востоке они выявлены в Хангай-Хэнтейской герцинской складчатой области на территории Монголии, а также в юго-восточной части последней. Можно предположить их наличие на территории КНР в зоне палеозойской складчатости, рассекающей Китайскую платформу в бассейне р. Хуанхэ, но достаточных данных в литературе по этому вопросу не опубликовано. Имеются отрывочные сведения о наличии меднопорфировых месторождений домезозойского возраста в Бразилии.

В пределах Южно-Тяньшанской складчатой области известно три расположенных в одном рудном поле месторождения: Кальмакырское, Дальнее и Сары-Чеку, оруденение которых генетически связано с небольшими штокообразными интрузивами гранодиорит-порфиров, адамеллит-порфиров и кварцевых порфиров герцинского возраста и локализуется в областях местных поднятий как в самих интрузивах, так и во вмещающих их девонских кварцевых порфирах и каменноугольных сиенито-диоритах.

На Кальмакырском месторождении рудное поле сложено сиенито-диоритами, прорванными гранодиорит-порфирами. Оруденение приурочено к зоне их контакта и представлено крутопадающим штокверком с прожилково-вкрапленным оруденением. На месторождении выделяются зоны окисления, вторичного сульфидного обогащения и первичных руд. Зона окисления распространяется на глубину от 20 до 135 м. Минералы меди в ее пределах представлены малахитом, хризоколлой и халькозином. Содержание меди в окисленных рудах от 0,3 до 2,0 %. В зоне вторичного обогащения, имеющей мощность порядка 60 м, медное оруденение представлено халькозином, содержание меди в руде от 0,3 до 4,0 %. Первичные руды приурочены к гидротермальноизмененным окварцованным и серицитизированным породам, пронизанным многочисленными прожилками с вкрапленностью пирита, халькопирита, магнетита, молибденита и золота. Содержание меди от 0,3 до 2 %, молибдена от следов до 0,02 %.

На месторождении Дальнем, расположенном в том же рудном поле, оруденение прослежено до глубины 1400 м. Руды там несколько беднее, чем на Кальмакырском месторождении. Расположенное неподалеку месторождение Сары-Чеку характеризуется более богатыми рудами.

Вторым по значению районом распространения меднопорфировых месторождений является Джунгаро-Балхашская складчатая область в Центральном Казахстане, где известны пять месторождений — Коунрадское, Бощекульское, Коксайское, Актогайское и Айдырлинское. Коунрадское месторождение находится в пределах Чингизского антиклинория. Оруденение мелкопрожилкового и вкрапленного характера приурочено к вторичным кварцитам, образованным из гранодиорит-порфиров и осадочно-вулканогенных образований карбона под воздействием интрузии герцинских гранодиоритов. Оруденение приурочено к контактовой зоне и прослеживается на глубину до 550 м. Наибольший интерес на месторождении представляет зона вторичного сульфидного обогащения, распространяющаяся от глубины 15—60 до 350—400 м. Ниже идет зона первичных сульфидных руд, представленная бедной вкрапленностью. Рудные минералы зоны сульфидного обогащения — халькозин, ковеллин, пирит, халькопирит, энаргит, блеклые руды, молибденит, магнетит, гематит и др.

Бощекульское месторождение приурочено к северному крылу одноименного синклинория, разбитого широтными тектоническими разломами, совпадающими с простиранием пород. Район месторо-

ждения сложен вулканогенно-осадочными образованиями нижнего кембрия, прорываемыми интрузией плагиогранит-порфиров герцинского возраста. Оруденение — две пологопадающие залежи, сложенные вкрапленными и прожилково-вкрапленными рудами. Зоны окисления и вторичного сульфидного обогащения развиты незначительно. Первичные руды представлены халькопиритом, пиритом, молибденитом и магнетитом.

Коксайское месторождение, находящееся в Джунгарском Алатау, приурочено к массиву гидротермальноизмененных досилурийских гранодиоритов и плагиогранитов. Оруденение развито по периферии массива и имеет прожилково-вкрапленный характер и представлено в основном пиритом и халькопиритом. Содержание меди в рудах указанных месторождений сравнительно невысокое. Содержание молибдена в 50—100 раз меньше содержания меди.

Актогайское месторождение расположено к востоку от оз. Балхаш и приурочено к вулканогенным образованиям верхнепалеозойского возраста, прорванным вблизи оси антиклинальной складки рядом мелких субвулканических интрузий верхнекарбонового возраста, представленных гранодиоритами и кварцевыми диоритами. Медное оруденение приурочено к апикальной части одного из массивов и частично распространяется в его кровлю. В центральной части месторождения находится безрудное кварцевое ядро, окруженное зоной калишпатизации, с которой связано основное оруденение. Рудное тело имеет подковообразную форму при максимальной ширине до 800 м. Оруденение прослежено до глубины 400—600 м. Оно имеет прожилково-вкрапленный характер. Рудные минералы — халькопирит, пирит, реже борнит и молибденит. Еще реже встречаются магнетит, пирротин, сфалерит и галенит. Содержание меди в рудах невысокое и не превышает 0,6 %. Молибдена мало. Айдырлинское месторождение находится рядом с Актогайским и по своему строению аналогично ему.

В Алтае-Саянской складчатой области в последние годы открыто, но пока слабо изучено Аксугское меднопорфировое месторождение, представленное прожилково-вкраплеными рудами. Оруденение приурочено к штоку метасоматически измененных гранит-порфиров и кварцевых диорит-порфиров девонского возраста. Рудное тело представляет собой кальцеобразную залежь, внутри которой находится безрудное кварцевое ядро. Оруденение прослежено на глубину 350 м. Рудные минералы — пирит, халькопирит, борнит, халькозин, молибденит. Содержание меди колеблется от 0,45 до 1,56 %, молибдена от 0,005 до 0,05 %. В радиусе 10—15 км от месторождения зафиксирован ряд проявлений меднопорфировых руд, содержащих от 0,2 до 3,26 % меди.

Довольно крупное меднопорфировое палеозойское месторождение Эрдентуин-Обо выявлено в последнее время в северной части Монголии в 140 км от г. Дархан. Месторождение приурочено к массиву герцинских гранитов, прорывающих верхнепалеозойские (пермские?) эффузивы и представлено вкрапленностью рудных минералов в гидротермальноизмененных гранитах. Зона окисления на месторождении практически безрудная и имеет мощность от 10 до 90 м. Ниже идет зона цементации до глубины 200—300 м. Первичные руды прослежены до глубины 400 м.

В юго-восточной части Монголии находится месторождение Цаган-Субарга. Оруденение приурочено к контактам верхнекарбонового массива сиенит-диоритов с вулканогенными породами карбона и локализуется в основном в пластообразных и трубообразных телах эруптивных брекчий. Оруденение прожилково-вкрапленное. Основные рудные минералы — халькопирит, пирит и молибденит.

Меднопорфировые месторождения досинийского возраста известны на севере КНР в южной части провинции Шаньси, в районе горного массива Чжунтяошань. Это месторождения Тункуэнюй, Хуэньлинчуан, Худягой и др., приуроченные к досинийским кристаллическим сланцам, кварцитам, мраморам и вулканогенным породам, прорываемым досинийскими гранодиорит-порфирами и гранодиоритами. Оруденение отмечается в верхней части интрузий у их контакта с вмещающими породами. Рудные минералы — халькопирит, борнит, халькозин и пирит. В небольшом количестве встречается молибденит. Содержание меди на месторождении Тункуэнюй около 0,7 %.

Меднопорфировые месторождения палеозойского (докембрийского?) возраста известны в восточных районах Бразилии. Там находится месторождение Караиба в шт. Баия с запасами меди в 600 тыс. т, оруденение на котором представлено вкрапленностью сульфидов в основных породах; месторождение Педро-Верда в шт. Сеара, запасы которого оцениваются в 400 тыс. т при содержании меди 2 % и новое месторождение в шт. Минас-Жерайс с запасами меди в 700 тыс. т при ее содержании в руде 0,9—1,0 %.

ОСАДОЧНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРОТЕРОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Осадочные месторождения меди (типа медистых песчаников) верхнепротерозойского возраста известны лишь в нескольких районах земного шара, но дают, как правило, исключительно крупные скопления меди с запасами, исчисляющимися десятками миллионов тонн. Наиболее крупным районом является так называемый Медный пояс в Африке, на территории Замбии и Заира, запасы которого составляют около 140 млн. т меди. В СССР крупным рудным районом является район Удоканского месторождения в Восточном Забайкалье. Довольно крупные осадочные месторождения верхнепротерозойского возраста известны на юго-западе КНР, а также в США (Уайт-Пайн). Известны месторождения такого возраста также в Замбабве, Уганде, Израиле, Иордании.

Медный пояс Африки протягивается в северо-восточном направлении на 780 км вдоль границы между Замбией и Заиром по водоразделу рек Конго и Замбези и уходит на территорию

Зимбабве. Ширина пояса 20—80 км. Рудоносные осадки находятся среди верхнепротерозойских пород системы Катанга, залегающих с редким угловым несогласием на более древних породах, и приурочены к рудной серии Роан, которая разделяется на две свиты — Нижний и Верхний Роан. При этом в Замбии основная часть месторождений связана с отложениями Нижнего Роана, имеющими мощность 200—500 м, представленными гравелитами, аркозами и кварцитами с подчиненными слоями сланцев. В Заире оруденение связывается с породами Верхнего Роана, имеющими мощность 500—600 м и представленными в основном доломитами и доломитовыми сланцами, причем основная рудоносность связывается с доломитами с Callenia, залегающими в основании свиты.

В тектоническом отношении Медный пояс представляет складчатую зону северо-западного простирания. В Замбии складки пологие и широкие, причем отложения серии Катанга сохранились от размыва только в синклиналях. В Заире — это крутые складки, причем породы Верхнего Роана слагают ядра антиклинальных складок. В отличие от районов Медного пояса, расположенных в Замбии, здесь широко развиты разрывные нарушения с перемещением блоков до 10—20 км.

Руды на месторождениях Заира, в отличие от руд замбийских месторождений, довольно интенсивно окислены (зона окисления имеет глубину от 15 до 300 м), рудными минералами там являются такие минералы, как малахит, азурит, хризоколла, куприт и тенорит.

В Замбии наиболее крупным месторождением является Нчанга, расположенное у г. Чингола и содержащее более 9 млн. т меди со средним содержанием меди в 4,40 %. Суммарная мощность рудных пластов достигает 90 м. За последние годы в районе этого месторождения найдено крупное рудное тело Нчанга-Уэст с запасами около 4 млн. т меди при ее содержании в руде 6,36 %. Месторождение Муфулира расположено в 40 км к северо-востоку от г. Китве и содержит 5,3 млн. т меди при содержании ее в руде 3,34 %. Запасы меди около 1200 тыс. т. Из других месторождений можно указать Роана-Антелоп — 3,5 млн. т меди при содержании 2,20 %, Банкрофт — 3,0 млн. т меди при содержании 3,30 %, Чамбиши — 1,4 млн. т меди при ее содержании 3,37 % и ряд других. В медных рудах обычно присутствует кобальт в количестве 0,13—0,16 %, цинк и часто уран. Кроме того, в 1968 г. введено в эксплуатацию месторождение Мимбула-Фитула в 14 км южнее г. Чингола. Содержание меди в руде 3,9 %. Рудное тело залегает на глубине от 20 до 150 м от поверхности и содержит более 400 тыс. т меди.

В пределах Заира также известно значительное количество медных месторождений, наиболее крупные из которых эксплуатируются. При этом отрабатываются в основном богатые окисленные руды, содержащие до 10 % меди, или сульфидные, содержащие ее в количестве 3—5 %. К числу таких месторождений относятся Камото, с запасами меди 7,0 млн. т при содержании

меди 4,1 %, Мусоши — соответственно 2,3 млн. т и 2,11 %, Чинсенда 1,9 млн. т и 5,5 % и т. д. Юго-западнее описанного пояса на территории Замбии в последнее время выявлен еще один пояс, который пока слабо изучен. Он расположен в центральной части Замбии и пересекает ее от границы с Анголой до Зимбабве и частично заходит в пределы последней. Длина этого пояса около 700 км. В его пределах известен ряд месторождений, но эксплуатируется пока только одно месторождение Каленгва с запасами меди 1,2 млн. т при ее содержании в руде 11,66 %. Руды в основном аналогичны рудам основного пояса, но почти не содержат кобальт. Очевидно, к этому же поясу следует отнести месторождение Умкондо в Зимбабве, представленное минерализованными кварцитами и сланцами, содержащими борнит и халькозин. В Намибии находится рудная зона Витвлей, сложенная верхнепротерозойскими глинистыми сланцами и песчаниками, а также доломитами среднерифейско-вендского возраста, с которыми в основном связано оруденение меди. В руде содержится также серебро. Промышленное значение имеют месторождения Матчлес, Оамитес, Витвлей, Очихас. Месторождение Оамитес приурочено к рифовым известнякам, залегающим среди прибрежно-морских образований, и содержит 1,3 % меди и 12,3 г/т серебра. Мощность рудного пласта 16 м. По простиранию он прослежен на 600 м. Запасы меди небольшие около 80 тыс. т. На месторождении Очихас оруденение представлено прожилками и вкрапленностью пирита, халькопирита и сфалерита в пластах железистых кварцитов мощностью от 2,5 до 7 м, прослеженных по простиранию на 2 км. Содержание меди 3 %, цинка 1 %, серебра 20 г/т. Запасы меди около 500 тыс. т. Запасы меди в четырех африканских странах составляют 124 млн. т, из них 86 млн. т в Замбии и 36 млн. т в Заире. Следует отметить, что в числе запасов Замбии учтены крупные запасы меди в отвалах отработанных частей месторождения Нчанга, где определено 19,7 млн. т меди в отвалах при ее содержании 1,7 % и Бвема-Маубва — 31,5 млн. т меди при содержании 2,14 %.

Удоканское месторождение в СССР приурочено к толще нижнепротерозойского возраста, представленной кварцитовидными, кварц-полевошпатовыми, реже существенно кварцевыми песчаниками с прослоями кварц-карбонатных пород, алевролитов и аргиллитов. Нижние горизонты этой толщи являются преимущественно прибрежно-морскими образованиями, а верхние — дельтовыми. Горизонт медистых песчаников в пределах месторождения залегает в виде крупной брахисинклинальной складки. Рудные тела имеют пластообразную форму при мощности от 2 до 113 м (в раздувах).

Медистые песчаники состоят из обломочных зерен кварца, плагиоклаза и микроклина с кварц-серицитовым и карбонатным цементом. Медные рудные минералы представлены в первичных рудах главным образом халькозином, в меньшей степени борнитом, халькопиритом, ковеллином. Верхние горизонты медистых песчаников окислены. Медные минералы в зоне окисления — ма-

лахит, азурит, хризоколла. Содержание меди колеблется от 0,2 до 4 % и более.

Район развития нижнепротерозойских терригенных отложений, прилегающий к Удоканскому месторождению, изучен очень слабо. На северо-восток от Удоканского находится месторождение Красное, где мощность медистых песчаников достигает 70 м. Проявления медистых песчаников зафиксированы также к северу и югу на площади, тяготеющей к Удоканскому месторождению. В 1969 г. юго-западнее р. Чары по р. Сюльбан (70 км к северо-западу от Удокана) вскрыты медистые песчаники, дающие пласты мощностью 4—17 м при содержании меди 0,45—1,93 %. Медистые песчаники ближе к Удокану встречены на участке Учкур, где при мощности пласта от 4 до 36 м содержание меди составляет около 1 %.

На юго-западе КНР в пределах развития пород досинийской (верхний протерозой) формации, сложенной карбонатными породами внизу (известковистые филлиты и известняки) и метаморфическими сланцами вверху и перекрывающейся синийскими песчаниками и известняками, установлены два рудных горизонта — доломитизированные известняки или песчаники с вкрапленностью меди. Рудные минералы — борнит, халькопирит и халькозин. Содержание меди колеблется от 0,6 до 1,13 %. В районе выделяются две группы месторождений — Дунчуанская (восемь месторождений) к северу от г. Куньмин и Имыньская (семь месторождений) к югу от первой. Мощность рудоносных пластов колеблется от 6 (месторождение Люсюэ) до 9—14 м (месторождение Шпачин).

Месторождение осадочной меди Уайт-Пайн расположено в США на южном берегу оз. Верхнего в горах Норкьюпайн и связано с отложениями сланцев Нонсач, входящих в докембрийскую (верхнепротерозойскую) серию Кивино. Сланцевая толща Нонсач представлена перемежаемостью глинистых сланцев, алевролитов и песчаников и имеет мощность около 200 м. В районе устанавливаются три горизонта с промышленным оруденением, приуроченным к низам толщи мощностью 20 м. Рудные тела имеют форму тонких пластов площадью по нескольку квадратных километров при мощности 1,2—7,5 м. Содержание меди колеблется от 1 до 4,5 %, составляя в целом по месторождению 1,2 %. Основным рудным минералом является тонкорассеянный халькозин в алевролитах и глинистых сланцах. В нижних пластах встречается самородная медь в количестве 7—9 % от общего количества меди. Кроме того, встречается самородное серебро, сфалерит, гринокит, реже галенит. Пиритизация пород проявлена довольно интенсивно, но пространственно пирит находится в более верхних горизонтах. За время эксплуатации месторождения на нем добыто 420 тыс. т меди, оставшиеся запасы оцениваются в 5,5 млн. т.

На южном берегу оз. Верхнего имеются также очень своеобразные месторождения самородной меди. Скопления самородной меди в промышленных концентрациях локализуются там в лавовой серии Портедж-Лейк, имеющей позднедокембрийский возраст и представленной серией лавовых потоков мощностью от 1 до 450 м (в основном около 25 м), перемежающихся с пластами конгломератов, являющихся, по-видимому, продуктом селей, и имеющих мощность до 70 м. Оруденение приурочено как непосредственно к пластам конгломератов, так и к верхним частям лавовых потоков, в том случае, если они имеют миндалекаменное строение и обломочную структуру. В конгломератах скопления меди обычно имеют форму линз мощностью от 0,3 до 4,5 м, прослеживающихся по длине от 2—3 до 30—40 м. Однако как в конгломератах, так и в миндалекаменных (амигдалоидных) лавах крупные рудные залежи прослеживаются по простиранию на расстояние от 1,5 до 10 км и по падению до 2,5 км. Основным рудным минералом является самородная медь, причем содержание ее обычно составляет 1—1,5 %. На наиболее крупном рудном поле Калюмет-Хекла, залегающем в конгломератах, среднее содержание меди 1,48 %. Кроме самородной меди в рудах встречается халькозин. За время эксплуатации месторождений добыто около 5 млн. т меди. Оставшиеся запасы оцениваются в 1 млн. т. В связи с невысоким содержанием меди эксплуатация месторождений ведется в небольших объемах.

На генезис месторождения Уайт-Пайн и группы месторождений оз. Верхнего существуют две точки зрения. Одни считают содержащуюся в них медь сингенетичной конгломератам, другие эпигенетической, связанной с перераспределением термальными водами меди, содержащейся в рассеянном виде в лавах. Приведенные выше описания позволяют судить об идентичности образования месторождений района оз. Верхнего, хотя только месторождение Уайт-Пайн носит все черты осадочного происхождения.

По-видимому, к докембрийским осадочным месторождениям можно отнести месторождения Уганды, хотя обычно они трактуются как метасоматические.

В западной части Уганды у границы с Заиром между оз. Альберт и оз. Эдуард находится месторождение медно-кобальтовых руд Килембе. Оруденение приурочено к полевошпат-биотитовым гранулитам, залегающим среди амфиболитов докембрийской серии Килембе. Рудные минералы, представленные халькопиритом и пиритом, образуют неравномерно рассеянную вкрапленность и прожилки. Иногда из-за насыщения рудными минералами образуется сплошная сульфидная руда. Мощность рудного пласта составляет в среднем 6 м, содержание меди 1,95 %, кобальта 0,18 %. Запасы меди определяются в 200—250 тыс. т. Недалеко от Килембе в последние годы выявлено новое месторождение Букангама.

Осадочные месторождения меди известны также в Израиле и Иордании на северо-западной окраине Аравийской платформы. В Израиле эксплуатируется месторождение Тимна, представленное пластом медистых песчаников мощностью 6 м, залегающим среди сланцев и песчаников кембрийского (верхнепротерозойского?)

возраста. Рудные минералы — хризолит, малахит, тенорит. Содержание меди в руде 1,4—2,0 %. Запасы меди 900 тыс. т.

В Иордании на продолжении израильских месторождений в районе Вадиэль-Араби обнаружены аналогичные медные руды с содержанием меди 1,2—1,3 %. Запасы меди оцениваются пока в 260 тыс. т.

В последние годы месторождения меди, относимые по возрасту к венду — кембрию, установлены в Афганистане и Иране. Южнее г. Кабула в 140—150 км находится месторождение Айнак. Медное оруденение приурочено к известнякам, залегающим в виде чехла на дислоцированных верхнепротерозойских образованиях. На месторождении установлено до 30 рудных тел мощностью от 1—2 до 20—40 м, площадью от 15×30 до 1000×1500 м, залегающих почти горизонтально. Сульфидные вкрапления руды представлены в основном борнитом и халькопиритом и содержат в виде примеси цинк, никель, кобальт, серебро и золото. Содержание меди от 0,6 до 2,05 % в среднем около 1,5 %. Вблизи Айнака имеются месторождения Дарбанд и Джевхар. На первом из них вкрапленно-прожилковое оруденение приурочено к карбонатным породам и карбонатно-слюдистым сланцам при содержании меди 0,8—1,5 %, на втором оно связано с альбитизированными и окварцованными породами и представлено рудными линзами мощностью 1,5—3 м, содержащими от 0,33 до 2,56 % меди.

В южном Иране имеется аналогичное по типу месторождение Ханегах-Реван. Позднедокембрийские известняки и доломиты содержат два горизонта оруденелых окварцованных известняков мощностью 5—10 м. Рудные минералы — халькозин, иногда халькопирит, а в окисленных рудах окислы и карбонаты меди образуют в известняках обогащенные участки длиной 10—30 м и мощностью 0,5—2,0 м с содержанием меди 3,5—6 %.

ОСАДОЧНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Наиболее известными осадочными месторождениями меди верхнепалеозойского возраста являются Предсудетское в Польше и Джезказганское в СССР.

Предсудетское месторождение находится вблизи г. Любина и занимает площадь около 300 км². Основное оруденение связано с доломитизированными и мергелистыми сланцами, залегающими в нижней части цехштейновых отложений, частично оно захватывает перекрывающие эти сланцы известняки и доломиты, а иногда заходит в стратиграфически ниже залегающие образования красного лежня, представленные в верхней части белыми песчаниками.

Осадочные породы в пределах месторождения залегают моноклинально с пологим падением 3—6° к северо-востоку. Дизъюнктивными нарушениями они разделены на ряд блоков. Основными минералами меди на месторождении являются: халькозин, борнит и халькопирит, хотя встречаются спорадически ковеллин, тетраэдрит, тенорит, малахит, азурит, самородная медь. Оруденение не имеет резких границ, соответствующих тем или иным литологическим разностям пород и убывает от максимума содержания, приходящегося обычно на мергелистые сланцы, как вверх, так и вниз по разрезу постепенно. Мощность пород с оруденением, имеющим промышленное значение, от 0,3 до 11,2 м. Содержание меди в рудах зависит от состава оруденелых пород: в сланцах — от 0,25 до 17,46 %, в песчаниках — 0,1—13,5 %, в карбонатных породах — 0,1—9,8 %. В известково-доломитовых отложениях, а иногда и в сланцах отмечается свинцово-цинковое оруденение. При этом содержание цинка обычно составляет 0,4—0,6 %. Запасы разведанной к настоящему времени части месторождения очень велики и ставят его на первое место в мире среди осадочных месторождений верхнепалеозойского возраста.

Меденосные отложения цехштейна развиты также в Мансфельдском горнопромышленном районе ГДР. Оруденение связано с мергелистыми сланцами и представлено борнитом, сфалеритом и халькозином. Средняя мощность продуктивного слоя составляет 30—40 см. В Мансфельдском районе выделяются два меднорудных узла: Зангерхаузская мульда и район Бернбург — Атерслебен — Калбе, где рудоносные сланцы залегают на глубинах 600—1500 м. Кроме того, на юго-востоке страны в районе Южный Бранденбург — Оберлаузиц известно месторождение Ширенберг, где оруденение находится на глубинах 900—1400 м.

Месторождения Предсудетское и Мансфельского района приурочены к внутренней субгерцинской впадине на северной окраине Чешского срединного массива и являются образованиями прибрежной, но достаточно глубоководной зоны, о чем свидетельствуют глинистый характер вмещающих оруденение пород и наличие одного рудного горизонта при его значительном площадном развитии.

Джезказганский рудный район, находящийся в центральной части Казахстана, приурочен к пологой синклинальной структуре, осложненной на крыльях вторичной складчатостью, заложенной на каледонском и частично докембрийском складчатом фундаменте и представленной лагунно-континентальными и прибрежно-морскими отложениями карбона, перекрытыми пестроцветными песчано-глинистыми отложениями пермского возраста (Джезказганская субгеосинклинальная структура). Оруденение в этой структуре приурочено к слоям полимиктовых песчаников и конгломератов средне-верхнекарбонового возраста и распределяется по 11 рудным горизонтам. В пределах каждого из них выделяются рудные тела пластообразной формы, залегающие полого в южной части структуры (Джезказганское месторождение) и более круто (до 60—80°) в северной ее части по западному борту (месторождение Итауз). Рудные тела имеют мощность от 0,5 до 20 м. Оруденение в основном вкрапленное, реже трещинно-прожилковое. Рудные минералы — пирит, халькопирит, борнит, халькозин, реже галенит, сфалерит и блеклые руды. Встречается самородная медь.

Значительное количество оруденелых пластов, характеризующихся неустойчивостью строения и невыдержанностью по площади, а также характер вмещающих осадков указывают на образование Джезказганского месторождения в дельтовых условиях.

В северной части синклинальной структуры расположен ряд более мелких месторождений. Из них месторождение Сары-Оба характеризуется крайней невыдержанностью рудных тел и сложной их морфологией. Месторождение Итауз представлено одним-двумя рудными телами, но, как указывалось выше, залегающих с крутым падением.

Л. В. Пустовалов и А. М. Лурье (1968 г.) считают, что дельтовые меденосные отложения образуются при регрессивном развитии области осадконакопления, в то время как месторождения мансфельдского типа образуются при трансгрессиях и приурочены к основанию морской серии отложений, трансгрессивно залегающих на платформенных красноцветных осадках.

Помимо указанных рудоносных районов признаки осадочной меденосности верхнепалеозойского возраста в СССР отмечаются в Предуралье и в восточной части Восточно-Европейской (Русской) платформы.

В Предуралье осадочные проявления меди изучались в Оренбургской и Пермской областях. В Оренбургской области медистые песчаники приурочены к красноцветным пермо-триасовым и нижнеказанским отложениям. Оруденение, связанное с красноцветной континентальной пермо-триасовой толщей, развито на восточной окраине Восточно-Европейской платформы и в Предуральском прогибе. Оруденелыми являются полимиктовые песчаники, реже мергели и конгломераты. Рудные тела пологозалегающие, пластообразные линзы мощностью 1—7, обычно 2—3 м. Содержание меди 1—2,5 %.

Оруденение, приуроченное к нижнеказанским морским отложениям (середина верхней перми), развито по восточной окраине платформы в районе Сантышских поднятий. Глубина залегания продуктивных слоев значительна и составляет 300—400 и даже 600 м от поверхности. Оруденелыми являются в основном мергели (лингуловые глины) и линзы вышележащих мергелистых известняков, реже подстилающие их сероцветные песчаники, алевролиты и аргиллиты. Мощность оруденелых слоев 0,3—1,0 м. Содержание меди 0,5—2 %.

Осадочные проявления меди в Пермской области связаны в основном с пестроцветным комплексом уфимского яруса, развитым в виде протяженной полосы шириной от 30 до 60 км. Выделяются два типа медистых пород — дельтовый и заливов внутриконтинентальных бассейнов. В первом из них оруденение связано с телами серых песчаников, имеющих крайне невыдержанный характер, во втором — с маломощным, но выдержанным на больших расстояниях горизонтом глинистых пород и известняков. Мощность рудных тел в дельтовых осадках достигает 14 м при ограниченном площадном развитии. В осадках второго типа мощности обычно незначительные от 0,2—0,3 до 2 м, но при более значительной площади. Содержание меди в первичных рудах колеблется от 0,3 до 5—7 %.

В самые последние годы в районе Сетте-Дабана (восток Якутской АССР) среди красноцветных туфопесчаников с пластами и линзами конгломератов и сероцветных туфопесчаников, относимых по возрасту к верхнему девону, встречены отдельные рудные тела мощностью до 3 м, содержащие от 0,8 до 11,0 % меди. Изучение этих проявлений только начинается.

КОЛЧЕДАННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Наибольшее число колчеданных месторождений палеозойского возраста находится в СССР. Известны также подобные месторождения в США, Канаде, КНР, Японии, Австралии, Испании, Норвегии и некоторых других странах.

На территории СССР медноколчеданные месторождения палеозойского возраста расположены в Уральской, Северо-Кавказской, Алтае-Саянской и Джунгаро-Балхашской герцинских складчатых областях.

Урал является представительной колчеданорудной провинцией, протягивающейся полосой меридионального направления более чем на 2000 км от Полярного Урала на севере до Мугоджар на юге. Оруденение приурочено к палеозойским (от силура до нижнего карбона) интенсивно метаморфизованным вулканогенным толщам и концентрируется в основном в породах спилит-кератофировой формации, представленной в нижней части разреза диабазами, в средней — спилитами с прослоями яшм и сланцев и в верхней — альбитофировыми лавами и их туфами. Вулканогенные породы Урала подвергались метаморфизму с превращением в зеленокаменные породы с проявлением процессов серицитизации, хлоритизации, альбитизации и гематитизации.

Колчеданные месторождения меди расположены четырьмя параллельными полосами, вытянутыми вдоль восточного склона Урала, причем наибольшее число месторождений находится в самой западной из них, приуроченной к Тагило-Магнитогорскому прогибу.

Значительная часть месторождений, особенно в южной половине Урала и в Мугоджарах, приурочена к центрам вулканической активизации, причем основное оруденение связано обычно с кислыми породами или с их контактом с основными лавами, зачастую являющимися экранами, ограничивающими развитие оруденения по вертикали. Степень метаморфизма пород, вмещающих оруденение, уменьшается по мере продвижения с севера на юг и в такой же мере с запада на восток. Это отражается и в морфологии рудных залежей, представленных крутопадающими уплощенными линзообразными телами на Среднем и Северном Урале и телами неправильной чечевице-, грибо- и штокообразной формы

в его южной части. Характерно, что на Среднем Урале месторождения обычно состоят из ряда сравнительно небольших рудных тел. Так, на Левихинском месторождении насчитывается около 650 рудных тел, на Ново-Шайтанском — 100, в группе месторождении имени III Интернационала — 110 и т. д. На месторождениях Южного Урала оруденение, как правило, сосредоточено в небольшом числе рудных тел, зачастую имеющих крупные размеры.

Оруденение представлено как сплошными массивными, так и вкрапленными рудами. Основным рудообразующим минералом колчеданных руд является пирит, сопровождаемый халькопиритом, борнитом, сфалеритом и блеклыми рудами, что определяет медно-цинковый состав промышленного оруденения. Размеры рудных тел различны; мощность — от нескольких до 300 м; глубина распространения — до 2000 м. Содержание меди в руде колеблется в очень больших пределах — от следов до 20 %.

Наиболее крупными медноколчеданными месторождениями Урала являются Гайское (вместе с Южно-Гайским), Учалинское, Сибайское и имени XIX Партсъезда (вместе с участком Новым), Узельгинское на Южном Урале, Дегтярское на Среднем Урале и имени 50 лет Октября в Мугоджарах. Значительны также месторождения Комсомольское и Молодежное. На Среднем Урале достаточно крупные запасы сосредоточены в Кировоградской группе месторождений.

Рудовмещающая толща Гайского месторождения представлена метаморфизованными альбитофирами, их туфами и туфобрекчиями, а также пирокластами смешанного состава, интенсивно рассланцованными, окварцованными и серицитизированными. Они прорваны дайками диабазов и диабазовых порфиритов. Всего на месторождении выявлено пять колчеданных залежей, имеющих форму крупных сложнопостроенных линз.

Учалинское месторождение представлено одной крупной рудной залежью, в лежачем боку которой находятся альбитофиры и кварц-серицитовые породы, а в висячем боку — диабазы и диабазовые порфириты. Залежь имеет крутое западное падение с выполаживанием в верхних горизонтах. Мощность ее достигает 130 м.

Сибайское месторождение приурочено к брахиантиклинальной структуре, ядро которой сложено кварцевыми альбитофирами и их туфами. Рудные тела, имеющие пологое восточное падение под углами от 1—2 до 40—50°, обладают пластообразной и линзообразной формами. Наиболее крупная залежь месторождения (Южный Сибай) имеет мощность до 260 м. Остальные залежи более мелкие, их мощность составляет 10—75 м на Северном Сибае и 1—9 на Южном.

Месторождение имени XIX Партсъезда представлено несколькими пологопадающими колчеданными залежами, согласными с вмещающими альбитофирами и их туфами.

Одним крутопадающим рудным телом, сложенным сплошными колчеданными рудами и залегающим на контакте кварц-альбитофировых порфиритов и кварц-серицитовых сланцев, представлено

Дегтярское месторождение. Рудное тело прослежено по падению на 600 м. Мощность его достигает в раздувах 130 м.

Месторождение имени 50 лет Октября находится в Мугоджарах южнее Гайского месторождения. Рудные залежи приурочены к контакту основных эффузивных пород — диабазов и диабазовых порфиритов с кислыми гидротермальноизмененными эффузивами. На месторождении известны три рудные залежи. Наиболее крупной является Южная залежь, состоящая из двух рудных тел мощностью от 10 до 110 м. Содержание меди от 1,1 до 5,82 %. В последнее время в этом районе открыт ряд новых месторождений — Авангард, Приорское, Весеннее, Осеннее, Светлинское и др. Следует отметить, что Весеннее и Осеннее месторождения находятся в экзоконтакте гранитного массива.

В Джунгаро-Балхашской складчатой области в настоящее время известно два сравнительно небольших месторождения, которые можно отнести к колчеданному типу: Акбастау и Кусмурун. Эти месторождения находятся в восточной части области.

Рудные тела месторождения Акбастау приурочены к восточному крылу антиклинальной складки, причем каждая залежь включает три-пять кулисообразно расположенных линзовидных тел вкрапленных руд мощностью от 4 до 26 м, прослеживающихся по падению на 90—150 м. Месторождение Кусмурун представлено двумя пологозалегающими залежами. Верхняя образует линзу сложной конфигурации мощностью до 60 м. Главная залежь располагается ниже верхней, причем мощность ее достигает 140 м и распространена на глубину до 600 м.

Колчеданные месторождения Северного Кавказа находятся в полосе развития среднепалеозойских осадочно-вулканогенных образований. В западной части этой полосы находится Урупская группа месторождений, в восточной — Худесское месторождение и ряд более мелких (Даутское, Бескесское и др.), не имеющих самостоятельного значения.

В Урупской группе месторождений оруденение приурочено к различным стратиграфическим горизонтам верхов вулканогенной свиты среднего девона и локализуется в лавовых и туфогенно-осадочных образованиях. Главное рудное тело Урупского месторождения представляет собой пластообразную залежь массивных в центральной части и вкрапленных по периферии руд при мощности от 0,7 до 25,8 м.

Худесское месторождение связано с вулканогенными образованиями среднего и верхнего девона. Главное рудное тело представляет собой линзообразную залежь сплошных руд мощностью до 54 м.

В Европе наиболее представительные месторождения медноколчеданных руд находятся в полосе вулканогенно-осадочных силурийско-нижнекарбоновых пород, слагающих так называемый медно-пиритовый пояс Пиренейского полуострова протяженностью 230—350 км при ширине 25—30 км, на территории Испании и Южной Португалии. Вулканогенно-осадочные отложения прорваны

субвулканическими телами диабазов и порфиритов и вместе с ними претерпели зеленокаменное изменение. Рудные залежи имеют линзообразную форму и находятся среди сланцев и пирокластов, иногда на границе их с порфиритами. Залежи прослеживаются по простиранию от 250—300 до 3000 м и на глубину по падению от 550 до 1550 м. Мощность их обычно составляет 15—70 м, но иногда увеличивается до 200—250 м. Первичные руды сложены пиритом с подчиненным количеством халькопирита, борнита, халькозина, сфалерита. На наиболее крупном месторождении Рио-Тинто руды содержат 0,7—2,5 % меди при запасах ее 2 млн. т (надо отметить, что за 300 лет эксплуатации этого месторождения добыто 5 млн. т меди). Кроме Рио-Тинто, разрабатываются колчеданные месторождения Тарсис, Ла-Царца, Перриналь, Сан-Тельмо и др. На месторождении Тарсис запасы меди 540 тыс. т при ее содержании в руде 2 %. Остальные месторождения более мелкие.

В Португалии на продолжении указанного медно-пиритового пояса находится месторождение Сан-Доминго, руды которого содержат 0,9—1,0 % меди и др.

Медноколчеданные месторождения Норвегии залегают в породах спилит-кератофировой формации, имеющих нижнепалеозойский возраст (кембро-ордовик). Вулканогенные породы, вмещающие линзообразные колчеданные залежи, как и на Пиренеях, претерпели зеленокаменное изменение. Рудные минералы представлены пиритом, пирротином, халькопиритом, магнетитом и сфалеритом. Вмещающие оруденение породы окварцованы и хлоритизированы. Наиболее крупное месторождение Сулительма находится в районе Нарвика и сложено рудными телами, прослеживающимися по простиранию до 1000 м при мощности до 14 м. Среднее содержание меди 1,9 %. Запасы меди около 350 тыс. т. Там же находится месторождение Бидёвагг с запасами около 150 тыс. т меди при ее содержании в руде 2,35 %. В центральной части страны в пределах Перонхайнской мульды находятся месторождения Юма, Лёккен и недавно открытое и разведанное месторождение Тьеррфьеллет. Запасы меди на этих месторождениях при ее содержании в руде соответственно 1,65, 2,10 и 2,50 % составляют несколько сот тысяч тонн. На месторождении Тьеррфьеллет содержание цинка составляет 0,90 %. В аналогичной геологической обстановке находятся колчеданные месторождения Швеции.

Колчеданное месторождение меди Авока находится в графстве Уинлоу в Ирландии. Линзообразные рудные тела длиной до 600 м и мощностью до 30 м залегают среди вулканогенных пород ордовика. Рудные минералы представлены халькопиритом, сфалеритом и галенитом. Содержание меди в руде 1,18 %, свинца 0,23 %, цинка 0,63 %. Запасы меди около 500 тыс. т.

Месторождение колчеданного типа Смольник в Чехословакии находится на севере Моравии (район Есеник) и представлено линзовидными залежами вкрапленных руд в кембро-силурийских хлоритовых и серицитовых сланцах и кварцитах при содержании

до 4 % меди, 0,2 % свинца и 2,0 % цинка. Размеры месторождений небольшие.

Месторождения Австралии приурочены к палеозойскому складчатому обрамлению Австралийской платформы и сосредоточены в Новом Южном Уэльсе. Наиболее крупным из них является месторождение Маунт-Лайелл, рудное поле которого прослеживается на 4 км. За время эксплуатации на нем добыто 600 тыс. т меди, сейчас запасы его составляют около 400 тыс. т при содержании 1,4 % меди в руде и при наличии некоторого количества золота и серебра. Рудные тела на этом месторождении залегают среди хлоритовых и серицитовых сланцев, образовавшихся за счет метаморфизма основных и кислых лав и других вулканических пород кембрийского возраста. Рудные тела имеют форму линз размером 100—200 м по простиранию при мощности до 20 м.

В Японии колчеданные месторождения герцинского возраста располагаются в пределах верхнепалеозойского подвижного пояса. Всего известно 90 месторождений, наиболее крупными считаются месторождения Бесси на о. Сикоку и Хитати на о. Хонсю. Руды месторождения Бесси приурочены к верхнепалеозойским сланцам и вулканогенным породам и залегают в виде пластовых и линзообразных залежей, представленных мелкозернистым агрегатом пирита и халькопирита. Содержание меди в руде колеблется от 0,6 до 2,53 %. Запасы месторождения 300 тыс. т меди. Надо учесть, что на месторождении уже добыто около 700 тыс. т меди при среднем содержании 3,8 % меди в добытой руде. Месторождение Хитати приурочено к метаморфическим сланцам. Руды содержат пирит, халькопирит, пирротин и сфалерит и дают согласные со сланцами рудные тела. Содержание меди в руде 1,1 %, запасы меди около 120 тыс. т.

Месторождения верхнепалеозойских медноколчеданных руд КНР находятся в центральной ее части в провинциях Ганьсу (месторождения Байинчан и Шициндун) и Сычуань (Цзыляншань и Пенсянь). Обычно они представлены линзообразными залежами массивных руд в метаморфизованных среднекислых вулканогенных породах спилит-кератофировой формации, иногда переработанных в хлоритовые породы.

Месторождение Байинчан расположено в 110 км к северу от г. Ханчжоу и сложено липарит-дацитовыми туфами, кварцевыми кератофирами и средними — основными спилитами, к которым приурочены колчеданные линзовидные залежи, постепенно через вкрапленные руды переходящие во вмещающие породы. Колчеданные линзы прослеживаются по простиранию на 600—1200 м при мощности 50—80 м. Рудными минералами являются пирит, пирротин, арсенопирит, халькопирит, тетраэдрит, сфалерит, галенит. Содержание меди 1,6—1,8 %.

Все перечисленные выше китайские месторождения колчеданного типа приурочены к краевой части Цзыляншаньской геосинклинали, протягивающейся на 700 км, что позволяет рассчитывать на открытие новых месторождений.

На американских континентах медноколчеданные месторождения палеозойского возраста не имеют значительного распространения. Так, редкие и сравнительно небольшие медноколчеданные месторождения известны среди вулканогенных силурийских образований в Аппалачах. Известны они также и в Неваде.

В Аппалачах находится группа мелких колчеданных месторождений в районе Бетс-Ков, приуроченных к нижнеордовикской офиолитовой формации и залегающих в спилитовых базальтах вблизи контакта с рассланцованными диабазами. Руды пирит-халькопиритовые.

Колчеданное месторождение меди Маунтин-Сити, расположенное на крайнем северо-востоке шт. Невада, приурочено к ордовикским отложениям, представленным граувакками, сланцами, филлитами и зеленокаменными породами, образовавшимися за счет диабазовых лав и силлов. Рудные тела представляют собой линзообразные залежи максимальной протяженностью 300 м. Мощность их 10—15 м. Состав руд обычный для колчеданных месторождений — пирит, халькопирит и сфалерит. Содержание меди довольно высокое. Так, за время эксплуатации было отработано 1 млн. т руды с содержанием меди 9,75 %. Общие запасы месторождения небольшие и, очевидно, не превышают 400—500 тыс. т.

КОЛЧЕДАННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЗО-КАЙНОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Колчеданные месторождения меди, сформировавшиеся в мезозое, обычно позднем, а иногда частично и в начале кайнозоя, тяготеют к двум основным районам молодой складчатости — Тихоокеанскому и Средиземноморскому.

В пределах Тихоокеанского складчатого пояса это колчеданные месторождения Канады, США, Кубы, Японии и Филиппин.

В Канаде наиболее крупными месторождениями являются — Крейгмонт и Грэндук. На месторождении Крейгмонт, находящемся в Британской Колумбии, оруденение связано с вулканогенно-осадочной толщей триаса, прорываемой юрскими гранитоидами. Рудные тела прослеживаются по простиранию на 300—700 м при мощности до 60—90 м. Рудные минералы — халькопирит, пирит, сфалерит. Содержание меди в руде 1,75 %. Запасы ее около 400 тыс. т.

На месторождении Грэндук, располагающемся на севере Британской Колумбии, оруденение приурочено к кремнистым отложениям третичного возраста и представлено пиритом, халькопиритом, сфалеритом. Содержание меди в руде 1,93 %. Запасы меди порядка 600 тыс. т. В Британской Колумбии открыт еще ряд более мелких месторождений колчеданного типа, но с повышенным (3—4 %) содержанием меди (Черчилл, Дэвис-Кейс).

На крайнем северо-западе Канады у границы с Аляской выявлен новый рудный район Тулсеква с месторождениями Британия, Тулсеква-Чиф, Биг-Булл и др. Оруденение там связано с кислыми

кварц-полевошпатовыми порфирами и риолитами позднетриасового возраста (Тулсеква-Чиф) и вулканогенными породами раннего мела (Британия). На месторождении Тулсеква-Чиф оно выражено в виде крутопадающих рудных столбов в зонах рассланцевания, прослеженных на глубину до 360 м. Рудные минералы — пирит, халькопирит и сфалерит; присутствует теннантит и галенит. В той же обстановке находится месторождение Биг-Булл. На месторождении Британия оруденение приурочено к зоне рассланцевания в глинистых и кремнистых сланцах и туфов с пирокластами. Известно восемь линзообразных рудных тел, состоящих из пирита и кварца, в которых присутствуют скопления сфалерита. Халькопирит является цементом брекчий в этой зоне.

В Калифорнии (США) выявлен ряд разнообразных колчеданных месторождений, связанных с юрской офиолитовой формацией на западе (месторождения Айленд-Маунтин и Западная Шаста) или с триасовыми кислыми вулканитами. Руды представлены пиритом, сфалеритом и халькопиритом и в меньшей степени галенитом, тетраэдритом, теннантитом.

На Кубе колчеданные месторождения известны как в юрских терригенно-карбонатных породах, так и в меловых вулканитах. Месторождение Карлотта представлено пластообразными залежами, согласными с вмещающими их графитсодержащими сланцами юры. Рудные тела имеют полосчатую текстуру, рудные минералы — пирит, пирротин, сфалерит, халькопирит. Месторождение Сан-Фернандо приурочено к лавовому полю дацитов, прорванному трубообразным телом эруптивных брекчий, с которым и связаны столбообразные рудные залежи кварц-пирит-халькопиритового состава.

В Японии известны как месторождения кайнозойского, так и мезозойского возраста. Кайнозойские месторождения, сформировавшиеся в миоцене, приурочены к миоценовому прогибу, проходящему через юго-западную часть о. Хоккайдо и северную половину о. Хонсю. Это месторождения типа «куроко», дающие пластообразные залежи, сопровождаемые сложными штокверковыми трубообразными телами в их лежачем боку, которые иногда встречаются и самостоятельно. Оруденение представлено двумя типами: халькопирит-пиритовым (желтая руда) и галенит-сфалерит-борнитовым (черная руда).

На ряде месторождений: Кунитома (на западе о. Хоккайдо), Камикита (на севере о. Хонсю), Фуруоби, Курусава и др. рудные залежи связаны со сводовыми частями и склонами риолит-дацитовых куполов и дают пластообразные залежи на контакте пород купола с туфогенными породами. Иногда рудные тела приурочены к брекчиевым трубкам (Мананурикаата, Такомора). Нередко рудные тела залегают на двух уровнях, разделяясь гипсами. Запасы меди в месторождениях этого типа суммарно около 2 млн. т, при среднем содержании ее 1,6 % (свинца 1,1 млн. т, цинка 3,1 млн. т). Месторождения мезозойского (раннемелового) возраста развиты в среднемезозойском прогибе и известны на ост-

ровах Кюсю (Микимика), Сикоку, Хоккайдо (Симокава) и на северо-востоке Хонсю (Таро). Оруденение приурочено обычно к песчано-сланцевой толще, вмещающей слои лав и туфов, и дает согласные залежи. Рудные минералы — пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит. Запасы меди в них меньше, чем в кайнозойских месторождениях.

Колчеданные месторождения Филиппин локализуются в восточной части островной дуги. Месторождение Берло находится на о. Лусон и связано с мел-палеогеновой вулканогенной формацией, залегая согласно между вулканогенными породами и глинистыми сланцами. Рудные тела представлены халькопирит-сфалеритовыми рудами. Содержание меди 1,2 %, при 1 % цинка. На месторождении Бэджикай горизонтально залегающие колчеданные линзы находятся на границе аргиллитовых дацитов с черными кремнистыми вулканогенными породами. Рудные минералы — пирит, халькопирит, сфалерит.

В пределах Средиземноморского складчатого пояса колчеданные месторождения известны в СССР, Иране, Турции, Греции, Болгарии, Югославии, Албании, Италии, Франции и на о. Кипр.

В СССР несколько южнее пояса палеозойских колчеданных месторождений Передового Кавказского хребта находится пояс колчеданных месторождений киммерийского возраста. В восточной части этого пояса, на территории Дагестана, известен ряд рудопроявлений меди, тяготеющих к Главному Кавказскому разлому. Среди них выявлено промышленное месторождение Кызыл-Дере, оруденение на котором приурочено к филлитам верхнего аалена (средняя юра). Рудоносная зона на месторождении имеет мощность, достигающую 120 м. Руды как массивные существенно пирротиновые с халькопиритом, так и прожилково-вкрапленные пирит-халькопиритовые. Мощность основного рудного тела колеблется от 2,6 до 23,0 м при содержании меди 0,93—2,57 %, цинка около 1 %.

Достаточно значительным является медноколчеданное месторождение Эргани-Маден в Турции. Рудные тела пластообразной формы залегают среди вулканогенно-осадочных образований верхнего мела — палеоцена, представленных чередованием диабазовых и спилит-кератофировых лав с туфами, агломератами, мергелистыми сланцами и известняками. Среднее содержание меди по месторождению 2,5 %. Однако в верхней части лежащих почти горизонтально рудных тел, контактирующих с хлоритизированным диабазом, находятся более богатые массивные руды с пиритом, халькопиритом и ковеллином при содержании меди в руде 14—20 %. Запасы месторождения оцениваются в 500 тыс. т меди.

Второе месторождение в Турции — Мургул — расположено на северо-востоке страны, недалеко от границы с СССР. На контакте дацитов и осадочных пород здесь залегают прожилково-вкрапленные, частично массивные медноколчеданные руды в виде трубообразной залежи мощностью 35—85 м при содержании меди в руде около 2 %. Запасы меди порядка 600 тыс. т. Кроме меди,

в руде содержатся кобальт (0,08 %), золото и серебро. Возраст оруденения турон-кампанский. У побережья Черного моря известно небольшое колчеданное месторождение Лаханос, руды которого содержат 2—3 % меди и столько же цинка. Запасы меди около 150 тыс. т.

На Кипре известен ряд медноколчеданных месторождений (Мавровуни, Скуриотисса, Калавасос и др.), приуроченных к палеогеновым андезитам, перекрываемым осадочными породами. Залежи имеют неправильную форму максимальной мощности до 50 м и площадью до 1 км². Содержание меди колеблется от 1,37 до 4,50 %. Суммарные запасы меди по всем месторождениям Кипра оцениваются в 160 тыс. т.

В Болгарии в Враценском районе к северу от Софии встречены вкрапленные руды в известняках и доломитах триаса. На месторождении Медно-Плачина имеются рудные линзы мощностью от 0,5 до 8,0 м. Содержание меди 1 %, свинца 2—3 %. Второе месторождение колчеданных руд — Челопеч — находится также в районе Среднегорья на восток от Софии. Породы туфо-эффузивной толщи верхнего мела пропилитизированы и превращены местами во вторичные кварциты. С зонами окварцевания связано оруденение колчеданного типа. Рудные тела имеют форму столбообразных залежей, находящихся во вмещающих их эффузивах, причем оруденение прекращается на контакте с перекрывающими эффузивные породы сланцами. Длина рудных тел до 500 м. Рудные минералы пирит, халькопирит, борнит. Среднее содержание меди около 1 %.

Есть сведения о нахождении на территории Румынии мелких месторождений медноколчеданных руд третичного возраста в Восточных Карпатах и в кристаллических сланцах в Добрудже.

С отложениями триаса, прорываемыми юрскими гранитами, связаны колчеданные месторождения меди в Албании. Известно семь месторождений, из которых наиболее крупным является Джеджени, представленное пластовой залежью на контакте между диабазами и красными сланцами триаса. Пластовая залежь имеет мощность 8—12 м. Содержание меди в ней около 4 %, кобальта — 0,08—0,1 %. Месторождение Перметы представлено кварц-хлоритовой залежью мощностью до 5—6 м, располагающейся по трещине скалывания в диоритах. Содержание меди в ней 1,5—3 %. Месторождение Курбанеши, находящееся вблизи, представлено небольшими телами в трещинах габбро.

КОЛЧЕДАННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОКЕМБРИЙСКОГО ВОЗРАСТА

Медноколчеданные месторождения докембрийского возраста, как и колчеданные полиметаллические месторождения, в основной своей массе приурочены к архейским и протерозойским осадочно-вулканогенным геосинклинальным комплексам, называемым офиолитовыми поясами, развитыми в виде линейных зон на древ-

них платформах среди блоков более древних пород архея. Они известны в пределах Канадского (Канада, США), Северо-Африканского (Судан, Мавритания, Саудовская Аравия и др.), Южно-Африканского (Намибия, ЮАР), Балтийского (Финляндия, Швеция), а также на других выступах древних платформ в пределах Австралии, Индии и других стран.

Колчеданные месторождения Канады приурочены к древним (протерозойским, а может быть, архейским) образованиям в южной части Канадского щита и сосредоточены в зеленокаменном поясе Рэд-Лейк. Оруденение связано со сложно дислоцированной вулканогенно-осадочной толщей, представленной основными и кислыми субвулканическими интрузиями. Колчеданные залежи обычно расположены в склонах древних вулканов и залегают над лавовыми потоками в основании туфогенных и пирокластических образований. Размеры месторождений, как правило, небольшие. Протяженность рудных тел по простиранию в среднем 100—150 м, мощность залежей до 10—15 м, содержание меди 1,5—2, реже до 7 %, цинка от 2,5 до 8 %. Рудными минералами являются пирит, халькопирит, пирротин, сфалерит, иногда в небольшом количестве магнетит, арсенопирит и галенит. Вмещающие рудные тела породы обычно серицитизированы и хлоритизированы.

Наиболее крупным месторождением данного типа является Кидд-Крик в провинции Онтарио (район Тиминз), находящееся недалеко от г. Кидд; оно связано с риолитами, среди которых залегают горизонты углистых сланцев и аргиллитов, вмещающие рудные тела. Оруденение приурочено к согласным с вмещающими породами залежам, прослеживающимся до 240 м по простиранию при мощности до 90 м. Среднее содержание меди в руде 2,81 %, цинка 5,1 %, серебра 58 г/т. В верхних горизонтах выделяются богатые руды, содержащие около 7 % меди и 10 % цинка. Запасы меди на месторождении составляют 3,2 млн. т.

В провинции Манитоба находится месторождение Флин-Флон. Оно приурочено к полю развития андезитов и кварцевых порфиров архейского возраста и их пирокластов и туфов. Рудные тела залегают на крыльях складок и прослеживаются по длине на 200—500 м, при мощности до 50 м. Руды массивные и вкрапленные. Рудные минералы — халькопирит и сфалерит во вкрапленных рудах, а в сплошных, кроме того, присутствуют галенит, арсенопирит, а также золото, серебро, селен, теллур и кобальт. Руды содержат 2,89 % меди, 2,7 % цинка, 14,2 г/т серебра и 0,94 г/т золота. Запасы меди 520 тыс. т.

В провинции Квебек известно два района с колчеданными месторождениями: Шибугамо и Маттагами.

Наиболее крупное месторождение Маттагами-Лейк в районе Маттагами сложено толщей витрокластических туфов, в верхней части которой под перекрывающими ее слоистыми туфами находятся два линзообразных рудных тела, содержащих пирит, сфалерит, халькопирит, пирротин и магнетит. Среднее содержание меди 0,7 %, цинка 10,5 %, серебра 32,6 г/т, золота 0,4 г/т. Запасы меди 240 тыс. т. Месторождение Опемиска находится в районе Шибугамо и имеет запасы меди 170 тыс. т при среднем содержании ее в руде 3,14 %. Там же выявлено месторождение Нуарис, руды которого содержат 3 % меди и небольшое количество цинка. Запасы меди около 60 тыс. т. Остальные месторождения рудного района Шибугамо более мелкие и представлены колчеданными рудами, содержащими 2,3—3,6 % меди, до 2 г/т золота и серебро. Месторождения Маттагами являются преимущественно цинковыми и рассматриваются в главе, посвященной свинцово-цинковым месторождениям.

В последнее время в провинции Манитоба кроме месторождения Флин-Флон открыто месторождение Фокс-Лейк, находящееся на юго-западной окраине Канадского щита в 43 км западнее г. Линн-Лейк. Месторождение приурочено к вулканогенно-осадочным породам базальт-дацитовой формации архея (группа Вейсквой). Рудная зона имеет вид крупной линзообразной залежи, вытянутой по падению. Ее длина 450 м, по падению она прослежена на 920 м, мощность ее 30 м. Основное оруденение представлено линзами массивных колчеданных руд в зоне прожилково-вкрапленного оруденения. Руды мелко- и среднезернистые, состоят из пирита, пирротина, халькопирита и сфалерита. Запасы меди на месторождении оцениваются в 210 тыс. т при содержании в руде меди 1,84 % и цинка 2,7 %. Там же выявлено месторождение Джеймс-Ривер, запасы которого оцениваются в 150—200 тыс. т меди при ее содержании в руде порядка 3 % и цинка 2,5 %.

В США колчеданные месторождения встречаются на трех изолированных площадях: на юго-западной окраине Американской платформы (месторождение Юнайтед-Верде и др. в шт. Аризона), на ее восточном обрамлении в районе Аппалачей (месторождения Ор-Ноб, Дактаун и др.) и на северо-востоке страны в районе Балмат-Эдуардс (месторождения Эдуардс, Балмат и др.). Месторождение Юнайтед-Верде приурочено к нижнепротерозойским образованиям, представленным базальтами, андезитами, дацитовыми и риолитовыми лавами, пирокластическими породами и туфами, в зонах расслоения которых находятся согласные рудные тела трубо- и линзообразной формы. Главные рудные минералы — пирит, сфалерит, халькопирит. Руды массивные в сланцах и прожилково-вкрапленные в кварцевых порфирах.

На месторождении Дактаун рудные тела пластообразного характера залегают среди серицитовых, хлоритовых и биотитовых сланцев верхнедокембрийской формации. Рудные минералы — пирротин, пирит, халькопирит и сфалерит. Рудные тела имеют мощность обычно 10—20, иногда до 60 м, длину по простиранию от 300 до 1800 м (рудное тело Чероки) и распространяются на глубину от 100 до 1100 м (рудное тело Берра-Берро). Содержание меди в них составляет 1,5—2,0 %, цинка около 2 %.

В Австралии колчеданное месторождение Маунт-Айза заключает в себе 70 % всех запасов меди страны. Находится оно в северо-западной части шт. Квисленд и приурочено к толще сред-

не-верхнепротерозойских пород, представленных доломитами и кремнистыми сланцами. Рудное поле имеет протяженность 8 км. В пределах его линзообразные рудные тела прослеживаются на 100—300 м при мощности до 42 м. Рудные тела состоят в основном из пирита и халькопирита, встречается сфалерит. Запасы меди определяются в 5,0 млн. т, при содержании ее в руде 3,4 %.

Месторождение Маунт-Лайелл на о. Тасмания представлено рядом рудных тел линзообразной формы длиной 100—200 м и мощностью до 20 м. Содержание меди 1,3—1,5 %, серебра 3 г/т и золота 0,6 г/т. Запасы меди 700 тыс. т.

Наиболее крупным в Финляндии является медноколчеданное месторождение Оутокумпу, расположенное в восточной части Центрального Озерного плато. Две рудные залежи протяженностью в 250—400 м и средней мощностью 7—9 м приурочены к зоне брекчирования в слюдистых сланцах и вулканитах нижнепротерозойского возраста. Руды содержат в среднем 3,8 % меди, 0,8 % цинка, 0,2 % кобальта, 0,1—0,15 % никеля, 0,08 г/т золота и 9—12 г/т серебра. Общие запасы меди оцениваются в 1 млн. т. Вблизи него находится второе месторождение Лауконлахти с рудами, содержащими 1,5 % меди, 1,0 % цинка и небольшие количества никеля и кобальта. На месторождении Виканти оруденение приурочено к брекчии в кварцитах на их контакте с доломитами. Рудное тело представлено существенно цинковыми рудами с содержанием цинка 10 %. Содержание меди 0,5—0,9 %, свинца 0,3—0,4 %, серебра 30 г/т, золота 0,4 г/т. Запасы меди около 100 тыс. т. На месторождении Пюхасальми колчеданная залежь приурочена к породам спилит-кератофировой формации и находится в кварц-серицитовых и актинолитовых сланцах. Содержание меди в руде 0,81 %, цинка 2,8 %. Рудные минералы — пирит, сфалерит, халькопирит, пирротин. Запасы меди составляют около 250 тыс. т. На юго-западе страны известны небольшие месторождения Илеяври и Айяла.

На востоке Финляндии открыто крупное месторождение Карсикумпу, общие запасы которого оцениваются в 1 млн. т меди при содержании ее в руде 1,25 %.

Наиболее значительными месторождениями медноколчеданного типа в Швеции являются Болиден и Айтик, расположенные в лене Норботтен. Они приурочены к верхам нижнепротерозойской толщи, представленной лавами и туфами липаритовых и дацитовых порфиров и перекрываемой филлитами. На месторождении Болиден известно около 30 залежей массивных руд линзовидной формы, прослеживаемых по простиранию до 350 м при средней мощности 18—20 м. Руды мышьяковистые. Содержание меди 1,5 %, золота 15 г/т, мышьяка более 10 %.

Месторождение Айтик расположено вблизи г. Елливаре и представлено мощной рудной зоной (50—200 м), прослеживающейся по простиранию на 2,5 км. Руды вкрапленные, содержание меди в них 0,5 %. Рудные минералы — халькопирит, пирит и магнетит. Возможные запасы 400—800 тыс. т меди. В районе Шеллефтес известно месторождение Кристинеберг, где рудные тела содержат до 1,5 % меди.

Медноколчеданные месторождения Индии приурочены к двум поясам, один из которых Кхетри находится в пределах шт. Раджастхан в северо-западной Индии, а второй — пояс Сингхбум — в шт. Бихар на востоке.

Медный пояс Кхетри имеет длину 80 км и находится в 170 км к юго-западу от Дели. В его пределах развиты среднепротерозойские метаморфизованные осадочные образования. Оруденение контролируется литолого-структурными факторами. Рудные тела образуют пластообразные и линзообразные залежи, согласные с вмещающими породами, мощностью до нескольких метров и протяженностью в несколько сотен метров. Главные рудные минералы — пирит, халькопирит, пирротин, присутствуют кобальт, халькозин, арсенопирит, марказит, минералы урана.

На месторождении Саладипура породы рудовмещающей толщи сложены в крутые складки, к крыльям которых и замкам антиклинальных складок приурочены линзообразные рудные тела. Рудные тела на месторождении Маджан-Кудхан имеют линзообразную форму при протяженности по простиранию 200—300 м и мощности несколько метров. Оруденение вкрапленное и прожилковое. Рудные минералы — пирит, пирротин, халькопирит, арсенопирит. Содержание меди около 1 %. Запасы меди около 800 тыс. т.

Месторождение Колихан представлено рядом крутопадающих линзообразных тел. Рудные минералы — в основном пирротин, халькопирит и пирит, в меньшей мере сфалерит, марказит, арсенопирит, пентландит. Содержание меди в руде 2,3—2,9 %, цинка 0,1—3,5 %, золота 0,3—0,8 г/т. Запасы меди 800 тыс. т.

Медный пояс Сингхбум находится в 200 км к западу от г. Калькутты и приурочен к зоне смятия в архей-нижнепротерозойских породах. Вкрапленные руды локализуются в послойных трещинах и зонах рассланцевания в полевошпатовых гнейсах и кварц-слюдисто-хлоритовых сланцах. Рудные минералы — халькопирит, пирит, пирротин, реже пентландит, скуттерит, молибденит, борнит, халькозин, сфалерит, арсенопирит. На месторождении Мосабони рудовмещающими являются метаморфизованные до зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фации основные вулканиты. Рудные тела имеют мощность 3—4 м и прослеживаются суммарно на 4,8 км по простиранию и на 900 м на глубину. Среднее содержание меди 2,18 %. Запасы ее 700 тыс. т. На месторождении Ракха выявлены три рудоносные зоны мощностью от 2 до 20 м с содержанием меди 1,3 %, кобальта 0,01 %, молибдена 0,005 %. Запасы меди до глубины 600 м оцениваются в 1,2 млн. т.

Восточнее во Вьетнаме находится месторождение Син-Куэн, рудные тела которого залегают среди протерозойских кристаллических сланцев, гнейсов и амфиболитов и, имея линзообразную форму, представлены прожилково-вкрапленными и массивными рудами, согласными с напластованием пород. Суммарная мощность

их около 50 м, протяженность по простиранию более 2 км, на глубину до 100 м. Главные рудные минералы — халькопирит, пирит, магнетит и пирротин. Содержание меди в руде 2,25 %. Запасы ее не более 250 тыс. т.

В Саудовской Аравии среди пород допозднерифейской формации находится ряд медноколчеданных месторождений. Месторождение Нукра расположено в поле развития риолитов. Рудное тело залегает согласно между отдельными разностями риолитов и обладает слоисто-полосчатой и брекчированной текстурой. Главный рудный минерал — пирит, цементируемый халькопиритом и сфалеритом. Изредка присутствуют галенит и арсенопирит. В аналогичной геологической позиции находится месторождение Джебель-Саид, на котором рудные тела залегают согласно в крыле синклинальной складки. Содержание меди в руде 1,7 %, цинка около 3 %. С вулканогенными породами нижнего докембрия связан в этой стране ряд мелких колчеданных месторождений, объединенных в группу Вади-Бида. Это линзовидные залежи, находящиеся в зеленосланцевых породах — в пачке кремнистых туфов в средней части разреза или в риолитах в его верхней части. Главные рудные минералы — пирит и халькопирит, более редкие — борнит и сфалерит. Мощность рудных тел несколько метров, длина — до первых сотен метров. Содержание меди от 0,9 до 6,8 %, цинка 0,7—2,5 %, серебра 40—300 г/т, золота 0,5—4,0 г/т. Запасы отдельных месторождений не превышают 200—300 тыс. т.

В Кении к этому же типу относится месторождение Макалдер. Рудные тела имеют линзообразную форму при длине 200—300 м и максимальной мощности 6—7 м. Рудные минералы — пирит, халькопирит, сфалерит, пирротин, арсенопирит, магнетит. Содержание меди 1,2—2,2 %, цинка 2—3,4 %, серебра 42 г/т, золота 1,6—2,7 г/т. Запасы меди порядка 100 тыс. т.

Нижне-среднерифейский возраст имеют месторождения Умм-Саммука в Египте и Афи-Нефас и Дебарца в Эфиопии. Линзообразные рудные тела на этих месторождениях локализованы в серицитовых и хлоритовых сланцах. Мощность их от 1 до 8 м, длина по простиранию от 100 до 600 м. Иногда они приурочены к минерализованным зонам дробления длиной до 900 м при мощности 10—20 м. Рудные тела залегают согласно с вмещающими породами. Руды массивные сульфидные, содержат пирит, халькопирит, сфалерит и магнетит. Более редко в них встречаются тетраэдрит, теннантит и аргентит. Содержание меди колеблется в пределах 1,1—2,0 %, цинка 2—12 %, свинца 1—2,3 %, серебра до 150—200 г/т, золота до 4 г/т. Запасы меди в месторождениях составляют от 20—30 до 200—300 тыс. т, т. е. месторождения по масштабу являются небольшими.

В Судане медноколчеданное месторождение Хофрат-эн-Нахас, находящееся в провинции Бахр-эль-Газаль, приурочено к комплексу фельзитовых и кварц-турмалиновых пород, хлоритовых сланцев и амфиболитов докембрийского возраста. Главная залежь имеет длину по простиранию 800 м при мощности 8 м и прослежена на

глубину до 150 м. Содержание меди 2,78 %, общая оценка запасов 300 тыс. т.

В Южно-Африканской Республике в 1969 г. выявлено медноколчеданное месторождение Приска в Капской провинции. Месторождение представлено рудным телом массивных сульфидных руд, залегающим на контакте туфов и лав риолитового, дацитового и андезитового состава с подстилающими их гнейсами и имеет длину по простиранию 1650 м и среднюю мощность 10 м. Содержание меди 1,74 %, цинка 3,8 %. Запасы меди 1500 тыс. т. На севере Трансвааля разведуется новое месторождение Тшипайс, где содержание меди составляет 1,2 %, а запасы ее до 500 тыс. т. Там же, на север от р. Оранжевой, выявлены две медноколчеданные залежи. Первая содержит 1,75 % меди и 3,7 % цинка и имеет запасы меди около 550 тыс. т, вторая маломощная (1,83 м) содержит 2,0 % меди и 0,4 % цинка.

МЕДНО-НИКЕЛЕВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЗОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Наиболее крупные месторождения медно-никелевых руд, связанных с интрузивными фациями нижнемезозойской трапповой формации, известны в СССР и находятся в северной части Восточной Сибири в Норильском районе. Оруденение приурочено к дифференцированным интрузиям габбро-диабазов и локализуется у нижнего эндоконтакта интрузий, будучи представленным массивными и вкрапленными рудами медно-никелевого состава. Описание месторождений этого района приводится в главе «Месторождения сульфидных и силикатных никелевых руд.

ЖИЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЙНОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Жильные месторождения меди кайнозойского возраста довольно широко распространены среди складчатых областей Тихоокеанского и Средиземноморского поясов. Они локализуются в более внутренних частях этих поясов, чем меднопорфировые месторождения, и пространственно не связаны с интрузивными породами. Среди гидротермальных жильных месторождений меди, формирующихся обычно на средних глубинах, присутствуют и приповерхностные месторождения, развитые в основном среди эффузивных толщ мезо-кайнозойского возраста. Характерной чертой зарубежных приповерхностных месторождений меди является повышенное содержание в них серебра и присутствие золота. При этом содержание серебра обычно в 50—100 раз выше содержания золота.

Большей частью жильные медные месторождения невелики: размеры жил 50—200 м по простиранию, 100—300 м по падению и 0,5—1,5 м по мощности. Хотя содержание меди в них достигает 7—10 %, однако небольшой объем рудной массы делает их очень часто нерентабельными. Осваиваются они или в случае

действительно уникальных размеров и выдержанности параметров рудных тел (например, рудный район Бьютт в Монтане, США)или же в случае, когда в стране совершенно нет или недостаточно запасов меди в других типах руд (Япония, Филиппины, Аргентина).

Рудный район Бьютт в юго-западной части шт. Монтана представлен группой жильных месторождений меди, связанных с батолитом Боулдер, сложенным в основном кварцевыми монцонитами верхнемелового возраста. В восточной части массива монцониты рассекаются дайками кварцевых порфиров. Основное оруденение в районе связано с двумя системами жил и минерализованных зон широтного простирания. По простиранию жильное поле прослежено на 9 км, по падению на 1400 м. Средняя мощность жил первой системы 6—9 м, но иногда встречаются раздувы до 30 м. Длина минерализованных зон, состоящих из сближенных маломощных жилок, составляет 100—200 м, ширина и глубина развития до 60 м. На юге центральной части рудного поля выделяется минерализованный блок размером 150×600 м в плане и 900 м по вертикали.

Жилы второй системы менее выдержаны и имеют мощность от 1,5 до 6 м при длине 300—700 м и распространение по вертикали 200—550 м.

Главными рудными минералами жил являются халькозин, халькопирит и борнит. По периферии рудного поля встречаются в промышленных количествах сфалерит и родохрозит. В последнее время в центральной части рудного поля на глубине около 1000 м от поверхности выявлено кварц-молибденовое прожилковое оруденение. Запасы меди в рудном поле Бьютт определяются в настоящее время в 3 млн. т, а добыто со времени начала эксплуатации 7,4 млн. т меди. Среднее содержание меди в руде в настоящее время составляет 0,8 %, хотя встречаются и обогащенные участки, где содержание меди достигает 4,5 %. В добытой за прошлые годы руде среднее содержание меди составило 2,3 %.

По мнению В. Н. Котляра, оруденение на месторождении Бьютт связано не с монцонитами батолита, а с субвулканическими кварцевыми порфирами и жерловыми риолитами, которые по данным В. Перри, имеют среднетретичный возраст. Согласно В. Н. Котляру, это месторождение должно быть поставлено в один ряд с молодыми меднопорфировыми месторождениями.

Жильным месторождением раннетретичного возраста является месторождение Магма в Аризоне, расположенное в 100 км юго-восточнее г. Финикс. Рудное поле находится в пределах площади развития палеозойских известняков, подстилающих их докембрийских кварцитов, песчаников и силлов диабазов. Оруденение связывается со штоком кварцевых диоритов и малыми телами и дайками диоритовых порфиритов.

Основные типы рудных тел — жилы, наиболее крупной из которых является жила Магма с одной крупной апофизой

(жила Кернер) и большим количеством мелких. Жила Магма представляет кварц-сульфидное тело мощностью от десятков сантиметров до 15 м. Длина по простиранию 650—700 м, распространение на глубину 1200 м. Главные рудные минералы — пирит, халькопирит, борнит, теннантит, халькозин и сфалерит; жильные — кварц, реже кальцит. Кроме того, в известняках развиваются небольшие тела замещения, которые обычно имеют протяженность до 300 м, при мощности до 25 м. Среднее содержание меди в руде около 5 %. Запасы меди порядка 300—400 тыс. т.

По-видимому, к жильному типу относится и открытое сравнительно недавно на юго-западе шт. Нью-Мексико месторождение Бэйярд с запасами в 180 тыс. т меди при содержании ее в руде 2,15 %.

Жильные месторождения Чили расположены вдоль Береговой Кордильеры. Наиболее крупными из них являются месторождение Эль-Росарион в провинции Кокимбо с запасами около 1,5 млн. т при содержании меди в руде от 1,5 до 2 % и месторождение Туйна, где выявлено семь рудных тел, наиболее значительное из которых имеет запасы около 25 тыс. т при содержании меди 2,5 %.

Крупное жильное месторождение Матамбре, разрабатываемое с 1912 г., находится на Кубе в провинции Пинар-дель-Рио. Рудные тела залегают среди песчаников и сланцев эоцена и представляют собой столбообразные жильные залежи со средним содержанием меди 3—4 % (иногда до 11 %). Значительный интерес представляет месторождение Эль-Кобре, расположенное к западу от г. Сантьяго-де-Куба в провинции Ориенте. Месторождение приурочено к породам эоценового возраста и разрабатывается с перерывами с 1930 г. За время эксплуатации на нем добыто не менее 30 тыс. т меди. Содержание ее в добываемой руде до 1968 г. составляло 15 %, позже 7 %. Главная рудная жила месторождения имела протяженность по простиранию 450 м, по падению — более 1000 м, мощность 1,8—3 м.

В Японии жильные месторождения широко распространены по всей стране, причем большинство их связано с третичной вулканической деятельностью. Рудные минералы в них представлены в основном халькопиритом и пиритом, но встречаются халькозин, борнит, тетраэдрит и энаргит. Содержание меди в руде составляет около 3 %, но иногда достигает и 12 %. Наиболее крупными жильными месторождениями Японии являются Асио на о. Хонсю, Асаридзава, Огоя и Икуно.

На Филиппинах жильное месторождение Лепанто расположено на о. Лусон. Оно представлено серией энаргитовых жил и линз, имеющих мощность от 1 до 24 м и приуроченных к метаморфизованным породам. Возраст оруденения определяется как третичный. Содержание меди в руде 3,45 %, запасы меди 250 тыс. т.

Жильные месторождения довольно широко развиты на территории КНР, однако они, как правило, весьма незначительны: запасы всех жильных месторождений третичного возраста, залегающих в андезитах, порфиритах и их туфах, составляют не более 200 тыс. т меди. Наиболее крупным является месторождение Данькуапин на о. Тайвань, находящееся в третичных песчаниках и третичных андезитах. Оруденение представлено малахитом, азуритом и ковеллином.

В Индонезии на южном побережье Явы расположены месторождения района Карангиунгал. В неогеновых андезитовых туфах, туфогенных песчаниках и брекчиях, в приконтактовой зоне массивов гранодиоритов выделяются три полосы пропилитизированных пород. К последним приурочены месторождения меди, связанные с кварцевыми жилами. На месторождении Сураката мощность жил достигает 2 м. В виде включений в жилах встречаются малахит, азурит, ковеллин, самородная медь, галенит и сфалерит. Месторождения этого района изучены слабо и запасы меди еще не определены.

Ряд жильных медных месторождений кайнозойского (а в отдельных случаях, может быть, и верхнемелового) возраста известен в странах Северной Африки — Марокко, Алжире и Тунисе.

В Марокко к этому типу относится месторождение Таурирт на южном склоне Высокого Атласа, оруденение в пределах которого локализуется в известняках и доломитах нижнего кембрия в виде крутопадающих жил субширотного и северо-западного простирания, имеющих длину до 400 м и мощность 1—2 м с раздувами до 15 м. Жильным минералом является кварц, в небольшом количестве присутствует кальцит. Рудные минералы — халькозин, борнит, халькопирит и магнетит. Происхождение месторождения связывают с альпийским интрузивным циклом. Второе месторождение жильного типа Джебель-Клак расположено в Восточном Марокко. Оруденение локализуется в широтных зонах трещин среди юрских доломитов и мергелей. Всего насчитывается шесть таких зон. Представлено оруденение или мелкими жилами длиной 50—100 м при мощности 0,1 м, или линзами длиной до 3 м. Рудные минералы — халькопирит, халькозин и борнит. Содержание меди в руде 2,6—4 %.

Месторождение Музайя в Алжире находится в районе Атласских гор недалеко от г. Блида. Оруденение представлено 30 жилами барит-сидеритового состава с сульфидами. Простирание жил северо-восточное, падение вертикальное, мощность 1—2 м. Рудные минералы — халькозин и халькопирит. Месторождение изучено слабо. В вилайете Константина известно месторождение Бу-Сафа, приуроченное к массиву древних пород Ковалло, представленному андезитами и дацитами или их туфами. Оруденение локализуется в андезитах в полосе протяженностью около 1 км и представлено жилообразными и линзообразными телами массивных сульфидных руд протяженностью до 100 м при мощности до 15—20 м. Содержание меди в среднем 2,7 % и до 3,8 г/т золота. Основными минералами меди являются халькопирит, борнит и энаргит.

В 2,5 км южнее находится аналогичное, но несколько более значительное месторождение Эль-Кебир, оруденение на котором локализуется в вулканогенных породах в виде минерализованных зон или межпластовых залежей. Среднее содержание меди 2,5 %, свинца 4,4 %, цинка 4,9 %, серебра 200 г/т.

Жильные месторождения, приуроченные к эффузивно-туфогенным породам, прорванным интрузиями сиенитов и габбро-монцонитов верхнего мела или нижнего эоцена, известны в Бургасском районе Болгарии. Содержание меди в них 1—1,5 %. Известны они и в Восточной Словакии в области Спишско-Чемеровских гор, где представлены кварц-сидерит-баритовыми жилами, содержащими 0,6—1 % меди, а также в районе Беньско-Требинице.

В СССР известен ряд жильных месторождений в Закавказье. Рудное поле Кафанского месторождения сложено вулканогенно-осадочными породами юрского возраста. Оруденение представлено сульфидными жилами и сопровождается прожилково-вкрапленными зонами. Всего на месторождении известно более 100 жил и три зоны прожилково-вкрапленного типа. Мерисская группа месторождений в Грузии представлена многочисленными медно-полиметаллическими жилами.

ЖИЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОКЕМБРИЙСКОГО И ПАЛЕОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Жильные месторождения с установленным докембрийским возрастом известны в трех странах — Индии, Египте, Саудовской Аравии. Наиболее крупные из них находятся в Индии, в северной и восточной частях Индийской платформы. В шт. Бихар наиболее значительным месторождением является Ракха, приуроченное к нижнепротерозойским метаморфическим породам, прорываемым щелочными гранитами, с которыми связывается оруденение. Оруденение приурочено к согласным кварцевым жилам мощностью от 2 до 20 м. Основными рудными минералами являются халькопирит, пирит, пирротин, а также пентландит, скуттерит, молибденит, уранинит, магнетит. Среднее содержание меди 1,25 %, никеля 0,05 %, висмута 0,05 %. Запасы меди определены в 1200 тыс. т.

В шт. Мадхья-Прадеш находится месторождение Маланджханд, медная минерализация на котором проявлена в зоне окварцевания мощностью 10—30 м, проходящей в гранитах, нижнепротерозойских филлитах и в конгломератах. Протяженность зоны 1100 м. На глубину она прослежена до 100 м. Рудные минералы — халькопирит, пирит, реже борнит, халькозин, самородная медь. Содержание меди от 1,67 до 4,9 %, в среднем 2,2 %. В шт. Андхра-Прадеш находятся небольшие месторождения Кальяди (содержание меди 0,6 %) и Агнигундула (содержание меди 1,5 %, свинца 7,6 %), известны мелкие месторождения в Сиккиме.

В Южно-Африканской Республике небольшие жильные месторождения докембрийского возраста известны в районе Окип в Капской провинции. Здесь имеется девять небольших жильных месторождений с суммарными запасами меди порядка 500—600 тыс. т. Среднее содержание меди в учтенных запасах руды 2,07 %. Наиболее крупные из месторождений этой группы Каролусберг и О'Окип. Рудное тело на месторождении О'Окип приурочено к слюдистым диоритам, на месторождении Каролусберг — к гиперстенитам, на месторождениях Твефонтейн и Веал-Юлия — к норитам. Главные рудные минералы — халькопирит, борнит, халькозин, пирротин, второстепенные — ковеллин, галенит, молибденит и титаномагнетит.

Месторождений меди жильного типа, возраст которых более или менее точно определяется как позднепалеозойский, очень мало. Так, к герцинскому тектоно-магматическому циклу относятся Чатыркульское и Жайсанское месторождения в СССР и месторождения Блейда и Бу-Скур в Марокко.

Чатыркульское и Жайсанское медные месторождения находятся в пределах гранит-гранодиоритового массива нижнепалеозойского (каледонского) возраста. В пределах месторождений установлено несколько жилообразных и линзообразных рудных тел, залегающих кулисообразно. Мощность рудных жил от 2,42 до 6,95 м. На глубину они простираются до 400 м. Рудные тела располагаются по контактам гранитов с секущими их дайками микродиоритов и диабазовых порфиритов. Оруденелые гранитоиды окаймляют рудные жилы и содержат прожилки того же состава.

Месторождение Бу-Скур в Марокко расположено в горах Джебель-Сархро и приурочено к крупному массиву докембрийских гранитов, рассекаемых дайками докембрийских риолитов. На месторождении развиты сульфидно-кварцевые жилы мощностью от 1 до 10 м. Главная жила, часть которой находится в гранитах, а часть в андезитах, имеет среднюю мощность 3 м с раздувами до 10 м. Жильные минералы — кварц и карбонат, из рудных — в основном халькопирит, распределяющийся по рудным столбам. Среднее содержание меди 2,5 %.

Месторождение Блейда расположено в восточной части Антиатласа в поле развития докембрийских сланцев, пара- и ортогнейсов, прорванных герцинскими гранитами. Оруденение находится вблизи контакта с гранитным массивом и представлено линзообразными телами сульфидных руд. Всего выявлено семь линз. Рудные минералы — халькопирит и борнит.

СКАРНОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Данные по скарновым месторождениям меди в зарубежных странах довольно немногочисленны. Кроме того, зачастую в литературе не указывается скарновый характер месторождений, и о нем можно судить лишь на основании парагенетических ассоциаций рудных минералов, особенно при сочетании халькопирит—магнетит при резком преобладании последнего.

Общее число известных скарновых месторождений, для которых можно однозначно установить их характер по литературным данным, невелико (имеются в виду не вообще месторождения, а месторождения, имеющие промышленный характер). В СССР известно семь таких месторождений, причем все они палеозойского возраста. Значительное число скарновых месторождений мезозойского возраста зафиксировано в КНР. Мезозойские месторождения известны в Канаде, Австралии, Индонезии, Марокко, Тунисе и на Кубе. Мезо-кайнозойские месторождения имеются в Болгарии и Румынии.

Скарновые месторождения меди в СССР обычно довольно незначительны, исключением являются лишь месторождения Саякской группы в Центральном Казахстане. Эти месторождения приурочены к гранатовым скарнам в карбонатных породах нижне-среднекарбонового возраста, прорываемых верхнекарбоновыми гранодиоритами, и представлены серией рудных тел, наиболее крупное из которых имеет мощность до 50—60 м.

На Среднем Урале на территории развития медноколчеданных месторождений известны Турьинская группа медноскарновых месторождений на севере и Гумешевское медноскарновое месторождение на юге. Турьинская группа находится на крутом восточном крыле крупной брахисинклинали, сложенной вулканогенно-осадочными отложениями девона, прорванными гранитными интрузиями верхнепалеозойского возраста. Среди скарновых зон, образованных по известнякам, залегают пласто-, линзо-, штоко- и гнездообразные рудные тела. Наиболее высоко содержание меди в небольших линзах и гнездах. Рудное поле Гумешевского месторождения сложено девонскими мраморизованными известняками, прорванными дайками кварцевых диоритов. По обоим контактам дайки развиты зоны скарнов, содержащих вкрапленность сульфидов.

Кроме того, на Урале известно два более мелких скарновых месторождения — Меднорудянское и Ново-Меднорудянское в Тагильском районе. Медь содержится также в скарновых магнетитовых рудах Высокогорского и Ново-Песчанского месторождений.

Скарновые месторождения меди, объединяемые в Хакасскую группу, находятся в Кузнецком Алатау. Это, как правило, небольшие месторождения, приуроченные к скарнам в контакте палеозойских (видимо, каледонских) интрузий граносиенитов с известняками нижнего кембрия, причем иногда скарны развиты в роговиках и кварцитовых породах.

В последнее время в Киргизии выявлено Курутегерекское скарновое месторождение меди, связанное с известняками турне, прорванными герцинскими кварцевыми диоритами. Рудные тела образуют две скарновые залежи. В нижней выявлены два рудных тела мощностью 3,4 и 9,5 м, в верхней — рудные тела более мелкие.

Небольшие скарновые месторождения меди известны на юго-востоке Болгарии, где они встречены в Страджанском массиве в контакте карбонатных юрско-меловых пород с верхнемеловыми и палеогеновыми интрузиями. Известны они в Южных Карпатах на территории Румынии, где приурочены к контакту известняков с гранодиоритами и третичными базальтами. Наиболее крупное месторождение этого типа Молдова-Ноуа.

По имеющимся данным, все скарновые месторождения меди КНР связаны с яньшанской эпохой складчатости (верхний мезозой) и приурочены к контактным зонам гранитов и гранодиоритов. Рудные тела имеют неправильную трубо- или караваеобразную форму. Рудные минералы — пирротин, пирит, халькопирит, в некоторых месторождениях — магнетит или сфалерит, галенит. Содержание меди 2—3 %. Основные месторождения этого типа развиты в провинции Аньхой на востоке КНР.

Наиболее крупное месторождение Тунгуаншань находится на северо-западном крыле антиклинали, сложенной в осевой части силурийскими сланцами и карбоновыми кварцитами, а на крыльях — породами от перми до триаса. Весь этот комплекс пород прорван интрузией яньшанских диоритов и на их контакте с пермскими известняками сформированы скарновые залежи. Рудные обособления в них имеют характер линз и столбообразных залежей длиной до 300 м и мощностью 12—18 м. Среднее содержание меди 1,04 %. Расположенное недалеко месторождение Фынхуэньшань имеет содержание меди в руде 1,25 %.

Небольшие скарновые месторождения известны в Корейской Народно-Демократической Республике, где они связаны с контактами известняков и дайками фильзита. На месторождении Суан в провинции Хванхэ-Пукто содержание меди 0,38 % при 0,3 % молибдена, а на месторождении Холтан в провинции Чагандо содержание меди 1,5—3,5 %.

Скарновые месторождения Канады приурочены к так называемому медному поясу Уайтхорс в юго-западной части Юкона. Длина пояса 30 км, ширина 5—6 км. В пределах его выявлено 28 рудопроявлений, из которых по меньшей мере девять промышленных. В настоящее время общие запасы меди района оцениваются в 175 тыс. т при содержании ее в руде 1,2 %. Пояс Уайтхорс сложен породами верхнего триаса, представленными кварцитами, песчаниками, аргиллитами и в северной части известняками. Осадочные породы интрудированы меловыми гранитами (батолит Коасталл) и перекрыты молодыми базальтами. На контакте гранитов и вмещающих карбонатных пород возникли скарны, с которыми и связано медное оруденение, представленное халькопиритом и борнитом. Иногда встречается молибденит. В центральной части присутствует магнетит. Рудные тела крайне невыдержаны по форме. В настоящее время в поясе Уайтхорс разведаны месторождения: Вар-Игл — гранат-диопсид-тремолит-эпидотовые скарны, содержание меди 1,29 %; Арктик-Чиф — магнетитовые скарны по серпентинитам, содержание меди 1,32 %; Литтл-Чиф — кальцит-магниево-железистые скарны, содержание меди 1,41—2,14 %; Ковлей-Парк — кальций-магниевые скарны с медью и молибденом, содержание меди 0,87 %, молибдена 0,51 %. Наиболее крупным является месторождение Литтл-Чиф, запасы меди на котором достигают 100 тыс. т, остальные месторождения имеют запасы 10—15 тыс. т.

Медно-магнетитовым скарновым месторождением является Тасу в Британской Колумбии (Канада) на о. Морсби в Тихом океане, где магнетитовые руды с медью приурочены к контакту порфиров с вулканогенными породами. Месторождение представлено большим количеством мелких залежей, содержащих в среднем 38—45 % железа и 0,68 % меди. Запасы меди в трех наиболее крупных зонах составляют всего 35 тыс. т.

В Австралии известно скарновое месторождение вблизи Орандаса в шт. Новый Южный Уэльс. Содержание меди в руде 0,808 %, железа 25 %, золота 0,6 г/т, серебра 5 г/т. Запасы меди около 120 тыс. т.

Месторождение Азегур в Марокко расположено в западной части Высокого Атласа в полосе палеозойских известняков, прорванных гранитами каменноугольного возраста. Оруденение приурочено к скарнам, прослеживающимся вдоль контакта с гранитной интрузией более чем на 1 км при ширине 30 м. Всего на месторождении выделяется 10 небольших рудных тел, прослеживающихся на глубину до 200 м. Основные рудные минералы — халькопирит, молибденит и шеелит. При этом медные руды обычно приурочены к амфиболовым сланцам. Содержание меди в руде 1,5—1,9 %, молибдена 0,25 %, трехокиси вольфрама 0,35—0,40 %.

В западной части Атласских гор на территории Туниса известно медное месторождение Шуишна, приуроченное к зоне разлома в меловых отложениях и представленное линзообразными залежами, прослеживаемыми на глубину до 150 м. Руды прожилково-вкрапленные. Рудные минералы — халькопирит, пирит. Содержание меди около 2 %.

В Индонезии в Западном Ириане находится месторождение Эртсберг, на котором разведано 1,32 млн. т меди при ее содержании 2,75 %, 40,6 % железа, 7,5 г/т серебра и 0,7 г/т золота.

КАРБОНАТИТОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Месторождения меди, связанные с карбонатитами, открыты сравнительно недавно. Это месторождение Палабора в Южно-Африканской Республике, месторождение Цумеб в Намибии и группа месторождений Акджужт в Мавритании.

Рудное тело на месторождении Палабора представлено эллипсообразной вертикальной трубкой, прослеживающейся на глубину более 1350 м при площади поперечного сечения 1800 га. Трубка имеет интрузивный характер и сложена в центральной части карбонатитами, затем фоскоритами (магнетит-оливин-апатитовые

породы), шонкинитами и во внешней зоне — щелочными спилитами, пироксенитами и долеритами.

Медная минерализация связана с карбонатитовым ядром и представлена вкрапленностью и прожилками борнита, халькопирита и кубанита. Содержание меди в карбонатитах 0,68 % при общих ее запасах в 2,9 млн. т. Оруденение относится к докембрийскому возрасту. На месторождении Цумеб в Намибии трубообразная интрузия карбонатитов прорывает доломиты и тиллиты протерозоя. Оруденение образует в карбонатитах трубообразную залежь размером 1000×1500 м в поперечнике, прослеживающуюся на значительную глубину. Рудная минерализация в виде прожилков и скоплений неправильной формы. Рудные минералы — халькопирит, сфалерит, галенит, теннантит, борнит, халькозин и энаргит, реже пирит и молибденит. Содержание меди 2,39—4,53 %, свинца 1,7—7,43 %, цинка 2 %, серебра 79 г/т. Запасы меди пока определены в 310 тыс. т.

Рудное поле Акджужт с месторождениями Гельб-Могрейн, Табринкут и Лейглейтат-эль-Кхадер и рядом рудопроявлений находится в Западной Сахаре в 175 км к юго-западу от г. Атар. В районе развиты метаморфические породы нижнего и среднего протерозоя, прорываемые штоком известково-щелочного биотитового гранита. Оруденение на месторождении Гельб-Могрейн связано с силлом карбонатитов размерами 800×500 м, в которых рудное тело имеет диаметр от 40 до 120 м. Оруденение представлено линзами, прожилками и вкрапленностью рудных минералов в карбонатитах, доломитах и амфиболитах. Рудные минералы меди — халькопирит, кубанит и пирротин. Кроме них, в руде присутствуют магнетит, ильменит, пентландит, пирит и др., а также шеелит, молибденит, золото. Сульфиды меди образовались в последнюю стадию рудообразующего процесса. На месторождении устанавливается зона окисления, развитая до глубины 100 м. Содержание меди в первичных рудах 1,9 %, в зоне окисления 2,5 %. Общие запасы меди на месторождении оцениваются в 800 тыс. т.

Месторождение Табринкут, находящееся в 40 км восточнее предыдущего, имеет аналогичное геологическое строение. Размер штока карбонатитов 300×1000 м. Рудное тело сложено магнезиально-железистым карбонатом (анкеритом), оруденение в котором имеет вкрапленный характер, давая иногда и небольшие скопления. Рудные минералы — халькопирит, пирит, магнетит, шеелит, золото и висмутин. На месторождении развиты кварцевые жилы, которые также содержат указанные выше рудные минералы.

Месторождение Лейглейтат-эль-Кхадер расположено между описанными выше месторождениями и представлено четырьмя линзовидными телами среди метаморфических сланцев нижнего протерозоя. Рудовмещающими породами являются карбонатиты и амфиболиты. Основные рудные минералы — магнетит, гематит, халькопирит, пирит при преобладании первого, благодаря чему содержание железа в рудах достигает 45—55 %. Содержание меди в

целом на всю массу невысокое и вряд ли превышает 0,4—0,5 %. Общие запасы меди на месторождениях группы Акджужт составляют в окисленных рудах около 300 тыс. т, в первичных — около 500 тыс. т.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ МЕДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И РУДНЫХ РАЙОНОВ В СССР

Как следует из всего вышеизложенного, месторождения меди очень разнообразны как по своей геолого-промышленной характеристике, так и по времени образования. Однако основные запасы меди в мире, в том числе и в СССР, сосредоточены лишь в некоторых из этих разновидностей. Так, важнейшими и наиболее перспективными месторождениями можно считать:

— меднопорфировые месторождения кайнозойского (реже позднемезозойского) возраста, сформировавшиеся в условиях молодых подвижных поясов земного шара — Тихоокеанского и Средиземноморского;

— осадочные месторождения протерозойского возраста, образованные в последние стадии формирования древних платформ;

— осадочные месторождения верхнепалеозойского возраста, связанные с субгерцинскими впадинами на каледонидах;

— колчеданные месторождения палеозойского возраста, приуроченные в основном к герцинским складчатым областям и образовавшиеся на ранних и средних этапах их геосинклинального развития;

— медно-никелевые месторождения мезозойского возраста, связанные с интрузивными фациями трапповой формации и приуроченные к зонам активизации на платформах.

В СССР к числу перспективных следует отнести также меднопорфировые месторождения герцинского возраста, которые формируются обычно в пределах каледонид, вовлеченных в герцинские складчатые области. Жильные и скарновые месторождения, встречающиеся в широком возрастном диапазоне, обычно не дают крупных месторождений, хотя в отдельных случаях могут иметь промышленное значение. Карбонатитовые месторождения могут рассматриваться как перспективный тип комплексных медно-редкометальных с апатитом месторождений, но изучены они еще очень слабо.

Месторождения меднопорфировых руд кайнозойского и позднемезозойского возраста. Анализируя геологическую позицию северо-западной части Тихоокеанского складчатого пояса, автор еще в 1964 г. высказал соображения о наличии там крупных невыявленных меднопорфировых месторождений. То, что они там не известны, по мнению автора, объясняется отсутствием целеустремленных поисковых работ в этом районе. Возможность случайного выявления меднопорфировых месторождений слишком невелика, так как при рассеянном характере минерализации визуально этот тип оруденения, как правило, не фиксируется.

Следует подчеркнуть, что М. И. Иициксон (1967 г.) указал на возможность выявления медно-молибденовых руд вкрапленного и прожилково-вкрапленного типа в связи с гипабиссальными и субвулканическими телами умеренно кислых гранитоидов в пределах Восточно-Азиатского вулканического пояса и, в частности, его Охотско-Чукотского звена. Указанный исследователь параллелизует этот район с яньшанидами юго-востока КНР. Правда, несколько позже Е. Т. Шаталов, В. П. Матвиенко и М. И. Иициксон (1968 г.) возможность выявления месторождений меднопорфирового типа ограничили только внутренней зоной Тихоокеанского пояса, а именно Курильскими островами, восточным побережьем Камчатки в районе Усть-Камчатска и Корякским нагорьем. Те же авторы указывают на возможность нахождения медно-молибденовой минерализации в связи с вулканогенными поясами как окраинно-материковыми (Охотско-Чукотское и Сихотэ-Алинское звенья), так и материковыми (Уяндино-Ясачинский, Западно-Сихотэалинский, Джугджуро-Становой, Умлекано-Огоджинский и др.). По их мнению, эти пояса перспективны, так как сложены наземными эффузивными покровами (андезиты, дациты, липариты) и прорывающими их субвулканическими и гипабиссальными телами гранитоидного ряда.

Основными факторами, благоприятными для формирования месторождений в этом районе, являются: 1) наличие субвулканических интрузий монцонитового или гранодиоритового типа эоцен-миоценового возраста; 2) наличие ослабленных тектонических зон линейного характера в породах докайнозойского возраста; 3) широкое развитие процессов гидротермальной переработки пород вплоть до образования вторичных кварцитов, а также калишпатизации, серицитизации и хлоритизации.

Из анализа геологической позиции американской части Тихоокеанского складчатого пояса следует, что наиболее крупные меднопорфировые месторождения американского типа образуются в триас-юрских породах в пределах той части внешней его зоны, которая примыкает к внутренней зоне; достаточно крупные месторождения образуются во внешней зоне у ее границы с платформой в породах, значительно консолидировавшихся к проявлению кайнозойской складчатости и имеющих возраст не моложе юрского (северо-американский тип); и, наконец, более мелкие месторождения сформировались во внутренней зоне пояса (филиппинский тип), как правило, в ослабленных зонах у границы с выступами палеозойских и мезозойских структур, слабо переработанных кайнозойской складчатостью, обычно эти месторождения не молибденово-медные, а медные, со сравнительно небольшим количеством сопутствующего золота и серебра. Характерно, что в пределах вулканических поясов, развитых на западных берегах Северной и Южной Америки, т. е. непосредственно среди эффузивных пород, крупных месторождений меднопорфировых руд не известно.

Отдаленность северной части советского сектора Тихоокеанского пояса (Магаданская, Камчатская области и север Якутской АССР) от промышленных центров и слабая ее экономическая освоенность обусловливают промышленную ценность только достаточно крупных месторождений меднопорфировых руд, тем более, что в этих районах из-за климатических и физико-географических особенностей маловероятно присутствие месторождений с хорошо развитой зоной вторичного обогащения, таких, например, как в Южной Америке. Поэтому в настоящее время промышленную ценность могут представлять месторождения с достаточно значительными запасами.

Прогнозирование таких месторождений меднопорфирового типа затрудняется довольно сложной тектонической обстановкой в Верхояно-Чукотской складчатой области. Дело в том, что формирование складчатых структур здесь происходило не в условиях линейных давлений, как в американской части пояса, а между четырьмя жесткими массивами: Сибирской платформой на западе, Алданским щитом на юго-западе, Охотско-Колымским массивом (по-видимому, это был один массив) в центре и Чукотской плитой, или платформой, на севере, в результате чего возникли складчатые структуры, как бы огибающие Колымский срединный массив.

Учитывая, что в восточной части Тихоокеанского рудного пояса основное оруденение отмечается во внешней его зоне либо вблизи платформы, можно предположить, что более или менее крупные месторождения меднопорфировых руд могут располагаться вдоль северной, западной и юго-западной границ Колымского массива, а также на север и запад от Охотского вулканогена, частично заходя в его пределы.

Недостаточная геологическая изученность этих территорий не позволяет дать более конкретный прогноз, так как имеющиеся материалы недостаточны, чтобы выделить среди многочисленных интрузивов кайнозойские кислые интрузии, наличие которых необходимо для формирования крупных месторождений. Именно из-за отсутствия кайнозойских интрузий (как и других проявлений интрузивной деятельности) не может считаться перспективным на открытие месторождений меднопорфирового типа Верхоянский антиклинорий, находящийся, казалось бы, в очень благоприятной структурной обстановке.

В пределах Сихотэ-Алинской складчатой области меднопорфировые руды могут быть выявлены на всем ее протяжении как по обоим склонам Сихотэ-Алиня в пределах развития палеозойских и триас-юрских пород, так и вдоль границ области с Ханкайским и Буреинским массивами. В этом районе, как экономически более освоенном, чем рассмотренные выше, промышленное значение могут иметь и месторождения меньших масштабов: с запасами в 1,5—2 млн. т, но с содержаниями меди не менее 0,8 %.

Нахождение крупных месторождений меднопорфировых руд кайнозойского возраста в пределах советской части Средиземно-

морского складчатого пояса маловероятно, хотя небольшие месторождения промышленного значения там и могут быть открыты.

Месторождения меднопорфировых руд палеозойского возраста. Как уже указывалось, месторождения такого рода на территории СССР (Южно-Тяньшаньская, Джунгаро-Балхашская, Алтае-Саянская складчатые области) связаны с герцинскими гранитоидными интрузиями, представленными гранодиоритами, гранодиорит-порфирами и плагиогранит-порфирами, прорывающими более древние (от силурийских до карбоновых) образования как вулканогенно-осадочные, так и интрузивные. Оруденение, как правило, располагается на контакте вызвавших его интрузий с вмещающими породами (Кальмакырское, Коунрадское, Бощекульское, Актогайское) или по периферии гранитоидных массивов (Аксугское, Коксайское). При этом наблюдается приуроченность рудоносных интрузий к зонам глубинных разломов, а также широкое развитие процессов гидротермальных изменений вплоть до превращения пород во вторичные кварциты.

В каждой из указанных складчатых областей сейчас известно всего по два-три меднопорфировых месторождения, хотя в их пределах имеется ряд районов, где отмечается благоприятное для оруденения сочетание зон глубинных разломов с проявлениями герцинской интрузивной деятельности. При этом наиболее благоприятными для формирования меднопорфировых месторождений являются те площади, где развиты каледонские складчатые образования, которые к моменту проявления герцинской складчатости представляли собой достаточно жесткие глыбы, реагировавшие на герцинскую складчатость проявлением разрывной тектоники, а также смежные с ними области герцинид. По-видимому, наиболее перспективной следует признать Джунгаро-Балхашскую складчатую область, особенно в месте смыкания ее с Тенизской и Джезказганской впадинами на западе, Кокчетавской глыбой на западе и северо-западе, Жаркинской синклинорной структурой на востоке и Чуйской синеклизой и Илийской впадиной на юге. В Южно-Тяньшаньской области перспективны районы, пограничные с Северо-Тяньшаньской каледонской складчатой областью. Месторождения Алтае-Саянской области изучены более слабо, но, судя по аналогии с другими районами, можно предполагать, что наиболее перспективной на выявление меднопорфировых месторождений является ее восточная часть, особенно Тувинский прогиб, где девонские и карбоновые породы прорваны герцинскими гранитами.

Осадочные месторождения меди протерозойского возраста. То, что в настоящее время крупные осадочные месторождения меди нижнепротерозойского возраста известны только в двух районах мира — в Центральной Африке и на востоке СССР, по-видимому, обусловливается сложностью комплекса необходимых условий для их формирования, в том числе определенных условий зоны формирования исходного материала (наличие меди в разрушаемых породах, рельеф, климат, развитие речной сети) и зоны

седиментации (водный режим, водородный потенциал). Поэтому в данное время прогнозировать нахождение новых аналогичных районов на территории СССР очень трудно. Однако значительная площадь развития нижнепротерозойских образований в районах, примыкающих к Удоканскому месторождению, позволяет достаточно высоко оценивать возможность выявления там новых промышленных скоплений меди осадочного происхождения. Наиболее перспективны в этом отношении территории, расположенные к западу и северо-западу от месторождения по направлению к р. Витим, где недавно выявлено новое месторождение на р. Сюльбан. Аналогичные медистые песчаники встречены и к югу от Удоканского месторождения на участке Ункур. Восточнее Удокана выявлено месторождение Красное. Вообще территорию к востоку от Удоканского месторождения следует считать потенциально перспективной, так как нижнепротерозойские осадочные образования протягиваются вдоль Станового хребта до бассейна р. Нюкжи и верховьев р. Алдан. Значительный интерес представляет и площадь развития протерозойских пород, находящаяся к северу в бассейне р. Олекмы, где в последние годы выявлены медные проявления.

Поскольку в мире известны также осадочные месторождения меди верхнепротерозойско-нижнекембрийского (район оз. Верхнего в США) и кембрийского (Израиль и Иордания) возраста, интересен факт нахождения меденосных осадочных отложений (алевролитов и песчаников) среди верхнепротерозойских — нижнекембрийских образований западных склонов Приморского и Байкальского хребтов, протягивающихся вдоль всего западного побережья оз. Байкал. Здесь в отдельных точках были вскрыты медистые песчаники и алевролиты мощностью от 0,5 до 7 м с содержанием меди от 0,2—0,5 до 2—3 %. Этот район представляет собой зачаточный краевой прогиб на юго-восточной окраине Сибирской платформы, выполненный рифейско-нижнекембрийскими осадками. Геологическая обстановка этого района аналогична той, в которой находятся осадочные месторождения юго-запада КНР, что позволяет предполагать здесь наличие месторождений осадочной меди промышленного значения.

Осадочные месторождения средне-верхнепалеозойского возраста. Крупные осадочные месторождения меди, время формирования которых датируется средним — верхним палеозоем, так же редки в мире, как и протерозойские, что объясняется аналогичными причинами (см. выше). Поэтому представляется целесообразным ориентироваться при изучении месторождений этого типа не только на поиски новых рудоносных районов, но и на более углубленное исследование уже известных.

Так, перспективы Джезказганского района (самого крупного в СССР) еще далеко не раскрыты в настоящее время. Изучена лишь только та часть Джезказганской впадины, в которой находится одноименная синклинорная структура, а остальная ее площадь еще совершенно не изучена. Это объясняется тем, что дол-

гое время господствовало мнение о метасоматическом характере рудообразования в этом районе, который в первую очередь определялся тектоническими процессами, а не палеогеографическими условиями в девоне — карбоне, поэтому последние по существу остались слабо изученными. В пределах самой Джезказганской синклинорной структуры новых крупных месторождений, очевидно, нет, но аналогичная обстановка в других частях впадины могла существовать. Чтобы установить это, а следовательно, и решить вопрос о возможной рудоносности всей Джезказганской впадины, необходимо провести там соответствующие палеогеографические и литолого-фациальные исследования с применением бурения глубоких скважин по профилям. Необходимо также изучить и расположенную несколько севернее Тенизскую впадину, являющуюся аналогом Джезказганской по условиям образования. В пределах этой впадины на поверхности развиты пермские осадки, из-под которых по периферии выходят каменноугольные образования с проявлениями меди в отдельных точках. Эта территория Центрального Казахстана является наиболее перспективной на выявление новых месторождений медистых песчаников.

Судя по имеющимся геологическим данным, отложение меденосных осадков в Предуралье происходило при наличии сформировавшегося восточнее незадолго до того Уральского горного сооружения. Реки, текущие с этого хребта, были очень короткими и маломощными, что исключало образование крупных дельт, а следовательно, и накопление значительных по площади дельтовых осадков. Образование в это время Предуральского прогиба вызвало наступание моря со стороны Восточно-Европейской (Русской) платформы, благодаря чему меденосные отложения формировались на некотором удалении от береговой линии, т. е. западнее районов, где расположены известные рудопроявления. В связи с этим представляется целесообразным вести поиски месторождений, связанных с карбонатно-глинистыми породами, в восточной части платформы.

Тщательное изучение палеогеографических условий позднего палеозоя может наметить новые пути к разрешению проблемы выявления достаточно крупных осадочных месторождений меди в указанном районе.

В последние годы проявления осадочной меди встречены в районе Сетте-Дабана, где они связаны с красноцветными отложениями позднедевонского возраста, перекрытыми каменноугольными известняками. Сетте-Дабан является перикратонным краевым прогибом Сибирской платформы, формирование которого началось в конце верхнего протерозоя и завершилось в позднекарбоновое время. Развитие красноцветов в верхнем девоне свидетельствует о временной регрессии моря, находившегося на востоке, что создавало благоприятные условия для формирования дельтовых и прибрежных осадков потенциально меденосных. Учитывая значительную протяженность Сетте-Дабанского прогиба (совместно с прилегающими к нему с севера и юга двумя прогибами

Юдома-Майским и Хараулахским) можно считать восточную их часть, сложенную осадками позднедевонского возраста, перспективной на нахождение промышленных месторождений осадочной меди.

Колчеданные месторождения палеозойского возраста. Как видно из приведенных выше описаний, в СССР основные колчеданные месторождения меди сосредоточены на Урале. Известны они также и в Иртыш-Зайсанской, Джунгаро-Балхашской, Алтае-Саянской и Северо-Кавказской герцинских складчатых областях.

Несмотря на то, что работы по поискам и разведке колчеданных месторождений меди на Урале ведутся давно, его перспективы еще полностью не исследованы в этом отношении. Наиболее хорошо изучен Средний Урал и северная половина Южного и значительно слабее исследована остальная его территория. В последние годы, когда объем геологоразведочных работ в южной половине Урала возрос, выявляются крупные месторождения все в более и более южных районах региона: в Оренбургской (Гайское месторождение), Актюбинской (имени 50 лет Октября, Приорское) областях. Совершенно не изучена меденосность Северного и Полярного Урала на территории Тюменской области и Коми АССР, хотя отдельные проявления меди там известны. На Среднем Урале до сих пор уделялось мало внимания Восточному Зауралью, где под сравнительно маломощным покровом мезокайнозойских отложений находятся структуры, аналогичные тем, с которыми связано оруденение в горной части Среднего Урала. Наличие в этой зоне Султановского (Свердловская область) и Светлинского (Оренбургская область) месторождений указывает, что резервы Среднего Урала в этом отношении еще не все исчерпаны. Изучение меденосных отложений палеозоя, перекрытых мезо-кайнозойскими отложениями в Башкирии, привело к открытию весьма перспективного Юбилейного и Подольского месторождений на глубинах более 100—300 м.

Перспективными на выявление новых и достаточно крупных месторождений в пределах Урала следует считать:

— южную часть Урала и северную часть Мугоджар в пределах Башкирской АССР, Оренбургской и Актюбинской областей, особенно это касается месторождений, не выходящих на дневную поверхность;

— площади на территории Башкирии и Восточного Зауралья, перекрытые мезозойскими и кайнозойскими отложениями;

— Полярный и Северный (севернее Свердловской области) Урал.

Возможности выявления медных палеозойских месторождений колчеданного типа в остальных районах СССР более ограниченные. В Иртыш-Зайсанской и Алтае-Саянской складчатых областях колчеданные месторождения являются существенно свинцово-цинковыми, а медь в них присутствует обычно в небольших количествах. Типично медные колчеданные месторождения типа Орловского в Иртыш-Зайсанской области в этих районах, по-ви-

димому, редкое явление. Незначительная длина и ширина полосы палеозойских образований на Северном Кавказе и достаточно детальное ее опоискование предопределяют небольшую перспективность этой территории на медь. Несколько выше перспективы Чингиз-Тарбагатайского района в северо-восточной части Джунгаро-Балхашской складчатой области, где находятся месторождения Акбастау и Кумурун. Район этот еще очень слабо изучен, и весьма вероятно здесь открытие новых месторождений подобного типа. Гипотеза В. Г. Гарьковца о связи уральских структур со среднеазиатскими в случае их наличия получит свое подтверждение. Заслуживает внимание нахождение в последние годы медноколчеданного проявления в Кызылкумах.

Мезозойские колчеданные месторождения. Мезозойские колчеданные месторождения не дают значительных запасов меди по сравнению с колчеданными месторождениями палеозойского возраста. В СССР такие месторождения известны только в Кавказской мезо-кайнозойской складчатой области (Кызыл-Дере), там же, по-видимому, могут быть выявлены и новые месторождения подобного типа.

Медно-никелевые месторождения мезозойского возраста. Месторождения этого типа на территории СССР представлены Талнахским и Октябрьским в Норильском районе, однако возможности этого района еще не полностью определены и можно ожидать выявления там новых месторождений вдоль зоны глубинных разломов по западному борту Тунгусской синеклизы на юг до широты г. Туруханска.

К сожалению, имеющиеся геологические данные, свидетельствующие о наличии глубинных разломов на западной границе Тунгусской синеклизы, не говорят о наличии их на восточном ее борту. Однако это, по всей вероятности, связано со слабой геологической изученностью территории восточного борта синеклизы. Поэтому вполне возможно, что в северной половине восточного борта Тунгусской синеклизы, где наиболее вероятно развитие тектонических напряжений и связанных с ними зон глубинных разломов, образовавшихся при поднятии Анабарского массива над общим уровнем Сибирской платформы, можно ожидать выявления крупных медно-никелевых месторождений.

Это предположение подтверждается находкой в последнее время в районе северо-восточного борта Тунгусской синеклизы рудоносных дифференцированных интрузий, представленных долеритами и габбро-долеритами, в нижних горизонтах которых встречено гнездовое медно-никелевое оруденение.

Перспективной следует считать также южную часть полуострова Таймыр, где трапповая формация залегает в сложной тектонической обстановке в виде интрузивных тел, вытянутых вдоль мощных широтных зон разломов.

Жильные месторождения меди. Жильные месторождения меди обычно имеют небольшие запасы, и поэтому при рассмотрении перспектив развития минерально-сырьевой базы медной промышленности в СССР, поскольку в нашей стране имеются крупные месторождения меднопорфирового, осадочного и колчеданного горнопромышленного типов, они отдельно не учитываются. Их выявление возможно при поисках меднопорфировых месторождений, с которыми они обычно пространственно связаны. Вопрос о существовании на территории СССР докембрийских жильных месторождений пока не ставился.

Скарновые месторождения меди. Скарновые месторождения меди являются наиболее редкими на земном шаре, удельный вес их в мировом балансе запасов меди составляет лишь немного более 1 %. Образование месторождений этого типа изучено недостаточно для того, чтобы можно было уверенно прогнозировать районы их выявления, в том числе и в СССР. По-видимому, их формирование происходило при благоприятной геологической обстановке и наличии близко расположенных друг от друга эндогенных источников меди и контактовых зон внедряющихся интрузий с литологически благоприятными для скарнирования породами. При этом в большинстве случаев медь сопутствовала железу.

Карбонатитовые месторождения. Месторождения этого типа пока очень редки и известны только в ЮАР и Мавритании, но возможно их присутствие и на территории СССР, где карбонатиты довольно широко развиты.

А. И. Гинзбург и Е. М. Эпштейн (1968 г.) указывают, что карбонатиты приурочены к активизированным краевым частям крупных платформ и четко связаны с глубинными разломами. В пределах СССР они выделяют Кольскую, Северо-Сибирскую, Енисейскую, Чадобецкую, Восточно-Саянскую, Сетте-Дабанскую и Алданскую карбонатитовые провинции. Возможность выявления в пределах указанных районов промышленных проявлений меди не исключена. Специфические условия формирования карбонатитовых месторождений позволяют предполагать их комплексный характер, т. е. кроме меди, там можно ожидать присутствия ряда редких металлов, железных руд и апатита.

На основании всех приведенных выше данных можно сделать следующие выводы.

1. Основными типами медных месторождений, которые должны обеспечить дальнейшее развитие медной промышленности в СССР, являются: меднопорфировый, осадочный, колчеданный и медно-никелевый. Месторождения этих типов обладают примерно равными перспективами (по сумме разведанных и прогнозных запасов).

Перспективность каждого из основных типов месторождений меди в СССР в зависимости от времени их формирования показана суммарной величиной их разведанных и прогнозных запасов (табл. 14).

2. Наиболее перспективны для выявления новых месторождений меднопорфировых руд районы Тихоокеанского складчатого пояса, особенно в его северной части, где можно ожидать открытия крупных месторождений кайнозойского возраста, и Джунгаро-Балхашская складчатая область, где могут быть обнаружены новые месторождения палеозойского возраста.

Возможно увеличение запасов и за счет палеозойских меднопорфировых месторождений Алтае-Саянской и Южно-Тяньшаньской складчатых областей.

Таблица 14

Распределение разведанных и прогнозных запасов меди в СССР по геолого-промышленным типам и возрасту месторождений

Геолого-промышленный тип	Сумма разведанных и прогнозных запасов %				Итого
	докембрийских	палеозойских	мезозойских	кайнозойских	
Меднопорфировый	—	16,1	—	24,8	40,9
Осадочный	11,2	7,7	—	—	18,9
Колчеданный	—	16,6	0,4	1,1	18,1
Медно-никелевый	1,0	—	19,2	—	20,2
Жильный	—	0,6	0,3	0,1	1,0
Скарновый	—	0,9	—	—	0,9
Всего	12,2	41,9	19,9	26,0	100,0

3. Осадочные месторождения меди протерозойского возраста могут быть выявлены на площадях, тяготеющих к Удоканскому месторождению в Восточном Забайкалье, где очень значительны перспективы на месторождения среднепротерозойского возраста, а также по западному побережью оз. Байкал, где могут быть обнаружены месторождения верхнепротерозойского возраста.

4. Весьма перспективны на выявление осадочных месторождений палеозойского возраста Джезказганская и Тенизская наложенные субгерцинские впадины, Сетте-Дабанский перикратонный прогиб и восточный борт Восточно-Европейской платформы при переходе ее в Предуральский прогиб. В первых двух случаях это будут месторождения медистых песчаников, в третьем — месторождения типа предсудетских, связанных с мергелистыми сланцами.

5. Медно-никелевые месторождения мезозойского возраста, связанные с интрузивными фациями трапповой формации, могут быть обнаружены как непосредственно в Норильском районе, так и по северо-восточному борту Тунгусской синеклизы и в южной части полуострова Таймыр.

6. Колчеданные месторождения палеозойского возраста продолжают играть большую роль в составе минерально-сырьевой базы медной промышленности, причем основным медноколчеданным районом страны остается Урал. Наиболее вероятно нахождение новых месторождений в районах Южного Урала и в северной части Мугоджар, а также в закрытых молодыми образованиями погребенных палеозойских структурах Зауралья. Не исключена возможность выявления колчеданных месторождений на Северном Полярном Урале.

Глава III

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СВИНЦА И ЦИНКА

Запасы свинца и цинка в мире распределены неравномерно по геолого-промышленным типам месторождений. Половина всех учтенных запасов приходится на колчеданные месторождения. За ними следуют месторождения эпиплатформенного и субгеосинклинального типов, ранее объединявшиеся нами в один тип — стратиформных месторождений. Запасы металлов в этих двух типах составляют одну треть всех запасов. Одна десятая часть запасов приходится на месторождения жильного типа и незначительная на скарновые (табл. 15). Более половины мировых запасов содержится в месторождениях палеозойского возраста, из них половина приходится на колчеданные месторождения, приуроченные к герцинским складчатым областям. Значительное количество запасов свинца и цинка в герцинское время сформировалось в условиях подвижных окраин платформ среди слабодислоцированных карбонатных пород чехла на них. Около 1/4 всех запасов образовалось в докембрии, в это время в основном формировались колчеданные месторождения в подвижных геосинклинальных поясах между древними кратонами. В мезозойское и кайнозойское время активность формирования свинцово-цинковых месторождений резко снизилась и если в мезозое еще возникали в основном эпиплатформенные и субгеосинклинальные месторождения, то в кайнозое — жильные, присущие консолидированным областям. Колче-

Таблица 15

Распределение мировых разведанных запасов свинца и цинка по геолого-промышленным типам и возрасту месторождений

Геолого-промышленный тип	Среднее отношение содержания свинца к цинку	Сумма разведанных запасов свинца и цинка %				Итого
		докембрийских	палеозойских	мезозойских	кайнозойских	
Колчеданный	1:2,5	23,0	24,7	1,4	0,9	50,0
Эпиплатформенный	1:1,1	0,4	18,2	1,9	—	20,5
Субгеосинклинальный	1:1	3,3	7,5	3,6	0,9	15,3
Жильный	1:1,3	1,2	1,4	1;0	7,2	10,8
Скарновый	1:1,4	—	1,9	0,6	0,9	3,4
Всего	1:1,6	27,9	53,7	8,5	9,9	100,0

данные месторождения в это время образовывались в незначительном объеме в пределах Средиземноморской геосинклинальной области.

В пределах СССР колчеданные месторождения, дающие, как и во всем мире, основную часть запасов, имеют разный возраст: от протерозойского до мезозойского. Возраст субгеосинклинальных месторождений от верхнепротерозойского до верхнепалеозойского, среди более молодых отложений они неизвестны. Совершенно неизвестны в СССР пока месторождения эпиплатформенного типа, дающие 1/5 часть всех запасов свинца и цинка в мире и сформировавшиеся в основном в нижнепалеозойское время. Основные месторождения этого типа связаны с образованиями палеозойского чехла на периферии Северо-Американской платформы. Однако, учитывая значительное развитие в СССР карбонатных пород в чехле на Сибирской платформе, особенно в восточной ее половине, можно говорить о том, что перспективы этого типа оруденения на нашей территории еще далеко не выявлены, хотя отдельные месторождения такого рода и начинают открываться.

Запасы свинца и цинка в скарновых месторождениях в СССР имеют несколько большее значение, чем в остальных странах мира. Однако это может быть связано с тем, что имеющиеся литературные данные по ним недостаточны; следует учитывать, что при изучении литературы по зарубежным месторождениям не всегда удается определить, происходило ли скарнирование до рудоотложения или оно находилось на сформировавшемся месторождении.

В кайнозойское время в СССР формировались только жильные месторождения, количество запасов в которых слишком незначительно.

Ниже описаны геолого-промышленные типы месторождений по степени их промышленной значимости. Поэтому вначале рассматриваются колчеданные месторождения, затем эпиплатформенные, а следом за ними субгеосинклинальные, жильные и скарновые. Внутри трех первых групп первыми описываются месторождения палеозойского возраста, как имеющие наибольшее значение.

КОЛЧЕДАННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Колчеданные месторождения палеозойского возраста являются по запасам свинца и цинка наиболее значительной группой месторождений в мире. То, что их образование связано с проявлениями вулканической деятельности в начальные стадии формирования геосинклиналей, обусловливает их явно выраженную приуроченность к складчатым областям.

В Европе колчеданные месторождения палеозойского возраста известны в ФРГ, Испании, Норвегии, Румынии и Чехословакии. Известны они в Канаде и Перу, а также в КНР, Иране и Бирме. По-видимому, распространение колчеданных месторождений

палеозойского возраста в зарубежном мире несколько шире, так как известен ряд месторождений, принадлежность которых к колчеданным месторождениям вполне вероятна, но по имеющимся литературным данным не может быть доказана.

Значительно по сравнению с другими странами количество колчеданных палеозойских месторождений в СССР. Особенно много их сосредоточено в Рудном Алтае, представляющем собой Иртыш-Зайсанскую складчатую область. Свинцово-цинково-медное оруденение на территории Рудного Алтая приурочено к метаморфическим вулканогенно-осадочным породам средне-верхнедевонского, реже нижнекарбонового возраста, а именно, к сильно окварцованным, хлоритизированным и серпентинизированным породам, образовавшимся за счет эффузивов кислого и среднего состава. Как правило, в рудах содержится цинка больше, чем свинца, а свинца больше, чем меди, однако есть и исключения. Так, в руде Орловского месторождения меди больше, чем цинка, а свинца меньше, чем цинка. На небольшом Крючковском месторождении — высокое содержание свинца и меди, а цинк отсутствует совсем. На Иртышском, Ново-Березовском и Золотушинском месторождениях меди меньше, чем цинка, но больше, чем свинца. Оруденение распространяется двумя почти параллельными полосами северо-западного и юго-восточного направлений, приуроченными к региональным разломам, ограничивающим крупный гранитный массив. Западная полоса, простирающаяся вдоль западного контакта указанного массива и получившая в восточной своей части наименование Иртышской зоны смятия, включает месторождения Березовское и Орловское на территории Казахстана и Золотушинское и Ново-Золотушинское на территории Алтайского края.

В восточной полосе оруденение локализуется в трех рудных районах: Зыряновском и Лениногорском на территории Казахстана и Змеиногорском в пределах Алтайского края. В первом известно Зыряновское месторождение, во втором Риддер-Сокольное, Тишинское и ряд мелких рудопроявлений. В Змеиногорском районе находятся месторождения Корбалихинское, Степное, Среднее, по масштабам оруденения уступающие месторождениям двух первых районов, и ряд других более мелких.

Рудные тела на месторождениях Рудного Алтая обычно имеют линзообразную и пластообразную форму и залегают согласно с вмещающими их породами, в основном в сводовых частях и на крыльях антиклинальных складок. Как правило, верхняя граница залежей резкая, внизу же часто сплошные руды переходят в прожилково-вкрапленные, и оруденение постепенно затухает. В восточной полосе рудные залежи обычно развиты в низах среднего девона, в западной — в верхах среднего и самых низах верхнего девона. Содержание цинка по месторождениям колеблется от 1,8 до 8,5 %, свинца от 0,3 до 2,3 %, меди от 0,3 до 4,2 %.

В Лениногорском районе оруденение приурочено к различным стратиграфическим горизонтам вулканогенно-осадочных образований среднего девона (эйфель и живет): на Риддер-Сокольном

месторождении — к нижнему горизонту, на Тишинском — к среднему, на мелких месторождениях Шубинском и Габриелевском — к верхнему. На Риддер-Сокольном месторождении установлен ряд стратифицированных залежей мощностью от 5—8 до 70—90 и даже до 140 м. Тишинское месторождение представлено одной крупной залежью и рядом мелких. Основное рудное тело прослеживается на глубину 800 м при почти вертикальном залегании. Мощность его колеблется от 3 до 70 м.

Зыряновское месторождение в одноименном рудном районе приурочено к антиклинальной складке сундучного типа, сложенной среднедевонскими эффузивно-осадочными образованиями. Рудные залежи имеют пласто- и линзообразную форму и контролируются зонами срыва и рассланцевания, приуроченными к контакту двух свит эйфеля. Мощность рудных тел достигает 100 м.

В Змеиногорской группе месторождений наиболее крупными являются Корбалихинское, Степное и Среднее. На Корбалихинском месторождении руды приурочены к гидротермальноизмененным вулканогенно-осадочным породам живетского яруса среднего девона. На месторождении выявлено восемь рудных тел мощностью 5—8,4 м.

Наиболее крупное месторождение в западной полосе — Орловское — представлено тремя линзообразными рудными телами, приуроченными к контакту эффузивных и осадочных пород. Мощность рудных тел до 48—70 м. Николаевское месторождение представлено пятью рудными телами, залегающими в туфогенно-осадочных породах. Наиболее крупное из них имеет мощность от 4 до 130 м. Белоусовское месторождение приурочено к крыльям и замковой части опрокинутой на юго-запад антиклинальной складки. Рудные тела находятся в зоне контакта кислых эффузивов с горизонтами углисто-глинистых сланцев и представляют собой вытянутые линзы мощностью от 2 до 5,5 м(в раздувах до 10—14 м). Иртышское месторождение представлено согласно залегающими пластообразными залежами сплошных и вкрапленных руд среди хлоритизированных и серицитизированных туфов и сланцев. Основная залежь имеет мощность от 0,3 до 14 м. Рудные залежи Ново-Березовского месторождения приурочены к вулканогенным породам. Мощность их колеблется от 1 до 17,5 м. Остальные месторождения этой группы по геологической позиции и строению рудных тел аналогичны Иртышскому и Ново-Березовскому.

Вторым крупным районом палеозойского колчеданного оруденения в СССР является Северное Забайкалье, где разведано Озерное свинцово-цинковое месторождение. Это месторождение расположено на площади развития нижнекембрийских образований в обрамлении юго-восточной части Сибирской платформы и связано с начальными этапами развития раннекаледонской геосинклинали. Пластообразные рудные тела залегают согласно в вулканогенно-осадочных (лавы и туфолавы, андезит-дацитовые и риолит-дацитовые порфириты, туфы, туффиты) и карбонатных породах, образующих пологую синклинальную складку, осложненную рядом

разломов и прорываемую дайками порфиров пермо-триаса и долеритов и трахидолеритов триаса. Кроме колчеданных рудных тел, встреченных на 10 различных стратиграфических горизонтах, на месторождении развиты сидеритовые руды, представленные линзообразными залежами.

Всего на месторождении выявлено семь крупных и несколько мелких рудных тел пласто- и линзообразной формы мощностью до 60 м. Руды массивные, полосчатые брекчиевидные и вкрапленные. Рудные минералы — пирит, сфалерит, галенит, в небольшом количестве арсенопирит, пирротин, халькопирит.

К колчеданному типу следует, по-видимому, отнести также месторождение Чинасылсай, находящееся в западной части Джунгаро-Балхашской складчатой области и приуроченное к вулканогенно-осадочным образованиям силура. Рудные тела линзообразной формы приурочены к порфиритам и их туфам и имеют мощность 3—6 м.

Значительное количество медно-цинковых колчеданных месторождений находится в Уральской герцинской складчатой области. Все эти месторождения, представляющие меднорудную базу Урала, описаны в разделе «Месторождения меди».

Колчеданные месторождения в пределах каледонской Алтае-Саянской складчатой области представлены Салаирской и Урской группами месторождений в западной части области и Кызыл-Таштыгским месторождением в ее юго-восточной части. Месторождения Салаирской группы связаны с нижне-среднекембрийскими эффузивно-осадочными породами. Все месторождения этой группы сосредоточены в зоне смятия мощностью около 200 м, развитой по границе между интрузивными кварцевыми кератофирами и эффузивно-осадочными породами. Всего в этой группе насчитывается 55 небольших рудных тел, имеющих обычно линзообразную форму. Содержание свинца в рудах до 1,0 %, цинка до 3,0 %, меди от 0,07 до 0,42 %. Урская группа месторождений, расположенная в 35 км от Салаирской, находится в той же геологической обстановке. Оруденение приурочено к зоне смятия в кварц-серицитовых и графитистых сланцах нижнего кембрия. Руды на этих месторождениях медно-цинковые с небольшим количеством свинца. Кызыл-Таштыгское месторождение залегает также среди пород спилит-кератофировой формации нижнего кембрия. На месторождении выявлен ряд рудных тел линзообразной формы мощностью 3,7—16,1 м.

Новый район полиметаллического оруденения — Хандизинский — открыт в Узбекистане на юго-западной окраине Гиссарского хребта. Оруденение развито там на значительной площади и приурочено к известково-кремнистым и вулканогенным породам каменноугольного возраста, залегающим на размытой поверхности гнейсов и кристаллических сланцев докембрия. Рудные тела представляют собой согласные с вмещающими породами сложные линзообразные залежи мощностью до 20 м.

Наиболее крупные колчеданные месторождения в Канаде, связанные с каледонской эпохой рудообразования, находятся в рудном районе Батерст-Ньюкасл (провинция Нью-Брансуик) на юго-востоке страны. Месторождения приурочены к осадочно-эффузивным породам ордовика. В районе выявлено 17 рудных участков с общими запасами 4,5 млн. т свинца и 11,0 млн. т цинка при содержании свинца в руде 1,6—2,4 %, цинка 4,1—6,6 %. В рудах обычно содержится от 0,5 до 1,1 % меди, 36—81 г/т серебра и 0,9 г/т золота. На наиболее крупном месторождении Анакон-Ледридж № 12 запасы за последние годы были увеличены в 2 раза и составляют 2 млн. т свинца и 5,2 млн. т цинка при их содержании в руде соответственно 3,5 и 8,8 %.

В северной части провинции Нью-Брансуик находится свинцово-цинково-медное месторождение Карибу, приуроченное к контакту вулканогенных и осадочных пород раннего ордовика. На месторождении известны три линзообразных рудных тела, сложенных на 40 % пиритом и мелкозернистой пирит-галенит-сфалеритовой массой. Текстура руды ритмичнослоистая. На востоке провинции Новая Шотландия находится месторождение Майкдомар. Рудные тела в виде неправильных линз приурочены к вертикальной зоне разлома длиной 1650 м и шириной несколько сот метров. Рудная масса раковистой структуры состоит (в порядке убывания) из пирита, сфалерита, галенита, халькопирита и теннантита. В центральном вулканическом поясе Ньюфаундленда, сложенном среднеордовикско-силурийскими щелочно-известковистыми породами, находится рудный район Бучан. Рудообразование приурочено к двум стратиграфическим уровням. Рудные тела имеют согласную пластовую и линзообразную форму. Рудные минералы: тонкая смесь сфалерита, галенита и халькопирита. В меньшей мере развиты пирит, тетраэдрит, борнит, ковеллин и энаргит.

В Перу в Прибрежном хребте находится колчеданное медно-свинцово-цинковое месторождение Серро-де-Паско, связанное с палеозойскими породами, выступающими из-под более молодых образований. Оруденение приурочено к юго-восточной стенке жерла вулкана, в месте ее пересечения крупным сбросом северо-западного простирания. Жерло вулкана имеет диаметр около 1,5 км. Рудное тело в виде серповидной линзы залегает как в породах жерловой фации, так и в окружающих их известняках. На поверхности оно имеет длину 1880 м и мощность в максимальном сечении до 300 м. На глубине порядка 750 м рудное тело расщепляется на ряд мелких линз. Рудными минералами являются пирит, халькопирит, галенит, в меньшей степени пирротин, касситерит, аргентит, теннантит и др. Содержание в рудах свинца в среднем 5 %, цинка 12 %, меди 0,15 %, серебра 110 г/т. Разведанные запасы составляют 550 тыс. т свинца и 1350 тыс. т цинка. В Перу имеется также ряд других более мелких месторождений.

На описанном в разделе «Месторождения меди» медноколчеданном месторождении Байинчан в провинции Ганьсу в КНР, связанном с верхнепалеозойской эпохой рудообразования, в колче-

данных залежах участка Ситешань имеются участки с высоким содержанием свинца и цинка (соответственно 4,5 и 6 %).

На колчеданном месторождении Боудвин, расположенном в автономном государстве Шан, входящем в состав Бирмы, оруденение прослеживается на протяжении 2,5 км при ширине круто падающей оруденелой зоны 150 м. Наиболее крупное рудное тело Чайкамен имеет протяженность 1000 м при мощности 15 м и прослеживается на глубину 400 м. Месторождение приурочено к нижнепалеозойским эффузивным породам, находящимся в области мезозойской складчатости и представленным риолитовыми туфами, брекчиями и лавами. Выделяются богатые руды, содержащие 18,3 % свинца и 10,7 % цинка, кроме того, в них содержится 0,8 % меди и около 400 г/т серебра. Остальные руды содержат 8,3 % свинца и 4,8 % цинка. Запасы металла в этих рудах составляют 750 тыс. т свинца и 430 тыс. т цинка. Следует учесть, что за время эксплуатации месторождения получено 2,2 млн. т свинца и 1,4 млн. т цинка. В этом же районе находится месторождение Лоуф-Кенг, на котором линзообразные существенно цинковые залежи приурочены к слабодислоцированным известнякам ордовика, содержащим прослои сланцев. Длина залежей 150—270 м, средняя мощность 6 м. Руды содержат 35—40 % цинка. Запасы его 0,5—0,7 млн. т.

На территории ФРГ в пределах герцинской складчатой области центральной Европы известно два колчеданных полиметаллических месторождения — Раммельсберг и Мегген. Месторождение Раммельсберг в Верхнем Гарце представлено двумя крупными колчеданными залежами линзообразной формы, залегающими согласно среди вулканогенно-осадочной толщи (темные сланцы и песчаники с прослоями известняков, вулканических туфов и диабазов среднего девона). Породы девона в районе месторождения образуют синклинальную складку опрокинутого залегания. Рудные залежи прослеживаются по простиранию и по падению на 500 м и имеют максимальную мощность 20—30 м. Руды представлены массивными и полосчатыми разностями, содержат в среднем 18 % цинка, 8 % свинца и 1,3 % меди. В виде примесей присутствуют золото, серебро, висмут, сурьма, ртуть, кадмий и индий. Общие запасы руды на месторождении составляли 22 млн. т, что соответствует 4 млн. т цинка и 1,7 млн. т свинца. К настоящему времени 17 млн. т руды уже отработано. Месторождение Мегген является существенно цинковым и представлено колчеданными (преимущественно пирит с прослойками сфалерита) залежами мощностью 3—6 м в девонских известняках. Содержание цинка 5,6 %, свинца 0,4 %, меди 0,03 %. Запасы цинка на месторождении составляют 2 млн. т, свинца 140 тыс. т.

В Испании, кроме крупного месторождения Рио-Тинто, описанного в главе «Месторождения меди», в последнее время выявлено еще два довольно больших колчеданных месторождения Азналькольяр и Сотиель-Коронадо. Первое из указанных месторождений находится в 40 км к югу от г. Севилья и представлено рудной залежью мощностью до 140 м, прослеживающейся по простиранию на 750 м и на глубину до 300 м. Руды содержат около 2 % свинца, 4,8 % цинка, 0,5 % меди и до 50 г/т серебра. Запасы свинца и цинка определены соответственно в 1 и 2,4 млн. т. Данные о геологическом строении месторождения Сотиель-Коронадо в литературе отсутствуют, но есть указания, что оно аналогично месторождению Азналькольяр и что запасы руды на нем, по предварительным данным, определены в 34 млн. т.

В Румынии в пределах Восточных Карпат в кварц-хлоритовых сланцах, относимых к верхней части позднекембрийских образований, известен ряд колчеданных месторождений, из которых наиболее значительны два месторождения — Бэлан и Летул-Урсулуй. На месторождении Бэлан рудные тела приурочены к пачке кристаллических туфов кислого состава и прослеживаются по простиранию до 1000 м при мощности до 10—16 м. Руды имеют полосчатую текстуру, параллельную первичному наслоению. Рудные минералы — пирит, халькопирит, тетраэдрит, галенит, сфалерит, сидерит. Содержание свинца 1,1—3,4 %, цинка 1,1—4,8 %, меди 0,1—0,9 %, золота 0,2—2,5 г/т, серебра 20—83 г/т. На месторождении Летул-Урсулуй руды залегают среди риолитов и риолит-дацитов и представлены залежами пластообразной формы. Рудные минералы — пирит, сфалерит, галенит, халькопирит, магнетит и пирротин. Известны также месторождения Фундул-Молдовой, Пожорита, содержащие 0,4—2 % цинка, 0,1—1,5 % свинца, 0,8—1,2 % меди, 0,2—0,6 г/т золота и 3—57 г/т серебра.

В Южных Карпатах известен также ряд месторождений колчеданного типа, из которых промышленное значение имеет месторождение Меунтелул-Ленк. Линзообразные залежи колчеданных руд, залегающие среди кварц-серицит-хлоритовых сланцев, имеют длину до 1000 м, мощность около 9 м и прослеживаются на глубину до 150 м. Рудные минералы — пирит, галенит, сфалерит, в подчиненном количестве — халькопирит, арсенопирит, борнит и золото. Содержание свинца в среднем 3 %, цинка 4,4 %.

В Чехословакии в Северной Моравии у границы с Польшей известны три колчеданных полиметаллических месторождения. Рудные тела приурочены к вулканогенно-осадочным породам девона. На месторождении Золотые Горы линзообразные рудные тела локализованы вдоль контакта кварцитов и филлитов и залегают согласно с вмещающими породами. На месторождении Горное Место они залегают в липаритах и представлены прожилково-вкрапленными рудами. На месторождении Горни Беланов неправильные рудные линзы находятся в серицитовых филлитах, а иногда в липаритах в полосе длиной 1400 м при длине отдельных тел от 10 до 100—300 м, при мощности 10—20 м. В целом оруденение прослеживается до глубины 2000 м. Главные рудные минералы — сфалерит, пирит, халькопирит, галенит, пирротин. Содержание свинца 0,5—1,5 %, цинка 2—3,2 %, меди 0,6—1,5 %, серебра 20—40 г/т.

Месторождения Ирана приурочены к толще черных сланцев, переслаивающихся с вулканическими породами среднекислого со-

става и их пирокластолитами, имеющими раннекембрийский возраст. Из 30 известных месторождений три наиболее крупные.

Месторождение Кушк находится в центральном Иране недалеко от г. Барк. Линзо- и пластообразные рудные залежи, согласные с вмещающими их черными глинистыми сланцами, включающие прослои лав и туфов, находятся в зоне длиной 800 м и имеют мощность 1—6 м. Руды прожилково-вкрапленные, содержащие свинца 2,8 % и цинка 13,2 %, серебра до 750 г/т, кадмия 0,14—0,46 %. Запасы металлов: свинца около 450 тыс. т, цинка около 1800 тыс. т. Месторождение Чах-Мире имеет такое же строение, но несколько меньше по размерам. Месторождение Ангуран находится в северо-западном Иране и представлено согласными залежами и минерализованными зонами дробления в карбонатных породах вендраннекембрийского возраста. Мощность рудных тел 4—12 м, местами до 30 м. Рудные минералы — сфалерит, галенит, пирит. На месторождении развита зона окисления, в которой минералы представлены смитсонитом, церусситом, каломином и гидроцинкитом. Содержание свинца в рудах 3—6 %, цинка 20—35 %. Общие запасы металлов оцениваются: свинца — 1,5 млн. т, цинка до 8 млн. т, из них разведанные: свинца 0,5 млн. т, цинка 2,8 млн. т.

В Норвегии запасы цинка подсчитаны в медноколчеданных месторождениях на севере страны вблизи г. Нарвик и в центре страны в пределах Тронхеймской мульды. Содержание цинка в рудах 1,8—2 %. Запасы его определены в 700 тыс. т, а запасы свинца оценены в 60 тыс. т. Аналогичные по своей геологической позиции месторождения известны и в Швеции.

КОЛЧЕДАННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОКЕМБРИЙСКОГО ВОЗРАСТА

Колчеданные месторождения докембрийского возраста также довольно широко распространены. К ним относятся одно из крупнейших в Канаде месторождение Салливан и месторождения районов Маттагами и Вангорда-Крик, месторождения Маунт-Айза и Брокен-Хилл с прилегающими к ним месторождениями в Австралии, месторождения района Балмат-Эдуардс в США, ряд месторождений Индии, КНР, Конго, Намибии и ЮАР. Кроме того, известен ряд небольших месторождений в Швеции, Финляндии и Мали. В СССР к ним относится Холодненское месторождение.

Месторождение Салливан в юго-восточной части провинции Британская Колумбия в Канаде приурочено к выступу докембрийского фундамента в области мезозойской складчатости. Оно находится на восточном крыле антиклинория, сложенного метаморфизованными аргиллитами, песчаниками и кварцитами рифейской формации Олдридж, и связано с нижними слоями этой формации. Рудное тело, залегающее согласно с вмещающими осадочными породами, имеет пластообразную форму при мощности 60—90 м и прослеживается по падению на 600 м и по простиранию на 2000 м. В подошве залежи находятся сланцы и конгломераты, а

перекрывается оно аргиллитами и алевролитами, включающими пропластки сульфидных руд. Основные рудные минералы — галенит, железистый сфалерит, пирротин и пирит, реже халькопирит и арсенопирит. Среднее по месторождению содержание свинца 8,3 %, цинка 6,5 %, серебра 80 г/т. На западном фланге месторождения руды массивные, грубозернисто-перекристаллизованные под воздействием меловой интрузии, на восточном — четко полосчатые, представленные тонким переслаиванием сплошной галенитовой руды с существенно сфалеритовой и безрудными аргиллитами.

По данным В. Л. Барсукова, Г. С. Дзоценидзе и других [41], руды месторождения относятся к типу сингенетичных гидротермально-осадочных образований. Месторождение интенсивно эксплуатируется с 1900 г. и до последних лет дает 60 % добычи свинца и 30 % добычи цинка в Канаде. Несмотря на это оставшиеся запасы его оцениваются в 4 млн. т свинца и 3,5 млн. т цинка.

Новая группа месторождений аналогичного типа открыта в районе Вангорда-Крик в провинции Юкон в 200 км к северо-востоку от г. Уайтхорс. Она находится в пределах Тихоокеанского мезо-кайнозойского складчатого пояса у его границы с платформой. Наиболее крупное месторождение Энвилл (или Росс-Ривер) залегает среди филлитов кембрия и представлено тремя рудными телами линзообразной формы, причем наиболее крупное из них прослеживается по простиранию на 780 м, по падению на 360 м при максимальной мощности 95 м. Содержание свинца в рудах на месторождении 3,4 %, цинка 5,7 %, меди 0,16 % и серебра 32 г/т. Запасы месторождения достаточно велики: 2,2 млн. т свинца и 3,6 млн. т цинка. В этом районе подготавливаются к эксплуатации еще три свинцово-цинковых месторождения — Вангорда, Свим-Лейкс и Мак-Милан, руды которых содержат 3—5 % свинца, 5—10 % цинка и 30—50 г/т серебра. Запасы свинца на этих месторождениях оцениваются в 1 млн. т и цинка около 2 млн. т.

Полиметаллический район Маттагами в Канаде находится на западе провинции Квебек и связан с полосой интенсивно метаморфизованных пород Киватина (архей), протягивающейся на запад в провинцию Онтарио, где также имеются колчеданные, существенно медные месторождения (Флин-Флон, Холенд, Кидд и др.). Вулканогенно-осадочные породы архея имеют мощность до 7500 м и представлены породами основного состава в нижней части разреза, переходящими кверху в более кислые. Рудные залежи приурочены обычно к границе лавовых образований с перекрывающими их пирокластическими осадками, находясь среди последних в виде линзообразных или неправильной формы тел обычно не очень большого размера. Основные рудные минералы — сфалерит, пирит, пирротин и халькопирит. Свинца, как правило, эти руды не содержат. Наиболее крупным месторождением района является Уотсон-Лейк, запасы которого оцениваются в 2,7 млн. т цинка и 140 тыс. т меди. Содержание цинка в руде высокое и составляет 12,7 %, меди всего только 0,7 %. Кроме того, в руде содержится 40 г/т серебра и 0,6 г/т золота. Второе по значению месторождение этого рай-

она — Орчан — содержит в рудах 12,4 % цинка, 1,3 % меди, 50 г/т серебра и 0,5 г/т золота. Запасы цинка 520 тыс. т, меди 50 тыс. т. Запасы на месторождении Даниэль-Тауншип составляют 70 тыс. т цинка и 50 тыс. т меди при их содержании в руде 8 и 2,7 % (в разных контурах).

Докембрийские свинцово-цинковые колчеданные месторождения известны также в районе Балмат-Эдуардс в шт. Нью-Йорк США, где они приурочены к юго-восточной окраине Северо-Американской платформы. Рудные тела представляют собой согласные залежи в доломитовых пачках формации Гренвилл среднего докембрия, сложенной чередующимися доломитовыми породами, кварцитами и кристаллическими доломитами. Всего намечается девять стратиграфических уровней рудопроявления, расположенных в интервале 700 м по мощности. Докембрийские образования собраны в сложные складки, причем оруденение, располагаясь согласно с первичной слоистостью доломитов, образует сложнопостроенные формы. Размеры промышленных рудных тел следующие: мощность от 0,7 до 15 м, длина по простиранию от 15 до 250 м, по падению до 300—600 м. Основные рудные минералы — пирит и сфалерит. Галенит, халькопирит и пирротин встречаются редко в виде небольших прожилков или рассеянных зерен. Сфалерит и пирит образуют крупнокристаллические агрегаты в жильной массе, сложенной кварцем, карбонатитом и диопсидом. Содержание цинка в рудах около 10 %. Данные о запасах не приводятся, но имеются сведения, что за время эксплуатации месторождения уже добыто 1,6 млн. т цинка. Есть основания предполагать, что остальные запасы составляют столько же или немного больше. Э. В. Ли и Д. Б. Дилл [35] считают руды данного района первичноосадочными.

Месторождение Маунт-Айза в Австралии находится в северо-западной части шт. Квинсленд. Рудные тела залегают там среди докембрийских метаморфизованных пород, будучи приуроченными к сланцевой части разреза. Мощность рудных тел обычно 1,2—3,6 м, иногда в раздувах — до 12 м. Главные рудные минералы — сфалерит, серебросодержащий галенит и халькопирит. На месторождении обособляются рудные тела со свинцово-цинковым и медным оруденением. Среднее содержание свинца 7,2 %, цинка 5,6 %, серебра 162 г/т. Запасы свинца составляют 3,2 млн. т, цинка 2,5 млн. т.

В 20 км севернее месторождения Маунт-Айза выявлено и разведано новое крупное месторождение Хилтон. Содержание свинца в руде 7,7 %, цинка 9,6 % и серебра 180 г/т. Общие запасы свинца 2,7 млн. т, цинка 3,4 млн. т.

Очень крупное месторождение полиметаллических руд Мак-Артур-Ривер, по-видимому, также колчеданного типа открыто в районе залива Карпентария. Руды содержат здесь 4 % свинца и 9 % цинка, но трудно обогатимы и поэтому считаются низкосортными. Запасы свинца оцениваются в 8 млн. т, цинка 18 млн. т.

Крупным докембрийским месторождением в Австралии является Брокен-Хилл, расположенное в юго-западной части шт. Новый Южный Уэльс. Промышленное оруденение, развитое на площади около 9 км^2, приурочено к силлиманит-гранат-слюдяно-полевошпатовым гнейсам, кварцитам и амфиболитам нижнепротерозойского возраста, прорванным гранитами и дайками долеритов докембрийского возраста. Массивные свинцово-цинковые руды образуют ряд крупных линзовидных залежей, прослеживающихся в зоне разрывных нарушений мощностью до 100 м на протяжении 5—6 км. Рудные минералы — сфалерит, галенит, цинковая шпинель, родонит, магнетит, в меньших количествах — пирит, халькопирит и тетраэдрит. Из нерудных встречается флюорит.

Месторождение это не числится среди колчеданных, но по общей геологической обстановке с известной долей вероятности его можно отнести к этой группе. Наиболее крупный участок Нью-Брокен-Хилл содержит два рудных тела, большее из которых — неправильная залежь мощностью около 90 м — прослеживается на глубину 600—900 м. Запасы свинца в этом теле оцениваются в 3,5 млн. т и цинка в 6,2 млн. т. Среднее содержание свинца в основной части залежи 9 %, цинка 15,5 % при 78 г/т серебра. Во втором рудном теле заключено 600 тыс. т свинца при его содержании в руде 11 % и 700 тыс. т цинка при содержании 13 %, содержание серебра до 90 г/т. На участке Порт-Брокен-Хилл содержание свинца составляет 15 %, цинка 12,5 % и серебра 239 г/т. Запасы свинца 2,5 млн. т, цинка 1,3 млн. т. На участке Цирк-Корпорейшен содержание свинца 13,7 %, цинка 10 %, серебра 100 г/т, а на участке Брокен-Хилл-Саут соответственно 11,8 %, 10,3 % и 150 г/т. Общие запасы месторождения в настоящее время 6,8 млн. т свинца и 9 млн. т цинка, а за время эксплуатации на нем добыто примерно столько же.

В КНР месторождения этого типа залегают в досинийских метаморфических породах и обладают значительными запасами. Наиболее крупным является месторождение Ситешань в провинции Цинхай на северо-западе страны, приуроченное к выступу докембрийских пород среди чехла палеозойских образований. Рудные тела находятся в порфиритах и кремнистых породах с линзами мраморов и имеют пластообразную форму, местами образуют гнезда и штоки. На месторождении выделяются три рудные зоны протяженностью 1250—1600 м при мощности от 22 до 70 м, среди которых заключены рудные тела. Рудные минералы представлены сфалеритом, галенитом, пиритом, халькопиритом, магнетитом и баритом. Среднее содержание свинца 3,4 %, цинка 4,5 %.

Аналогичное, но меньших размеров месторождение Гуаньмыньшань находится в провинции Ляонин. Месторождение Таолинь в провинции Хунань на юго-востоке КНР представлено пластообразными телами в приконтактовой части досинийской свиты песчаников и филлитов с гнейсовидными гранитами. Оруденение приурочено там к зоне брекчирования, где залежи имеют пластооб-

разную форму с брекчиевой, прожилковой и вкрапленной структурой. Рудные минералы — галенит, сфалерит, халькопирит, пирит. Содержание в рудах свинца 1,2 %, цинка 1,9 %.

В Швеции имеется ряд сравнительно небольших месторождений колчеданных руд докембрийского возраста. Так, на севере страны в районе Лейсваал находится одноименное месторождение, приуроченное к докембрийским песчаникам и кварцитам, находящимся в зоне почти горизонтального надвига. Руды, вкрапленные; преобладающими рудными минералами являются галенит и сфалерит, пирита немного. Содержание свинца в рудах месторождения 4,5 %. Запасы свинца 1,3 млн. т. В районе Шелефтео, находящемся в восточной части Швеции, кроме описанных в главе «Медные месторождения» месторождений Булиден и Кристиненберг известны месторождения существенно свинцово-цинковые — Ренстрём и Лонгдаль. Рудные тела залегают между породами порфировой и филлитовой серий и сложены в основном массивными рудами, состоящими из пирита, но содержащими сфалерит, галенит и халькопирит. Среднее содержание цинка 2,6—3,4 %, свинца 0,3 %, меди 0,8 %, серебра 43 г/т, золота до 3 г/т.

В центральной Швеции известен ряд небольших колчеданных месторождений (Фалун, Гарпенберг и др.), приуроченных к метаморфическим вулканогенно-осадочным породам архея. Рудные минералы в основном пирит, пирротин, сфалерит, галенит, магнетит, встречается халькопирит. На месторождении Фалун руды содержат 4 % цинка и 1,5 % свинца, на месторождении Гарненберг цинка 5,2 %, свинца 3,5 % и меди 0,3 %.

Небольшие месторождения подобного типа встречаются также на территории Норвегии.

В Лапландии (Финляндия) выявлено новое месторождение Стекеньокк. Рудное тело, сложенное пиритом, халькопиритом, сфалеритом, магнетитом и в незначительной степени галенитом, прослеживается по простиранию на 2300 м и на глубину 300 м. По предварительным подсчетам запасы цинка составляют 630 тыс. т при содержании его в руде 3,5 %; в рудах содержится также 1,6 % меди и 40 г/т серебра. Кроме того, в Финляндии запасы цинка учтены в медноколчеданных месторождениях Оутокумпу, где содержание цинка в рудах составляет 1 %, и Пюхасальми, где оно равно 3 %. Общие запасы цинка в обоих месторождениях определены в 700 тыс. т.

В Индии среди образований нижнего протерозоя выявлен ряд полиметаллических месторождений. Судя по составу руд и их геологической позиции, они очевидно, являются колчеданными. Все эти месторождения сосредоточены на северо-западе страны в штатах Раджахстан и Орисса. В шт. Раджахстан в районе Завар находится месторождение Мохиа-Магра, запасы которого оцениваются по сумме металлов в 2,5 млн. т при содержании в руде свинца 1,5 % и цинка 3,6 %. Недалеко от него разведуется новое месторождение Балриа, запасы которого оцениваются в 800 тыс. т свинца и 1,6 млн. т цинка. В 150 км на юг в районе Дариба — Раджпура разведуется еще одно месторождение, по которому определены запасы 1,5 млн. т металла, при содержании в руде свинца 2,2 %, цинка 5,2 % и меди 1,7 %. Недавно в шт. Гуджерат на крайнем северо-западе Индии начата разведка типично колчеданного месторождения Амба-Мата, руды которого содержат 5,8 % свинца, 5,3 % цинка и 2,7 % меди. Запасы свинца — 360 тыс. т, цинка 330 тыс. т. В шт. Андхра-Прадеш в отложениях верхнего протерозоя находится месторождение Агнигундала, руды которого содержат галенит, сфалерит, халькопирит, борнит, пирит. Содержание свинца 2,8—6,5 %, цинка до 3 %, меди 1,5—1,8 %.

В Африке докембрийские колчеданные полиметаллические месторождения известны в Конго, Мали и Алжире, Намибии и Замбии.

В Конго, пересекая страну с северо-запада на юго-восток на протяжении 500 км, прослеживается полиметаллическая рудная зона Ньянга-Ниари, приуроченная к юго-западному крылу средне-верхнепротерозойского Габонского прогиба. Оруденение связано с верхними сериями верхнерифейско-вендского возраста — сланцево-известковистой и песчано-сланцевой. Рудные тела дают седловидные и пластообразные залежи, иногда неправильной формы рудные столбы. Текстура руд вкрапленная или массивная. Главные рудные минералы — галенит, пирит, сфалерит, реже халькопирит. Второстепенные — марказит, арсенопирит, кобальтин.

Месторождение Дженгиле находится в 5 км к востоку от пос. Боко-Сонго и приурочено к флексурной складке, будучи разбито нарушением на две части — восточную, представленную линзообразной залежью мощностью от 6 до 44 м, и западную пластообразную мощностью 1—6,6 м. По простиранию обе залежи прослеживаются на 160 м. В верхней части рудных тел залегают медно-цинковые руды, переходящие с глубиной в свинцово-цинковые. Содержание в руде свинца 29 %, цинка 8 %, меди 4 %. Общие запасы по сумме металлов 340 тыс. т. Месторождение М'Пасса находится в 15 км от пос. Кокимбо и представлено рудными линзами мощностью 8—10 м, залегающими среди доломитов и песчано-сланцевых отложений. Руды сфалерит-пирит-галенитовые. Содержание свинца 20—22 %, цинка 30—35 %, меди 0,8 %. Общие запасы металлов порядка 25 тыс. т, т. е. месторождение небольшое. Кроме того, в Конго известен ряд более мелких колчеданных месторождений с запасами от 10 до 50 тыс. т по сумме металлов (Апико, М'Фаути и др.).

На территории Алжира находится месторождение Таншаффао, приуроченное к полосе вулканогенно-осадочных пород верхнего протерозоя. Рудные тела залегают в виде согласных линзообразных залежей протяженностью 120—200 м и мощностью до 12 м. Рудные минералы — пирит, сфалерит, халькопирит, галенит, борнит, немного золота и серебра. Содержание по сумме металлов 6 %. В Мали на продолжении той же полосы находится небольшое месторождение Ин-Дарсет, где сфалерит приурочен к брекчиевой зоне. Содержание цинка 6—11 %. Запасы его около 30 тыс. т.

В Замбии вне связи с осадочными месторождениями меди находится свинцово-цинковое месторождение Брокен-Хилл, в районе одноименного города. Рудная минерализация приурочена к доломитам с прослоями песчаников и сланцев, имеющим среднерифейский возраст, и представлена четырьмя рудными телами неправильной формы в ядре синклинали. Первичные рудные минералы — сфалерит, галенит, пирит и немного халькопирита. В зоне окисления (до 50 м) — смитсонит, виллемит, церуссит. Содержание цинка в руде около 23 %, свинца 12,7 %. Запасы свинца 300 тыс. т, цинка 700 тыс. т.

В Намибии в зоне Цумеб, располагающейся на севере страны у границы с Анголой и имеющей широтное простирание, находится полиметаллическое месторождение Берг-Аукас. Месторождение Берг-Аукас (Грумфонтейн) находится в зоне флексуры в доломитах и представлено штокверковым рудным телом диаметром 230 м, прослеживающимся на глубину до 200 м. Содержание свинца 5 %, цинка 2,5 %. Суммарные запасы около 100 тыс. т металла. На юге в рудной зоне Витвлей среди пород верхнепротерозойской вулканогенно-осадочной формации находится месторождение Рош-Пина, рудные тела на котором приурочены к горизонту полевошпатовых кварцитов с прослоями сланцев. Согласные рудные тела имеют линзообразную форму и мощность 1—3 м. Содержание свинца и цинка по 2 %.

КОЛЧЕДАННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЗОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Наиболее известными мезозойскими колчеданными месторождениями являются Филизчайское на южном склоне Большого Кавказского хребта и Ахтальское в Армении.

Оруденение на Филизчайском месторождении образует крупное пластообразное рудное тело, залегающее согласно с вмещающими его среднеюрскими (аален) глинистыми и песчано-глинистыми сланцами. Мощность рудного тела колеблется от 4 до 60 м. Главные рудообразующие минералы — пирит, пирротин, сфалерит, галенит и халькопирит. В рудах преобладает цинк. В этом же районе выявлен еще ряд более мелких подобных месторождений, таких, как Катехское, Кацдагское и др.

Ахтальское месторождение приурочено к юрским вулканогенным отложениям. Оруденение локализуется в кварцевых порфирах у их контакта с вышележащими порфиритами. Рудные тела представлены небольшими линзами.

ЭПИПЛАТФОРМЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Наиболее типично представлены палеозойские полиметаллические месторождения эпиплатформенного типа на юге США в той части Северо-Американской платформы, где она перекрывается существенно карбонатными отложениями палеозойского платформенного чехла. Они прослеживаются здесь протяженной полосой от района Три-Стейтс (граница штатов Канзас и Оклахома) на западе до района Остинвилл-Айванхо (шт. Виргиния) на востоке.

Все эти месторождения тяготеют к карбонатным породам, причем, как правило, подвергшимся вторичной доломитизации, залегающим или почти горизонтально со слабым наклоном от платформы к югу, или образующим пологие складки с наклоном крыльев до 15°, также постепенно погружающиеся на юг.

Полиметаллическое оруденение обычно приурочено к нескольким горизонтам, образуя рудные тела, залегающие согласно с вмещающими породами. Иногда правильная пластообразная форма залежей нарушается наличием доломитовых брекчий, представляющих собой, очевидно, выполнение древних карстов, в которых оруденение не только распространяется по определенным стратиграфическим горизонтам, но и заполняет пространство между ними, создавая подобие рудных столбов.

Обычно оруденение наблюдается в осадках от нижнего кембрия до среднего ордовика, лишь в районе Три-Стейтс оруденение связывается с девонскими доломитизированными известняками. Рудными минералами в месторождениях описанного типа являются галенит, сфалерит и пирит, второстепенное значение имеют марказит и халькопирит. При этом сфалерит обычно преобладает над галенитом и только в поясе Вибурнум галенита больше. Общие суммарные запасы металла на юге США могут быть приблизительно оценены в 20 млн. т свинца и 28 млн. т цинка.

Район Три-Стейтс представляет собой широтную полосу, простирающуюся от Спрингфилда (шт. Миссури) на востоке до участка Пичер-Филд (граница штатов Канзас и Оклахома) на западе и имеет длину около 200 км при ширине 50 км. Оруденение в районе связано с породами миссисипской системы, залегающими в виде чехла на докембрийском основании и относимыми к девону, и приурочено к определенным горизонтам формаций Киокан и Утрео. В первой из них выделяются три, а во второй два рудоносных горизонта, мощность каждого из которых не более 20 м. Горизонты сложены известняками, содержащими обычно значительное количество кремнистых стяжений, или тонким переслаиванием известняков и кремнистых пород.

Основные эпиплатформенные рудные тела района приурочены к горизонту М формации Киокан, представленному кристаллическими известняками. Рудные тела обычно в виде узких лентообразных залежей окружают доломитовые ядра, образованные за счет доломитизации пород, и имеют длину от 100 до 1000 м, ширину от 3 до 150 м и мощность от 2 до 80 м. Иногда рудные тела представлены пологими пластовыми залежами (горизонт О) мощность 3,5—5 м. Рудные минералы в этих залежах связаны с джаспероидами. О значительных масштабах оруденения района свидетельствует то, что за период эксплуатации с 1848 до 1964 г. в

районе добыто 2,5 млн. т свинца и 10,5 млн. т цинка. Содержание металлов в руде в последние годы составляло: свинца 0,42 %, цинка 2,70 %. Запасы цинка в этом районе определяются в 4—4,5 млн. т, свинца порядка 1 млн. т.

Свинцовые месторождения юго-восточной части шт. Миссури расположены в 70 милях к югу от Сент-Луиса. Район сложен осадочными образованиями кембро-ордовика, окружающими докембрийский выступ — купол Озарк, представленный гранитами и вулканическими породами. Кембро-ордовик начинается с песчаников формации Ламотт, которые выше сменяются доломитами, имеющими преобладающее распространение в разрезе. Породы нижнего палеозоя лежат почти горизонтально с первичным наклоном от купола, иногда нарушаемом тектоническими сбросами, которых довольно много, хотя амплитуда вертикального перемещения по ним не превышает 30 м. Указанные породы прорываются дайками диабазов. Местами наблюдаются погребенные вулканы, кратеры которых сложены брекчиями, а на прилегающих к ним участках развиты туфогенные породы нижних горизонтов верхнего кембрия. Свинцово-цинково-баритовая минерализация прослеживается по разрезу от верхнекембрийских песчаников Ламотт до нижнеордовикской доломитовой формации Джефферсон почти на 700 м. При этом эпиплатформенные безбаритовые месторождения концентрируются в нижней части разреза (формация доломитов Бон-Терр, верхняя часть песчаников формации Ламотт), в то время как месторождения в более молодых породах — жильные.

В пределах района выделяются четыре рудных подрайона: Вибурнум на западе, Индиан-Крик, Олд-Лид-Белт на севере и Ламотт на востоке.

В подрайоне Ламотт рудные тела приурочены к кровле песчаников Ламотт или к контакту их с докембрием в зонах выклинивания. Обычно это узкие пластообразные, согласные с вмещающими породами образования. Главным рудным минералом является галенит. Сфалерит и халькопирит имеют подчиненное значение. В подрайоне Индиан-Крик оруденение тяготеет к полосе береговых водорослевых рифов. Главная рудная зона здесь вытянута более чем на 1000 м при ширине около 100 м. В подрайоне Вибурнум основная масса минерализации приурочена к верхним горизонтам формации Бон-Терр. Обычно рудные тела лежат непосредственно под глинистыми сланцами следующей формации. На месторождениях подрайона Олд-Лид-Белт оруденение в противоположность другим районам развито и в песчаниках Ламотт (верхние 30 м), и по всей 140-метровой мощности формации Бон-Терр.

Основная минерализация в районе связана с береговыми рифами, окаймляющими купол Озарк. Рудные тела приурочиваются в рифовых фациях к определенным слоям доломитов, давая пластовые залежи, вытянутые вдоль рифов. Иногда они залегают в доломитах над барами, но под рифовыми образованиями. Кроме того, рудные тела встречаются в зонах выклинивания пород формации Бон-Терр и Ламотт на их контакте с докембрием, причем

рудные тела иногда повторяют форму контакта, а также в галечниках осыпей на склонах докембрийского массива. Зоны эрозионного несогласия внутри формации Бон-Терр также иногда вмещают рудные тела.

Характерной особенностью месторождений указанного района являются преобладание свинцовых руд над свинцово-цинковыми и крайне незначительное развитие свинцово-медных руд. Содержание свинца по отдельным рудникам колеблется от 3 до 4,7 %, цинка от 0 до 1,7 %.

Район цинковых месторождений Маскотт-Джефферсон-Сити расположен в восточной части шт. Теннесси в 50 км восточнее г. Нашвилл. Оруденение района приурочено к пластам известняков среди известняково-доломитовой толщи группы Нокс (средняя часть нижнеордовикских отложений), собранным в пологие плавно погружающиеся к юго-востоку складки, осложненные надвигами. Рудоносным является пласт S формации Кингспорт, причем мощность интервала оруденения в нем составляет около 5 м, а местами 7—9 м. На площади Джефферсон-Сити оруденелым является также нижележащий пласт, относящийся к формации Мичвью, с интервалами оруденения 3—4 м, а на участках Маскотт и Янг (в юго-западной части района) оруденение встречается в пласте R, лежащем над пластом S.

Рудные тела в этом районе имеют характер пластовых или пластообразных залежей, распространяющихся по простиранию на сотни (до тысячи) метров, с неравномерной минерализацией, но не выходящей за пределы пластов известняка. Залежи в верхних пластах (S и R) иногда имеют форму гнезд, развивающихся по вертикали от кровли пласта И. В нижней части разреза рудные тела представляют собой доломитовые брекчии (при вмещающих оруденение известняках), цементом которых являются сфалерит, в меньшей мере пирит и жильный доломит. Наличие доломитовых брекчий в известняках наводит некоторых исследователей на мысль, что после образования пород формации Маскотт (верхняя часть нижнего ордовика) шло интенсивное карстообразование в известняках и доломитовая брекчия возникла вследствие проседания кровли над известняками. Эти ослабленные зоны явились более восприимчивыми к минерализующим растворам. Рудные тела верхней части разреза представляют собой жилки белого доломита и сфалерита в первичных мелкозернистых доломитах.

Среднее содержание цинка в рудах района составляет 3,6 %. Запасы цинка оцениваются в 6 млн. т.

В 1969 г. появились первые сведения об открытии района Картейдж Трэнд в центральной части Теннесси. Оруденение встречено там на площади в несколько сот квадратных километров. В настоящее время в районе выделяют пять участков промышленного значения. На одном из них выявлено около 3 млн. т цинка при содержании его 5—10 %.

На юго-западе шт. Виргиния в пределах герцинской складчатой провинции Аппалачей находится рудный район Остинвилл-

Айванхо, руды которого приурочены к нескольким пачкам среди доломитов формации Шейди (нижний кембрий), особенно в верхней части разреза формаций. Рудные тела имеют форму линз, вытянутых в соответствии с простиранием вмещающих их стратиграфических горизонтов. Длина линз по простиранию от 30 до 600 м, по падению от 15 до 120 м. Обычно линзы осложнены дизъюнктивными нарушениями. Главные рудные минералы — галенит и сфалерит, причем оруденение имеет брекчиевидный или «ленточный» характер. Среднее содержание в рудах свинца 0,7 %, цинка 3,7 %.

В районе Верхне-Миссисипской долины, где осадочные отложения чехла имеют мощность 450—600 м, основное оруденение приурочено к верхней части среднеордовикских доломитов, но встречается и в нижележащих известняках и песчаниках. Осадочные отложения кембро-силура слагают ряд крупных широтных пологих складок, причем падение пород на крыльях редко превышает 15°, в целом оно значительно меньше. В районе фиксируются разломы широтного направления, обычно с амплитудой 1—10, редко до 300 м. Руды обычно локализуются вдоль небольших разломов на крыльях складок или вдоль вертикальных трещин, по которым не происходило смещения пород.

В районе встречаются различные типы рудных тел: согласные с вмещающими их доломитами или с брекчиевым горизонтом (называемые наклоннопологими), пластового замещения, а также жильного типа. Основные запасы месторождений связаны с первым типом рудных тел. Содержание цинка в рудах составляет от 3 до 10 %, в среднем около 5 %. Намечается увеличение содержания цинка в рудах с глубиной. Среднее содержание свинца всего только 0,5 %, хотя в отдельных жильных телах оно повышается до 5—7 %.

На территории Канады в западной части Северо-Американской платформы, покрытой осадочными породами палеозойского платформенного чехла, на южном берегу Б. Невольничьего озера, находится месторождение Пайн-Пойнт. Рудное поле месторождения имеет площадь 48×10 км, на которой находится около 40 рудных тел различного размера, залегающих в основном среди грубозернистых кавернозных доломитов формации Пресквилл, представляющих собой рифовые образования среднедевонского возраста, в виде двух узких параллельных зон: Главный риф и Северный риф. Разрабатываемые в настоящее время рудные тела сложены оруденелыми брекчиями обвального происхождения (карстовые), процесс оруденения в которых был связан с восхождением по ослабленным зонам вод, благодаря чему рудные тела имеют меньшие размеры в горизонтальном направлении, чем в вертикальном (так называемый призматический тип, по В. Л. Барсукову, Г. С. Дзоценидзе и др., [41]). Рудные тела табулярного типа, залегающие в нижней части формации Пресквилл, имеют характер горизонтальных линз. Среднее содержание свинца и цинка в призматических рудных телах 4,5 и 7,8 %, в табулярных — 1,8 и 4,7 %. Месторождение относится к эпигенетическому эпиплатформенному

типу, образование руд которого произошло после образования среднедевонских доломитов. Достоверные запасы месторождения в настоящее время оцениваются в 43,5 млн. т руды при среднем содержании свинца 2,5 % (около 1 млн. т) и цинка 6 % (около 2,5 млн. т). Общая оценка запасов месторождения — 5 млн. т свинца и 8 млн. т цинка.

Свинцово-цинковые месторождения, по-видимому, эпиплатформенного типа известны и в КНР: в провинциях Юньнань, Сычуань и Гуйчжоу, в пределах платформенной области, где слабодислоцированные палеозойские и более молодые породы залегают на докембрийском складчатом фундаменте, а также в провинциях Гуандун и Хунань, в области палеозойской складчатости.

Наиболее крупными месторождениями этого типа являются месторождения Куаншаньчан и Ломачань в провинции Юньнань и Хэвейтуй в провинции Гуйчжоу. Рудные тела указанных месторождений залегают в каменноугольных и пермских известняках. На месторождении Куаншаньчан оруденение представлено в виде линзообразных тел длиной по простиранию от 50 до 1000 м при мощности от 8 до 40 м. Содержание свинца в рудах 2—8 %, цинка 4—5 %. На месторождении Ломачань содержание свинца выше и составляет 9,6 %, а цинка 1,5 %. В провинции Гуандун известны месторождения Фанькоу и Фандун. Первое из них представлено пластовыми телами в известняках девона — карбона, содержащими в среднем 5,6 % свинца и 11,7 % цинка. Это месторождение, по-видимому, является наиболее крупным в районе. Месторождение Фандун, расположенное рядом, сложено одним рудным телом, прослеживающимся на 3200 м. Содержание свинца в нем 2,2 %, цинка 4,8 % и меди 0,5 %. Возраст месторождений верхнепалеозойский. Более мелкие месторождения связаны с кембрийскими и ордовикскими отложениями в провинции Гуйчжоу (месторождения Тунжан-Сунтао) и в провинции Хунань (Юйтан, Ляоцзяшань).

В СССР вдоль протяженной полосы внешнего миогеосинклинального пояса байкалид в контурах Прибайкальского перикратонного опускания в отложениях байкальской и патомской серий верхнего протерозоя установлен ряд месторождений и рудопроявлений свинца и цинка эпиплатформенного типа в карбонатных породах. Наиболее изученной в настоящее время является юго-западная часть этого протяженного рудного пояса — Лено-Ирельский рудный узел.

Основные свинцово-цинковые месторождения и рудопроявления залегают среди пород байкальской серии. Они приурочены к известнякам и доломитам с тонкими прослоями пепловых туфов, слагающим среднюю часть разреза.

Известные здесь месторождения Таборное, Лево-Ульканское, Хибелен, Луговое представлены типичными эпиплатформенными свинцово-цинковыми (галенит-сфалеритовыми с флюоритом) рудными телами.

Рудные тела имеют пластообразную форму. Мощность их от 0,6 до 11,5 м и протяженность от 200 до 1200 м. Характерна многоярусность оруденения. На месторождении Таборном выделяются пять рудных тел, располагающихся в 85-метровом интервале рудоносной пачки; на месторождении Хибелен — два рудных тела, восточное и западное, удаленные друг от друга на 150 м; на Луговом и Соболином — по одному рудному телу.

Наиболее распространенные типы руд — прожилково-вкрапленные, массивные, полосчатые. Главные рудные минералы — сфалерит, галенит; нерудные — кварц, карбонаты, флюорит, барит. Выделяются типы руд: галенит-сфалерит-кварцевый, галенит-сфалерит-кварц-флюоритовый, галенит-сфалерит-флюоритовый.

Особенности руд выражаются в резком преобладании в рудах цинка над свинцом и очень низких содержаниях меди (не более 0,06 %).

ЭПИПЛАТФОРМЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЗО-КАЙНОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Описываемые месторождения распространены в Польше, ФРГ и Франции, тяготея к Средиземноморскому складчатому поясу или его ближайшему обрамлению.

В Польше свинцово-цинковые месторождения, связанные с карбонатными породами, расположены в Верхней Силезии и объединяются в Селезско-Краковскую группу месторождений. Рудная зона, включая рудные поля Бытов, Хасанов, Олькуш и Заверчье, представляет собой каледонское поднятие, на котором несогласно лежат отложения девона и нижнего карбона (песчаники и известняки), перекрываемые мощной (до 6000 м) толщей молассов с углями верхнего карбона и красным лежнем (пермь). Выше пермских толщ несогласно лежат терригенно-обломочные и карбонатные породы триаса, слагающие платформенный чехол. Свинцово-цинковое оруденение установлено в отложениях от девона до юры включительно, но основная его часть связана с породами нижнего — среднего триаса. Рудные тела представлены в основном пластообразными согласными залежами в доломитах триаса, реже имеют линзообразную, гнездообразную и трубчатую форму. Руды обычно вкрапленные и прожилковые. Рудные минералы — сфалерит и галенит, а также марказит и пирит, причем в верхних горизонтах преобладает галенит, в нижних — сфалерит. Содержание цинка от 1 до 6 %, свинца от 0,3 до 3,1 %.

Эпиплатформенное месторождение мезо-кайнозойского возраста имеется также в Бейтенской синклинали. Оруденение приурочено здесь к известнякам-ракушечникам и доломитам среднего триаса и имеет вкрапленный характер. Рудные минералы — сфалерит, галенит и пирит при подчиненном значении каламина и церуссита. Местами выше по разрезу прослеживается еще одна рудная зона, рудные минералы которой представлены каламином и галенитом. Руды содержат до 8,5 % цинка и немногим более 1 % свинца.

На территории ФРГ известны триас-юрские образования так называемого пестрого песчаника, несогласно перекрывающего палеозойские складчатые образования. В самых нижних его слоях локализуются месторождения Мехерних и Маубах. Месторождение Мехерних занимает полосу длиной около 10 км и шириной в 1 км. Оруденение приурочено к светлым песчаникам и конгломератам нижней части разреза. Мощность пластов оруденелого песчаника от 2 до 4—6 м. Содержание свинца 1,6—3,2 %. Запасы его порядка 500 тыс. т. На месторождении Маубах оруденение приурочено к средней части песчаника под пачкой красного конгломерата. Мощность оруденелых пластов достигает 10 м. Содержание свинца от 2,3 до 8,6 %, в среднем 2,9 %, цинка от нуля до 1,5 %, кобальта 0,2 %, никеля 0,1 %. Запасы свинца 750 тыс. т.

Эпиплатформенные месторождения Франции находятся у юго-восточной окраины Центрального массива, несогласно перекрытого пологозалегающими породами мезозоя — песчано-конгломератовыми отложениями триаса и доломитами, известняками и мергелями нижней и средней юры. Выделяются три наиболее крупных месторождения — Ларжантьер, Ле-Малин и Трев. Месторождение Ларжантьер сложено породами триасового возраста, причем промышленное оруденение связывается с нижним отделом триаса, где наблюдаются три типа оруденения: в подошве и кровле слоев песчаников и в доломитовых линзах. В первом и втором типе оруденение представлено вкрапленностью рудных минералов, преимущественно серебросодержащего галенита, в цементе песчаников, представляющих собой отложения палеорусел и дельт, в третьем — оруденение развивается по бортам палеорусел, сложенных доломитами. Форма рудных тел — пласты и крупные линзы. Мощность рудных тел 1—2 м. Содержание свинца и цинка порядка 7 % при соотношении свинца к цинку 5 : 2.

Рудные тела на месторождени Ле-Малин представлены двумя типами — сплошными пластообразными и линзовидными залежами в мергелях триаса и неправильной формы грибообразными телами, залегающими ниже, на уровне базальных конгломератов триаса и верхней части доломитов кембрия. При этом «ножки» грибообразных залежей довольно глубоко заходят в кембрийские доломиты. В рудах сфалерит преобладает над галенитом. Содержание цинка 5—6 %, свинца около 1 %. Встречается серебро (до 100 г/т). Рудная зона на месторождении Трев находится в нижних горизонтах лейаса, сложенных известняками, доломитами и мергелями, и залегает согласно со слоистостью пород. Ширина зоны 100—300 м. Она состоит из ряда линз и пластов, мощность которых колеблется от 3 до 9 м, при общем содержании свинца и цинка 6—20 % при преобладании цинка.

СУБГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Группа месторождений, выделенная под названием субгеосинклинальных, приурочена к карбонатным породам мелководных

морских бассейнов, по-видимому, находившихся в их прибортовых частях, испытавших более слабое влияние складчатых процессов, и потому дающих пологие складчатые структуры. Месторождения этого типа, время формирования которых относится к среднему и верхнему палеозою, известны пока только в СССР. В других странах по имеющимся материалам их выделить нельзя, хотя не исключена возможность, что значительная часть палеозойских месторождений мира, залегающих в карбонатных породах, которые пока считают колчеданными, фактически должны быть отнесены к группе субгеосинклинальных.

Нами в группу субгеосинклинальных месторождений палеозойского возраста включено большинство месторождений свинцово-цинковых руд Центрального Казахстана, а также месторождение Уч-Кулач, находящееся на севере Узбекистана, и Саурейское месторождение на Полярном Урале. Следует отметить, что М. Б. Бородаевская, Д. И. Горжевский и др. [17] свинцово-цинковые месторождения Центрального Казахстана относят к числу колчеданных, хотя в них трудно усмотреть признаки последних, тем более, что бóльшая часть указанных месторождений связана с карбонатными породами.

Месторождение Жайрем в Джунгаро-Балхашской области приурочено к брахиантиклинальной складке, ядро которой сложено верхнедевонскими образованиями, а в крыльях залегают породы верхнего фамена, перекрытые отложениями турне. Рудные залежи связаны с известняками фамена, причем наиболее богатые баритполиметаллические руды тяготеют к антиклинальным перегибам складок третьего порядка. Мощность продуктивной пачки известняков колеблется от 60 до 255 м, а мощность рудных тел достигает 200 м в антиклинальных перегибах, расчленяясь на отдельные пласты в известняках по крыльям складок. Руды представлены баритом с гнездовой вкрапленностью галенита и сфалерита. В слабо баритизированных рудах наблюдается тонкое послойное чередование мельниковит-пирита, сфалерита, галенита во вмещающих породах.

На месторождении Бестюбе этой области основные залежи барит-полиметаллических руд приурочены к осевой части синклинальной структуры. Здесь имеются две крупные крутопадающие залежи в известняках, содержащие примерно равное количество свинца и цинка. На месторождениях Узунжал и Акджал рудные залежи также залегают согласно в известняках фамена, однако их морфология более сложна, что объясняется проявлениями дорудной разрывной тектоники. Размеры залежей значительны по простиранию и падению при мощности, достигающей 78 м. Состав сульфидных руд довольно простой.

В районе хребта Каратау в пределах области каледонской складчатости, где карбонатные породы верхнего девона лежат почти горизонтально на субплатформенном основании, наиболее крупными месторождениями являются Миргалимсай и Шалкия, рудные тела которых залегают согласно с вмещающими их известняками верхнего девона. На месторождении Миргалимсай оруденение, имеющее вкрапленный и прожилковый характер, приурочено к пластовым залежам в определенных стратиграфических горизонтах карбонатных пород. Месторождение представлено существенно свинцовыми рудами. Месторождения Шалкия находится в северо-западной части Каратау и приурочено к кремнистым доломитам фамена. В его пределах установлено два пластообразных рудных тела. Верхнее тело прослеживается на значительное расстояние как по простиранию, так и по падению при мощности до 20—40 м. Размеры нижнего рудного тела несколько меньше.

В большинстве своем эти месторождения образуют линзообразные залежи или залежи более сложного строения в карбонатных или алюмосиликатных породах. Возраст вмещающих известняков от нижнепалеозойского до фаменского. Некоторые месторождения залегают в песчано-сланцевых породах, а одно (Алайгырское) — в эффузивных кварцевых порфирах девона, где рудные залежи располагаются по зонам дробления вблизи герцинских интрузий.

Содержание свинца в рудах колеблется от 1,7 до 4 %, цинка — от 0 до 6 %. Следует отметить, что в залежах, находящихся в алюмосиликатных породах, свинец обычно преобладает над цинком, а на Алайгырском месторождении, связанном с эффузивными породами, цинк вообще отсутствует.

Текелейское рудное поле сложено нижнепалеозойскими битуминозными, углистыми и известковистыми сланцами, включающими прослои кремнистых пород и известняков. Рудные тела залегают среди карбонатных пород и имеют пласто- и линзообразную форму. Представлены они серноколчеданными и свинцово-цинковыми рудами, массивными, вкрапленными или прожилковыми. На месторождении Текели рудное тело имеет мощность 40—60 м. Месторождение Западное Текели, расположенное рядом, имеет одну рудную залежь, представленную несколькими рудными телами. Мощность ее от 0,8 до 13 м. Того же типа и месторождение Яблоновое.

Коксу-Сууктюбинское рудное поле также сложено нижнепалеозойскими отложениями, но преимущественно карбонатными. Рудные тела месторождения Суук-Тюбе залегают в известняках и доломитах, а на месторождении Кок-Су в верхних горизонтах вмещающими породами являются песчано-сланцевые отложения, а в нижних — доломитизированные известняки. Форма рудных тел довольно сложная, что связано со сложной структурой вмещающих пород, согласно с которыми залегают рудные тела. Прослеживаются они по простиранию до 400 м при средней мощности 1,5—3, а иногда 14 и даже 50—60 м.

Туюкское месторождение приурочено к туфогенно-осадочной подсвите нижнего карбона, представленной переслаиванием этих пород с известняками. Основные рудные тела месторождения находятся в карбонатных породах. Характер оруденения прожилко-

во-вкрапленный. Отдельные части рудных тел сложены богатыми свинцовыми рудами.

Карагайлинское месторождение представлено мощными линзообразными кварц-барит-полиметаллическими залежами среди ороговикованных пород песчано-сланцевой толщи верхнего силура вблизи их контакта с гранитами, часть более мелких рудных тел залегает в скарнах, мощность их 10—12 м, иногда до 75—90 м. Руды прожилково-вкрапленные.

Алайгырское месторождение находится в эффузивных кварцевых порфирах среднедевонского возраста, смятых в узкую синклинальную складку. Оруденение приурочено к зоне дробления протяженностью до 3 км и шириной 100—250 м. Рудные тела представляют собой линзы прожилково-вкрапленных руд, развивающихся по трещинам эффузивов, обычно они расположены кулисообразно и имеют крутое падение, согласное со слоистостью вмещающих пород. Мощность рудных тел от 1 до 35 м. Руды свинцовые, без цинка.

Кужалинское месторождение приурочено к зонам смятия и рассланцевания в породах алеврит-песчаниковой толщи и представлено рядом линзообразных рудных тел сплошных и вкрапленных руд при мощности от 1 до 30 м.

Месторождение Уч-Кулач в Южно-Тяньшаньской складчатой области расположено в восточной замковой части крутой антиклинали, сложенной девонскими известняками. Оруденение приурочено к горизонтам доломитизированных известняков и локализуется между двумя крупными тектоническими нарушениями, отстоящими на 1,5—2 км друг от друга. На месторождении выявлено четыре рудные зоны.

Ряд месторождений субгеосинклинального типа в карбонатных породах, известен на территории Западной Европы. Так, в Ирландии имеются два месторождения — Тайнах и Сильвермайнз, — представленных рудами замещения в известняках и доломитах нижнего карбона в зоне палеозойской складчатости.

Месторождение Тайнах находится на юго-западе острова в графстве Голуэй. Площадь оруденения в пределах месторождения 14×3 км, причем длинная ось этой площади совпадает с крупным Тайнахским сбросом. Запасы свинца 500 тыс. т, цинка в сульфидных рудах, залегающих с поверхности, 400 тыс. т при содержании в руде свинца 4,7 %, цинка 4,2 %, меди 0,6 % и серебра 62 г/т. Запасы руд в зоне окисления, находящейся под сульфидными рудами на глубине 60 м, составляют по свинцу 340 тыс. т (при его содержании 8,5 %), по цинку 260 тыс. т (при содержании 6,5 %). Серебра в этих рудах 100 г/т.

Месторождение Сильвермайнз (рудник Могул), расположенное рядом с одноименным, но отработанным месторождением, характеризуется содержанием в руде свинца 2,8 %, цинка 8,2 % и серебра 25 г/т. Запасы свинца 320 тыс. т, цинка 920 тыс. т.

Палеозойские месторождения Италии приурочены к кембрийским известнякам и доломитам. Наиболее крупное из них Монтепони на о. Сардиния. Содержание свинца в рудах колеблется от 2 до 5 %, цинка от 5 до 8 %. Общие запасы металлов в руде этого типа в Италии определяются в 550 тыс. т, свинца и 1300 тыс. т цинка.

СУБГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОКЕМБРИЙСКОГО ВОЗРАСТА

Субгеосинклинальных месторождений в карбонатных породах, возраст которых определяется как докембрийский, известно пока только два — Горевское в СССР и Комдок в КНДР.

Горевское месторождение находится в Красноярском крае. Залежи сульфидных руд имеют там пласто- и линзообразную форму и располагаются кулисообразно относительно друг друга и согласно с вмещающими их верхнепротерозойскими известняками, имея крутое падение. Всего на месторождении выделяются три крупных рудных тела, самое большое из которых достигает мощности 100—150 м. На глубину оруденение прослеживается на 1200 м. Руды в основном прожилково-вкрапленные. В том же районе известно, кроме того, около 20 рудопроявлений свинца и цинка, располагающихся полосой длиной около 400 км и шириной до 50 км. Рудопроявления здесь связаны не только с карбонатными, но и с алюмосиликатными породами, а также нередко и с жильными образованиями.

В Корее расположено месторождение Комдок в провинции Хамгён-Намдо, приуроченное к протерозойским известнякам, прорванным более молодыми гранитами. Рудные тела дают залежи в известняках длиной по простиранию до 1900 м при мощности от 0,9 до 10 м. Содержание свинца колеблется от 2,9 до 4,3 %, цинка от 13,2 до 23,0 %.

СУБГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЗОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Месторождения этого типа не пользуются особо широким распространением и известны пока только в пределах Средиземноморского складчатого пояса, как на территории Европы — в Испании, Италии и Болгарии, так и в северной Африке — в Марокко, Алжире и Тунисе.

В Испании крупнейшим месторождением этого типа является Реосин, находящееся в западной части страны. Руды связаны с доломитами аптского возраста и содержат 14 % цинка и 2,5 % свинца. Запасы месторождения ориентировочно определяются в 1 млн. т цинка и 250 тыс. т свинца.

В Италии в Юлианских Альпах находится месторождение Райбл, приуроченное к доломитам триасового возраста. Рудные тела имеют форму столбов, связанных между собой и тяготеющих к тектоническим нарушениям. Руды состоят из сфалерита, галени-

та, марказита, пирита и пирротина. В рудах содержится 14 % цинка и 25 % свинца.

В Болгарии во Врачанском округе находится месторождение Седмочисленица, свинцово-цинковые руды которого образуют согласные залежи в доломитизированных известняках среднего триаса, залегающих почти горизонтально на палеозойских породах. Мощность рудных тел достигает 10—20 м. К этому же типу относятся расположенные в районе месторождения Плакалница, Велеце и др.

В Таиланде в провинции Тан находится существенно цинковое месторождение Мае-Сод, представленное рудными телами в известняках. Запасы цинка по предварительным подсчетам составляют 1,3 млн. т при содержании его в руде 35 %. В небольших количествах в руде присутствует свинец. Месторождение приурочено к палеозойским породам, находящимся в зоне мезо-кайнозойской складчатости. Аналогичные, но меньшие по запасам, месторождения известны в Турции и Афганистане.

Месторождения Бу-Беккер и Туиссит расположены в провинции Уджда в Марокко, около границы с Алжиром, и приурочены к нижнеюрским доломитам. Оруденение представлено пластовыми залежами мощностью до 15 м, прослеживаемыми на площади 3,5×10 км. Руды состоят в основном из галенита и сфалерита, изредка встречается халькопирит. Содержание свинца в руде на месторождении Бу-Беккер около 6 %, цинка 3—5 %, на месторождении Туиссит соответственно 2—5 и 0,1—0,3 %. Запасы свинца и цинка на этих двух месторождениях составляют по 900 тыс. т. В центральной части страны между городами Хенифра и Мидельт известно свинцовое месторождение Мибладен. Оруденение локализуется там вдоль слоистости лейасовых известняков, глинистых доломитов и мергелей и представляет собой продукт их замещения. Всего на месторождении насчитывается до 10 пластообразных рудных тел мощностью 2 м. Содержание свинца в руде около 1 %, запасы его около 150 тыс. т.

В Алжире на продолжении рудной зоны Туиссит — Бу-Беккер расположено месторождение Эль-Абед, по своему строению аналогичное месторождению Бу-Беккер и являющееся его прямым продолжением. Пластообразные рудные залежи представлены вкрапленностью в известняках и содержат в западной части месторождения 2 % свинца, 1 %, цинка, в восточной — 1 % свинца и 9 % цинка.

СУБГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЙНОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

В Тихоокеанском складчатом поясе месторождения, связанные с карбонатными породами, известны в Мексике и США. В Мексике они приурочены к осадочным образованиям юры и мела на севере страны, дислоцированным в эпоху альпийской складчатости. Время образования месторождений — миоцен-плиоценовая металлогеническая эпоха. Наиболее крупным из них является месторождение Сан-Франциско в шт. Чиуауа. Достоверные запасы свинца в нем 350 тыс. т, цинка 500 тыс. т. В штате Синалоа находится месторождение Реформа с разведанными запасами свинца порядка 200 тыс. т и цинка 500 тыс. т. В рудах месторождения Сан-Франциско содержание свинца 5,6 %, цинка 7,9 %, меди 0,57 %, серебра 170 г/т, в рудах месторождения Реформа свинца 5,1 %, цинка 13,2 %, меди 1,1 %, серебра около 210 г/т. Кроме того, в Мексике насчитывается около 100 более мелких месторождений. Общие запасы всех субгеосинклинальных месторождений оцениваются в 4,2 млн. т свинца и 6,4 млн. т цинка.

В США субгеосинклинальные месторождения кайнозойского возраста имеются в районах Гилмен, Пиоч, Центральный Тинтик и Восточный Тинтик.

Полиметаллические месторождения района Гилмен, известные под названием Редклифф и Батл-Маутин, находятся в шт. Колорадо, в 130 км юго-западнее Денвера, располагаясь на северо-восточных склонах хребта Савач. По существу, это одно месторождение, представленное телами замещения в карбонатных, реже в кварцитовых породах. Тела замещения связаны с рудными трубами, которые секут ряд формаций и являются для них подводящими каналами. Обычно рудные трубы сложены медно-серебряными рудами, тела замещения — цинковыми, в которых, кроме сфалерита, встречается сидерит. Пластообразные рудные тела имеют длину от 600 до 1200 м, ширину от 15 до 120 м и мощность от 1 до 45 м. Рудные трубы имеют в диаметре 10—120 м и прослеживаются на глубину 50—70 м. Руды содержат в среднем около 12 % цинка и 2 % свинца, а также небольшое количество серебра и золота. Запасы месторождения оцениваются в 1,5—2 млн. т цинка. Возраст оруденения определяется как нижнетретичный.

Район Пиоч находится в юго-восточной части шт. Невада, в верховьях р. Медоу-Валли, притока р. Колорадо, и представлен такими месторождениями, как Кейслтон, Принс, Пиоч и др. Оруденение на этих месторождениях приурочено к пласту известняков нижнего кембрия, залегающих в составе палеозойских отложений на древнем фундаменте.

Породы залегают с небольшим наклоном но разбиты большим количеством сбросов третичного возраста на мелкие блоки. Тектонические движения сопровождались внедрением диабазовых и лампрофировых даек. В районе известны третичные кварцевые монцониты, с которыми связывается оруденение, представленное узкими метасоматическими залежами в известняках в сочетании с трубообразными телами по рудовмещающим каналам. Мощность рудных тел от 1 до 15 м, длина по простиранию достигает 200—300 м. Содержание свинца от 1 до 5 %, цинка от 3 до 17 %. Среднее содержание свинца около 4 %, цинка около 12 %. Запасы свинца 300—400 тыс. т, цинка 600—700 тыс. т.

Рудные районы Центральный и Восточный Тинтик (северная часть шт. Юта) расположены в центральной части гор Восточный Тинтик. Район сложен породами от палеозоя до плиоцена. В Центральном Тинтике основной структурной единицей является крупный эродированный вулкан эоценового возраста, ядро которого выполнено гипабиссальными монцонитами. Оруденение, связываемое с эоценовыми интрузиями, приурочено здесь к ряду зон, заключающих крупные метасоматические рудные тела в карбонатных породах палеозоя, а также жилы выполнения в алюмосиликатных породах. Наиболее крупным метасоматическим рудным телом является залежь Эйлекс рудника Мамлоот, имеющая в плане форму эллипса размером 10—30×60 м и прослеживающаяся на глубину 240 м. Имеются и другие трубчатые залежи, прослеживающиеся на глубину 330—400 м. Рудные тела сложены джаспероидами, баритом и сульфидами — сфалеритом, галенитом и пиритом. В жилах оруденение локализуется в виде столбов длиной до 100 м по простиранию жил при мощности 1—1,5 м. В составе руд барит и кварц, а также сульфиды. Среднее содержание в рудах свинца около 4 %, цинка 0,5 %.

В районе Восточный Тинтик в настоящее время наиболее крупным является месторождение Берджин, руды которого слагают залежь, образованную за счет замещения интенсивно брекчированных известняков, имевших большое число каверн и пустот, по которым развилось оруденение. Содержание свинца в рудах месторождения 15 %, цинка 12 %.

Аналогичные месторождения имеются и в Средиземноморском поясе — в Иране и Югославии. Может быть, к ним относится ряд месторождений Алжира и Туниса.

ЖИЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЙНОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Жильные полиметаллические месторождения кайнозойского возраста распространены значительно шире и соответственно заключают бóльшую часть запасов свинца и цинка, чем жильные месторождения других возрастов. Бóльшая часть месторождений тяготеет к внешним частям поясов мезо-кайнозойской складчатости при их смыкании с более древними (древнее нижнего мела) породами, которые во время складчатости были разбиты значительным числом трещин на блоки, нередко смещенные относительно друг друга. Консолидированность вмещающих пород во время образования месторождений не давала возможности рудным растворам проникнуть внутрь этих пород на большие расстояния, а вызывала отложение рудного вещества непосредственно в трещинах. В отдельных случаях, как это видно на примере Маданского района в Болгарских Родопах, при пересечении зонами нарушений карбонатных пород создавались рудные узлы за счет проникновения оруденения на 30—50 м в карбонатные породы. Возникновение же согласных залежей в карбонатных породах не происходило.

Жильные месторождения кайнозойского возраста в обрамлении восточной части Тихоокеанского складчатого пояса известны в США, Мексике, Эквадоре, Перу, Чили, Боливии и Аргентине.

В западной части Тихоокеанского складчатого пояса они обнаружены в Якутии, на Камчатке, а также в Японии и КНР. В северном обрамлении Средиземноморского пояса кайнозойские жильные месторождения известны в Португалии, Болгарии, Югославии, Румынии, Чехословакии, ГДР, Венгрии, СССР и Иране. в южном — в Марокко, Тунисе, Алжире.

В штатах Юта, Аризона, Невада и Айдахо США, к западу от Скалистых гор, довольно широко развиты молодые полиметаллические месторождения, связанные с верхнемеловыми и кайнозойскими интрузиями кислого состава — гранодиоритами, кварцевыми диоритами, гранитами и монцонитами. Рудные тела на этих месторождениях обычно бывают трех типов — жильные, несогласные тела замещения известняков и согласные залежи, приуроченные к послойным разрывам, образующимся при складчатости.

Наиболее крупным рудным районом является район Кер-д'Ален в шт. Айдахо, сложенный метаморфизованными докембрийскими породами, прорванными несколькими небольшими штоками монцонитов мелового возраста, а также серией диабазовых и лампрофировых даек предположительно нижнетретичного возраста, располагающихся вдоль разломов запад-северо-западного направления. Время формирования даек частично дорудное, частично послерудное. Рудная минерализация происходила в два этапа: верхнемеловой (основной), на долю которого приходится около 98 % всех запасов, и нижнетретичный. Рудные тела представлены крутопадающими жилами, сгруппированными в ряд рудных зон мощностью 300—900 м при длине от 1,5 до 20 км. Мощность большинства жил от нескольких сантиметров до 3 м, иногда за счет сближения нескольких жил она увеличивается до 30 м. Длина жил от десятков метров до 1 и даже 1,5 км; например, длину по простиранию 1,5 км имеет жильное тело Морнинг-Стар, прослеживающееся на глубину 2 км. Основными рудными минералами являются галенит, сфалерит и тетраэдрит. Присутствуют вольфрамит и антимонит. Жильные минералы — кварц и сидерит. Содержание свинца и цинка в рудах непостоянно. В добытых рудах среднее содержание свинца 7,2 %, цинка 4,6 % и серебра 180 г/т. Оставшиеся запасы оцениваются в 1,5 млн. т свинца и 1 млн. т цинка.

Значительный интерес представляет свинцово-цинковое жильное оруденение района меднопорфирового месторождения Бингем, отмечающееся за контуром меднопорфировых руд в некотором удалении от монцонитового штока Бингем и гранитного штока Ласт-Чанс. Рудные залежи представлены как согласными, так и секущими жилами. Согласные жилы достигают значительных размеров (например, жила Ларк занимает площадь около 2 км^2) и несут как свинцово-цинковое, так и медное оруденение. Жильным минералом является обычно кремнезем в виде кварца, халцедона, опала или кальцит. Мощность рудных тел небольшая и составляет

2,5—5 м. В жиле Ларк содержание свинца 9,5—12,5 %, цинка 6,1—11,2 %, меди около 1 %. Секущие трещины, к которым приурочены жильные тела, обычно располагаются почти под прямым углом к послойным разрывам, причем руда образуется в них независимо от состава пересекаемых ими пород. Мощность их обычно 0,3—3 м. Длина по простиранию достигает 500 м, а глубина развития 600 м. Для рудных тел этого типа характерно полосчатое строение, образованное чередованием полос сульфидов и кварца или кальцита. Рудные тела замещения, развивающиеся в известняках, содержат 9,7—15,3 % свинца, 2—14 % цинка и до 1 % меди. Размеры их ограничиваются мощностью известняковых горизонтов и обычно по длине не превышают 60 м.

С эоценовыми кварцевыми диоритами, близкими по составу к монцонитам, связывается оруденение в рудном районе Парк-Сити, расположенном севернее Тинтика на восточном склоне хребта Уосатч. Основная масса рудных тел в этом районе представлена жилами, хотя имеются и пластовые залежи замещения карбонатных пород. Наиболее крупной жилой является залежь Мейфлауэр, прослеживающаяся на глубину более 700 м. Рудные минералы в жилах — галенит и сфалерит.

Жильные месторождения третичного возраста известны также в западной части гор Сан-Хуан. Их формирование происходило в два этапа в связи с внедрением раннетретичных липаритов в палеозойские и мезозойские осадочные породы и в связи с позднетретичной вулканической деятельностью. Мощность жил обычно 1—2 м, в исключительных случаях до 15 м. Жилы падают круто под углом 70°. Длина их по простиранию до 2,5 км, а глубина распространения до 750 м.

Жильные месторождения Мексики развиты довольно широко на ее территории. Только месторождений, имевших и имеющих промышленное значение, насчитывается 217. Они могут быть разделены на две группы. Месторождения первой группы, развитые в северной части страны, обычно приурочены к верхнемезозойским или олигоцен-миоценовым карбонатным породам и, будучи связаны с миоцен-плиоценовыми субвулканическими интрузиями, дают жилы и трубообразные жильные тела, от которых в карбонатные породы отходят пластообразные залежи типа «манто», увеличивающие запасы металлов отдельных месторождений. Ко второй группе относятся месторождения в центральной и южной частях страны, они собственно жильные, имеющие иногда трубообразную форму. Месторождения первой группы характеризуются повышенным содержанием серебра (на некоторых месторождениях до 1430 г/т). Среди рудных минералов основное значение имеют сфалерит, галенит, аргентит, вульфенит, гринкоит, ванадит; встречаются в них индий и германий. В месторождениях второй группы обычны сфалерит и галенит, а на глубине халькопирит и пирит. Содержание серебра обычно не превышает 200—300 г/т. Наиболее характерными представителями первой группы являются месторождения Санта-Эвлалия и Лос-Ламентос в шт. Чиуауа. Месторождение Санта-Эвлалия представлено трубо- и пластообразными залежами в меловых известняках. Трубообразные тела круглого или эллиптического сечения имеют почти вертикальное падение и прослеживаются на глубину до 100 м. От них отходят залежи типа манто мощностью 7—10 м. Содержание свинца 5,3—34,5 %, цинка 3—7 %, серебра до 10 кг/т, в среднем 1430 г/т. На месторождении Лос-Ламентос залежи типа манто прослеживаются до 150 м по простиранию при мощности 5—13 м. Содержание свинца 20—22 %, цинка — нет, серебра до 180 г/т.

В качестве примера месторождений второй группы можно указать на Санта-Барбара и Парраль. Рудные тела на них представлены крупными жилами, мощность которых достигает 18—30 м, находящихся среди миоценовых андезитов и риолитов. Содержание металлов: на месторождении Санта-Барбара свинца 1,5—15 %, цинка 1,5—10 %, серебра 200—300 г/т, золота 6—13 г/т; на месторождении Парраль свинца 5,8—33,3 %, цинка 4—20 %, серебра 200—300 г/т.

На территории Гондураса такого же типа руды находятся на месторождениях Росарио и Матасино. Они представлены жилами и трубообразными залежами в известняках. На месторождении Росарио содержание свинца 7,7 %, цинка 8,3 %, серебра 379 г/т, золота 0,5 г/т. Запасы свинца 110 тыс. т, цинка 130 тыс. т.

В Эквадоре имеются два жильных полиметаллических месторождения Мольстуро и Пильсун, находящиеся среди вулканитов верхнего мела — палеогена. Содержание свинца 8—9 %, цинка 9—12 %. Есть серебро и золото.

Свинцово-цинковые месторождения Перу расположены полосой в 350 км в Высоких Андах, образование их связано с гипабиссальными интрузиями третичного возраста.

Наиболее крупное месторождение Сантандер содержит в рудах 2,5 % свинца и 12 % цинка при запасах соответственно 300 и 1500 тыс. т. Кроме того, в рудах содержится около 0,5 % меди и 93 г/т серебра.

Район месторождения Морокоча сложен вулканогенно-осадочными и карбонатными породами мелового возраста, прорванными диоритами, и кварц-порфировыми монцонитами третичного возраста. Рудные тела, в основном жильной формы, приурочены к широтным трещинам, причем при пересечении ими известняков формируются пластообразные залежи, а в узлах сопряжения трещин — трубообразные. Размеры рудных тел колеблются от 60 до 1000 м по простиранию и до 1500 м по падению. Мощность от 0,6—0,9 м до десятков метров. В руде в среднем содержится 1,15 % меди, 8 % свинца, 4,7 % цинка и до 100 г/т серебра.

В 19 км к востоку расположено месторождение Сан-Кристобаль, приуроченное к аналогичным породам. Основное рудное тело — жила Сиберия — прослежено по протяжению на 2 км и имеет мощность 0,6—0,9 м. Основной рудный минерал — сфалерит; галенит и халькопирит находятся в подчиненном количестве. Содержание свинца 1,7 %, цинка 8 %, меди 3 %, серебра 265 г/т.

Месторождение Хуанзала, расположенное к западу от г. Лима, представлено залежами столбообразной формы и жилами мощностью 1—1,2 м, прослеживающимися по простиранию до 3,5 км и на глубину 1,2 км и приуроченными к третичным вулканогенно-осадочным породам. Запасы свинца на этом месторождении около 360 тыс. т, цинка 770 тыс. т при их содержании в руде соответственно 9 и 13 %. Руды содержат 1,0 % меди и 368 г/т серебра. Имеются в Перу и другие, более мелкие, жильные месторождения.

В Аргентине основные запасы свинца и цинка приходятся на группу месторождений Агилляр, расположенную в провинции Жужуй в северо-западной части страны. Рудные жилы приурочены к крупной зоне разлома и оперяющим ее трещинам в палеозойских известняках, имеют мощность 5—20 м и прослеживаются по простиранию до 1 км. Рудные минералы — серебросодержащий галенит, сфалерит и пирит. Встречаются халькопирит, арсенопирит и аргентит. Эти месторождения связываются с интрузиями гранитов кайнозойского возраста и содержат в руде 9,1 % свинца, 10,2 % цинка, 235 г/т серебра. Запасы свинца оцениваются в 0,9 млн. т, цинка в 1,2 млн. т. Известен и ряд более мелких месторождений в других провинциях страны.

В Боливии наиболее крупное жильное месторождение Матильда находится в департаменте Ла-Пас в 8 км от оз. Титикака. Рудные жилы залегают в песчаниках и сланцах нижнедевонского возраста и имеют мощность от 2 до 6 м при протяженности по простиранию на 450—500 м и на глубину 300 м. Руды представлены галенитом, сфалеритом, халькопиритом и минералами серебра. В руде содержится 2—2,5 % свинца, 8,3—19 % цинка, 0,4 % меди и 50 г/т серебра. Разведанные запасы составляют 90 тыс. т свинца и 650 тыс. т цинка. Рудные жилы месторождения Уанчака приурочены к сланцам мелового возраста и прорывающим их третичным дацитам, образующим штокообразную залежь. Содержание цинка в руде 3,5 %, свинца 1,5 %, серебра 467 г/т. Запасы цинка 100 тыс. т, свинца 40 тыс. т.

Жильные месторождения Чили очень невелики по размерам, Они приурочены к Андской геосинклинали и представлены кварц-кальцитовыми жилами в палеозойских, а иногда и третичных вулканических породах.

В Японии к наиболее крупным жильным месторождениям относятся Хосокура и Тайшу на о. Хонсю и Тиоха на о. Хоккайдо. На месторождении Хосокура оруденение приурочено к серии многочисленных жил, достигающих 7 м мощности и 2 км по простиранию и прослеживающихся на глубину до 250 м. Главные рудные минералы — серебросодержащий галенит и сфалерит. Содержание свинца в руде 1,6 %, цинка около 5 %. Кроме того, в префектуре Ивате разведуется новое свинцово-цинковое месторождение Таро, где руды содержат 3,5 % свинца, 7 % цинка и 0,45 % меди. Запасы его оцениваются в 300 тыс. т свинца и 600 тыс. т цинка.

В СССР много полиметаллических жильных месторождений и рудопроявлений послемезозойского возраста имеется в поле развития мезозойских пород Верхояно-Чукотской складчатой области: в Южном и Западном Верхоянье и Яно-Чукотском районе. В этих районах выявлено более 20 жильных месторождений и рудопроявлений, представленных группами рудных жил мощностью от 0,5 до 6 м и содержащих 3—8 % свинца и 4—7 % цинка при наличии серебра. Пока эти проявления не изучаются, так как находятся в отдаленных районах и представлены экономически не благоприятным для освоения жильным типом.

Значительное количество жильных рудопроявлений полиметаллов известно на Камчатке. Как правило, они связаны с гранитоидами нижне-среднемиоценового возраста. Так, в Олюторском районе в пределах Пылгинского антиклинория известно более 60 жильных тел кварц-кальцитового и кварц-баритового состава. Мощность жил от 0,1 до 2 м, длина по простиранию от 10—20 до 200, реже до 300 м. Иногда оруденение связано с зонами брекчирования, имеющими протяженность до 500 м и мощность от 2 до 12 м. Основным рудным минералом являются галенит (до 10 %), сфалерит и халькопирит (1—2 %). На мысе Желтом в юго-восточной части Камчатки в гидротермальноизмененных эффузивах верхнеолигоценово-миоценового возраста известны жилы с сульфидным оруденением, прослеживающиеся по береговым обнажениям при мощности 3—10 м. Содержание свинца от 0,05 до 2,48 %, цинка от 0,24 до 8,38 %, меди от 0,05 до 6,35 %.

Месторождения жильного типа известны в восточных районах КНР, в пределах развития мезо-кайнозойской складчатости. Приурочены они как к гранитам и эффузивам, так и к метаморфическим породам. Месторождения, как правило, небольшие. Имеются сведения, что количество запасов в каждом из них измеряется первыми десятками тысяч тонн свинца и цинка, изредка достигая 30 тыс. т свинца и 100 тыс. т цинка. Все эти месторождения связаны с яньшанской фазой складчатости и, очевидно, имеют кайнозойский возраст.

Жильные месторождения, приуроченные к районам развития верхнемеловых и третичных андезитовых пород, известны в Югославии. Месторождение Злетово-Добрево находится в Македонии севернее г. Штин. Рудные жилы располагаются там в крупном дацит-андезитовом массиве. Главная жила месторождения имеет длину по простиранию несколько километров (не везде рудоносна) и прослеживается на глубину до 500 м при мощности от 2 до 6 м. Рудные минералы — галенит, сфалерит, пирит, реже пирротин, гематит, магнетит, халькопирит. Содержание свинца 7,5 %, цинка 2,9 %. Недалеко от Злетово-Добрево находится месторождение Сасе. Рудные жилы залегают там в хлоритовых и амфиболитовых сланцах, прорванных дацитами. Оруденение вкрапленное. В Западной Сербии в долине р. Дрина находится небольшое месторождение Величи Майдан, где рудная жила приурочена к контакту дацитов со сланцами палеозоя. Содержание свинца 5 %, цинка 10 %, серебра 120 г/т.

В Словении недалеко от австрийской границы находится месторождение Межица, где небольшие трубообразные тела залегают в известняках среднего триаса. Содержание свинца 3,15 %, цинка 2,51 %. Месторождение почти полностью выработано.

В Болгарии в Центральных Родопах известен Маданский рудный район, представленный значительным числом некрупных жильных месторождений, приуроченных к шести близмеридиональным зонам разломов в породах протерозоя, прослеживающимся на протяжении 10—15 км. Всего в районе выявлено 40 месторождений. Мощность рудных жил от 0,8 до 1,5 м, иногда в раздувах она увеличивается до 5—6 м. Отдельные участки имеют протяженность по простиранию от 100—200 до 1200 м, а по вертикали от 200—300 до 500 м. При пересечении жилами карбонатных пород в обе стороны от жил на расстоянии до 50—100 м развиваются метасоматические залежи. Оруденение представлено галенитом, сфалеритом, халькопиритом и пиритом и связано с проявлениями молодого третичного вулканизма. Содержание свинца в рудах от 0,76 до 8,04 %, цинка 0,09—9,65 %.

В Родопском массиве известно также месторождение Маджарово, сложенное олигоценовыми эффузивами. Жилы имеют кварц-барит-кальцитовый состав и прослеживаются от 100 до 3000—4000 м по простиранию при резко меняющейся мощности (от 10—15 см до 10—15 м). Кроме полиметаллов, руда содержит золото и серебро. Вблизи месторождения проявлены мелкие интрузии монцонитовых порфиров и сиенит-порфиров.

В Румынии жильные месторождения также связаны с третичным вулканизмом или молодыми интрузиями. Так, в районе Бая-Мара жильные тела залегают среди третичных андезитов и туфов и прослеживаются по простиранию на десятки, сотни и даже на 2000 м при мощности от 0,4 до 6,0 м, в раздувах до 12—14 м. Рудные минералы представлены галенитом, сфалеритом, халькопиритом, пиритом, арсенопиритом и минералами серебра. Содержание свинца 1,8—2,3 %, цинка 2,3—5,0 %, меди 0,5—0,9 %, серебра 30—60 г/т.

С третичными эффузивами связаны жильные месторождения в ЧССР в районе Банска-Штьявница в Центральной Словакии. В юго-западной Чехии в районе г. Пльзень выявлены рудные жилы в докембрии мощностью до 0,8 м. В центральной Чехии в Пршибрамском районе имеются кварц-сидеритовые жилы с галенитом и сфалеритом мощностью от 0,2 до 2 м на контакте диабазовых даек с осадочными породами докембрия. Жилы прослеживаются до 1—1,5 км по простиранию и до 1,5—1,8 км на глубину. Жильное оруденение выявлено и в бассейне р. Бланица.

В ГДР жильные полиметаллические руды известны в Фрейбергском рудном районе. Так, на руднике Хальсбрюкен установлены флюорит-баритовые жилы с галенитом. На месторождениях Фрейберг и Бренд содержание свинца составляет 2—2,5 %, цинка 3—4 %, меди 0,2—0,5 %.

В Венгрии пока известно одно жильное месторождение промышленного значения Дендешеросе. Рудные жилы прослеживаются по простиранию до 800 м при мощности их от 0,6 до 6 м и связаны с андезитами. Содержание в них свинца 1,3 %, цинка 3,8 %. Свинцово-цинковые жилы в гранитоидах, содержащие 4,1 % цинка и 1,15 % свинца, вскрыты в горах Ванице.

В Марокко полиметаллическое жильное месторождение Аули находится близ стратиформного свинцового месторождения Мибладен и приурочено к докембрийским кристаллическим сланцам, прорываемым герцинскими гранитами. Оруденение связано с палеогеновым временем и представлено рядом жил, из которых более крупными являются жилы Генри и Бу-Адыль. Жильная масса сложена кварцем и баритом. Мощность жилы Генри 2—5 м, жилы Бу-Адыль около 1,5 м. Рудные минералы — галенит и пирит. Среднее содержание свинца около 4 %. Месторождение Джебель-Ауам расположено в центральном Марокко и приурочено к палеозойским сланцам. Всего там известно пять жил мощностью 0,5—4 м, протяженностью 1—3 км. Жильные минералы — барит, в меньшей степени кварц. Рудные минералы — галенит, сфалерит, халькопирит и в небольшом количестве арсенопирит. Содержание свинца 10 %. Месторождение Будека находится в 30 км к юго-западу от г. Колло. Основное рудное тело — жила Губерт — залегает среди докембрийских пород. Мощность ее 30—60 см, протяженность 1 км. Жильный минерал — барит. Рудные — сфалерит, галенит, пирит, халькопирит, висмутин. Содержание цинка 5 %, свинца 1 %. Имеются данные, что в Атласских горах недалеко от действующих рудников обнаружено новое свинцовое месторождение с запасами 300 тыс. т металла при его содержании в руде 2,75 %.

Месторождение Джебель-Ишмуль в Алжире расположено в горах Орес. Оруденение представлено там баритовой залежью в доломитах. Мощность ее 2 м. Содержание свинца в среднем 4,4 %. На территории Алжира известен еще ряд мелких месторождений.

В Тунисе из 51 известного месторождения наиболее крупными являются Джебель-Халлуф и Сиди-Бу-Ауан, расположенные в 35 км к югу от порта Табарго. Первое приурочено к породам сенона, представлено рядом крутопадающих жил мощностью 0,5—3 м с раздувами до 7—8 м. Главный рудный минерал — галенит. Содержание свинца в рудах составляет 10—20 %. Второе связано с тектоническим контактом между породами мела и триаса. Рудное тело сложено известковой брекчией мощностью 2—3 м и зоной оруденелых осадочных пород в контакте с ней мощностью 2—7 м. Содержание свинца в брекчии 5—35 %, в оруденелых породах 1—10 %. Основной рудный минерал галенит, но присутствует также пирит и сфалерит. Руды вкрапленные, местами массивные. Кроме указанных месторождений в Тунисе имеется еще около 10 эксплуатировавшихся в разное время жильных месторождений небольших размеров, образование которых связывается с альпийской интрузивной деятельностью.

К Средиземноморскому рудному поясу в СССР относятся жильные месторождения Грузии — Квайсинское и Дамблудское. Время их образования постэоцен — олигоцен. Квайсинское месторождение приурочено к тектонической зоне, расположенной по контакту верхнеюрских известняков с туфогенными образованиями байоса. Оруденение прожилково-вкрапленного типа локализуется в виде крутопадающих рудных столбов. Рудные тела имеют протяженность до 210 м при средней мощности 4,3 м, доходящей до 25 м в раздувах. Рудные минералы представлены сфалеритом, галенитом, пиритом и марказитом. Дамблудское месторождение представлено кварц-сульфидными жилами в сколовых трещинах гидротермальноизмененных вулканогенных пород байоса. Мощность их от 5—10 см до 2—3 м, по падению они прослежены до 400 м.

Известны два полиметаллических месторождения, расположенных недалеко одно от другого, в Восточно-Карпатской складчатой области, — Береговское и Беганьское. Береговское месторождение приурочено к породам вулканогенно-осадочного комплекса верхнемиоценового возраста, разбитым рудовмещающими разломами. Основные рудные тела месторождения имеют мощность до 5 м. Руды содержат до 2 % свинца и 3 % цинка. Аналогичный характер имеет и Беганьское месторождение.

Жильные месторождения Средиземноморского пояса известны также в Иране, Турции и Афганистане. В Иране находится более 10 жильных месторождений кайнозойского возраста, из которых наиболее крупные Таджкух, Мерджард, Нахлак и Озбанкух, расположенные в районе городов Энарек и Йезд. На месторождении Таджкух жильные рудные тела приурочены к двум брекчированным тектоническим зонам. Рудные минералы — галенит, сфалерит и пирит — цементируют обломки брекчий. Содержание свинца и цинка по 15 %. Запасы их по 180 тыс. т. Месторождение Мерджард представлено пятью кварцевыми жилами, также находящимися в зонах тектонических нарушений в мезозойских диоритах. Мощность их достигает 7 м. Рудные минералы — галенит, сфалерит, пирит, халькопирит. Содержание свинца 20 %, цинка 25 %, запасы их соответственно 100 и 150 тыс. т. На месторождении Нахлак вскрыто 35 жилообразных рудных тел, приуроченных к тектоническим зонам в песчанистых известняках. Мощность жил от 0,5 до 5 м, длина 100—250 м. Рудные минералы те же, что и на месторождении Мерджард, но присутствует серебро. Содержание свинца 9—10 %, запасы его 120 тыс. т. Цинка мало. На месторождении Озбанкух рудовмещающими являются верхнедевонские известняки, прорванные послемеловыми дайками и субвулканическими телами андезит-трахитового состава. Жилы имеют мощность от 0,5 до 4 м, протяженность до 250 м. На глубину они изучены до 300 м. Содержание свинца 12—17 %, цинка 1—3 %.

В Афганистане в зонах дробления верхнепалеозойских и мезозойских пород в связи с дайками послемезозойских диабазовых порфиритов известны жильные месторождения Дарра-и-Нур и

Налбандон. На первом из них жилы находятся среди известняков юры — мела и имеют мощность 1—16 м и длину по простиранию 100—380 м. Содержание свинца 2—4 %, цинка 2—5 %, меди 0,4 %. На втором месторождении жилы находятся среди окварцованных карбонатных пород пермо-триаса и имеют мощность до 5 м. Содержание цинка 5,8 %, свинца 0,9 %. Мелкие месторождения подобного типа известны в Турции.

ЖИЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЗОЗОЙСКОГО, ПАЛЕОЗОЙСКОГО И ДОКЕМБРИЙСКОГО ВОЗРАСТА

Жильные месторождения мезозойского, палеозойского и докембрийского возраста имеют меньшее значение, чем аналогичные кайнозойские месторождения, но известны они во многих местах земного шара.

Мезозойские жильные месторождения устанавливаются с достаточной степенью достоверности в СССР — на Северном Кавказе и в зоне мезозойской активизации в Восточном Забайкалье. Имеются данные о существовании пояса жильного полиметаллического оруденения мезозойского возраста в Нигерии. Жильные месторождения, связанные с герцинской интрузивной деятельностью, приурочены к областям герцинской складчатости в СССР, Италии, Испании и Франции. Докембрийские месторождения, связанные с древними платформами, известны в Южной Америке (Бразилия) и Африке (Танзания, Марокко).

На Северном Кавказе выделяются два основных полиметаллических рудных района мезозойского возраста — Садоно-Згидский и Ардон-Терекский. Кроме того, там известны отдельные мелкие месторождения.

Садоно-Згидский рудный район включает крупные свинцово-цинковые месторождения Северной Осетии — Садонское, Згидское, Архонское и Баронское. Эти месторождения представлены жильными телами длиной 200—300 м по простиранию и 1,5—8 м мощностью, состоящими из кварца, кальцита и рудных минералов — сфалерита, галенита, пирита, пирротина и халькопирита. Залегают они в нижнепалеозойских гранитах вдоль главного рудного разлома и по оперяющим его нарушениям. На Згидском месторождении часть жил переходит из гранитов в перекрывающие их юрские вулканогенные породы. Время образования месторождений этой группы определяется как предверхнеюрское.

Ардон-Терекский район включает месторождения Кадат-Хампаладатское, Какадур-Ханикомское и Левобережное. Все они приурочены к крупным нарушениям северо-западного направления, секущим под углом оси складок, сложенных юрскими песчано-сланцевыми отложениями. Рудные тела не имеют четко выраженного жильного характера, а представляют собой прожилково-вкрапленные минерализованные зоны разломов, имеющие протяженность от нескольких сот метров до 2 км при мощности до 100 м, среди которых выделяются рудные залежи. Главные руд-

ные минералы — сфалерит, галенит, пирит, халькопирит, а также арсенопирит, встречающийся здесь чаще, чем в рудах Садонского рудного района.

Эльбрусское месторождение представлено серией жил длиной 100—500 м при мощности 0,2—1 м в древних метаморфических сланцах, прорванных крупными дайками кварцевых порфиров и диабазовых порфиритов. Месторождение не имеет большого значения. Аналогичные рудопроявления известны и в ряде других районов Северного Кавказа.

В Восточно-Забайкальской зоне мезозойской активизации находится Нерчинская группа месторождений, состоящая из значительного числа мелких месторождений. В этом же районе находится и Ново-Широкинское месторождение.

Полиметаллические месторождения Нерчинской группы генетически связаны со средне- и верхнеюрскими гипабиссальными интрузиями и локализуются как в карбонатных породах среднего и нижнего палеозоя вблизи их контакта с глинистыми породами, так и в алюмосиликатных породах и даже в гранитах. Рудные залежи обычно имеют пласто- и линзообразную форму, но встречаются и залежи гнездового типа и сложной трубчатой формы. Содержание свинца и цинка в рудах колеблется в широких пределах, соответственно от 1,1 до 10,6 % и от 0,9 до 14,6 %.

Наиболее крупными месторождениями группы являются Воздвиженское, Покровское и Савинское № 5. Остальные имеют мелкие масштабы. Наиболее богатые руды находятся на месторождениях, локализующихся в карбонатных породах. Оруденение на Воздвиженском месторождении приурочено к ордовик-силурийским карбонатным породам. На Покровском месторождении рудные тела сложной формы залегают как в известняках палеозоя, так и в юрских конгломерато-песчаниках, тяготея к разрывным нарушениям.

Ново-Широкинское месторождение приурочено к линейно вытянутой зоне дробления в эффузивных породах верхнеюрского возраста, прослеживающейся в длину на 2 км. Месторождение представлено жилообразными рудными телами мощностью от 1,45 до 7,48 м.

Намечающийся крупный рудный пояс мезозойского полиметаллического оруденения в Нигерии простирается с северо-востока на юго-запад через провинции Абамба, Бенус, Огаджа и Абакалики на расстояние 550 км. Судя по геологической обстановке, он мог сформироваться в прогибе, выполненном верхнемезозойскими образованиями, который, очевидно, был охвачен мезозойской активизацией. Рудные жилы приурочены к песчаным и глинистым сланцам нижнего мела. Протяженность отдельных жил от 600 до 1880 м при мощности от 0,6—2 до 6—8 м. Жильные тела сложены сидеритом, кварцем и кальцитом, в которых находятся серебросодержащий галенит, сфалерит, халькопирит, тетраэдрит, пирит и марказит. Содержание свинца от 10 до 30 %, цинка до 7 %, но последний может и полностью отсутствовать.

Жильные месторождения палеозойского возраста в СССР находятся в Южно-Тяньшаньской складчатой области, в Восточном Карамазаре (Северный Таджикистан). Это месторождения Канимансурское, Замбарак, Чокур-Джилга. Все они приурочены к зонам разломов в верхнепалеозойских эффузивных породах и представлены неправильными жилообразными залежами, иногда переходящими в штокверковое оруденение по зонам разлома. Все месторождения существенно свинцовые и содержат незначительное количество цинка. Наиболее крупное из них Канимансурское приурочено к зоне одноименного разлома и к оперяющим его трещинам. Центральное рудное тело прослеживается там по простиранию с перерывами на 4,5 км, мощность его колеблется от 1 до 50 м. На глубине полиметаллическое оруденение сменяется медно-висмуто-флюоритовым. Месторождения Замбарак и Чокур-Джилга представлены сериями небольших рудных жил. По последним данным возраст оруденения на этих месторождениях определяется как нижнемеловой.

К жильному типу следует отнести и Сардобское месторождение, находящееся на восточном фланге Алтын-Топканского рудного поля и представленное залежами прожилково-вкрапленных руд в зоне разлома в гранит-порфирах.

Жильные палеозойские месторождения в северной части Южно-Тяньшаньской области представлены мелкими месторождениями, залегающими в гранитоидных штоках или в брекчированных зонах тектонических нарушений.

Наиболее крупное в Италии жильное месторождение Монтевеккио находится в северной части о. Сардиния и представлено системой рудных жил, вытянутых параллельно контакту гранитного массива герцинского возраста с прорываемыми им известняками и сланцами силура — ордовика. Среди системы жил выделяется главная рудная жила сложного строения, прослеженная на 6 км по простиранию и на 1000 м на глубину. Мощность ее от 2—3 до 20 м. Рудные минералы — галенит, сфалерит, аргентит, марказит, пирит, арсенопирит, халькопирит. Среднее содержание свинца и цинка составляет соответственно 3,1 и 4,6 %. К настоящему времени на месторождении уже добыто около 5 млн. т цинка и свинца.

Жильные месторождения Испании в основном находятся в провинции Хаэн, в том числе и наиболее крупные из них — Линарес и Ла-Каролина. Мощность жил там от 0,4 до 2,0 м. Содержание свинца колеблется от 2,5 до 10 %, цинка от 1 до 2 %. Как правило, месторождения генетически связаны с палеозойскими гранитными интрузиями. В провинции Мурсия месторождения жильного типа Картахена и Массарон залегают в дацитах и сланцах палеозоя и содержат 5—6 % свинца и 7—8 % цинка. Месторождения эти в значительной степени отработаны.

Среди жильных месторождений Франции выделяется месторождение Пьерфит, приуроченное к сланцам палеозоя. В рудах содержится 6 % цинка, 1,5 % свинца и 50 г/т серебра. Большое

количество мелких жильных месторождений известно в Португалии.

Жильные полиметаллические месторождения Бразилии имеют докембрийский возраст; наиболее значительные из них находятся в долине р. Рибейры. Запасы их оцениваются в 1,4 млн. т свинца при его содержании в руде 7 % и 3,4 млн. т цинка при его содержании в руде 17 %. Известно также месторождение Альта-Грасиа в шт. Санта-Катерина и месторождение Бокира в шт. Баия. Все эти месторождения залегают среди докембрийских пород и, в частности, среди слюдистых сланцев. На месторождении Бокира рудные жилы локализованы в зоне дробления кристаллических сланцев и имеют длину до 200 м при мощности 1—3 м. Содержание свинца 10,5—25 %, цинка около 13 %. В окисленных рудах содержание свинца поднимается до 45 %. На месторождении Альта-Грасиа содержание свинца 6—46 %, цинка 2—9 %, меди 0,3—1,5 %. С 1942 г. началась разработка существенно цинкового месторождения Византи в шт. Минас-Жерайс. Запасы цинка здесь оцениваются в 1,5 млн. т, при его содержании в руде 30—45 %. Аналогичное месторождение Пакату открыто в том же штате. Содержание цинка в руде этого месторождения 11,6 %.

В северо-восточных отрогах Антиатласа в Марокко расположено месторождение Бу-Мадин. Среди зон дробления в докембрийских породах, представленных сланцами, песчаниками и эффузивами, залегают серии крутопадающих вулканогенных кварцево-рудных жил мощностью от 0,3 до 4,5 м, приуроченных к андезитам. Рудные жилы по простиранию разбиты на блоки длиной 40—300 м и прослеживаются по падению до 350—400 м. Руды массивные, реже вкрапленные. Рудные минералы — сфалерит, галенит, пирит, в подчиненном количестве — арсенопирит, пирротин, халькопирит. Среднее содержание свинца 1,47 %, цинка 4,2 %, серебра 188 г/т. Запасы свинца до глубины 200 м составляют 50 тыс. т, цинка 130 тыс. т.

СКАРНОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Скарновые месторождения свинца и цинка встречаются в районах развития карбонатных пород. Формирование рудных тел рассматриваемых месторождений происходит в контактовых зонах в непосредственной близости от интрузий.

Приуроченность большей части скарновых месторождений к районам субгеосинклинальных месторождений наводит на мысль, что образование скарновых месторождений происходило после возникновения субгеосинклинальных за счет перераспределения рудного вещества под влиянием более поздних интрузий. Для скарновых месторождений характерны рудные тела средних размеров и очень неправильной формы, что весьма затрудняет их освоение. В отдельных случаях на месторождениях, отнесенных к скарновым, наблюдаются крупные пласто- и линзообразные залежи, но, по-видимому, в этих случаях происходило формирование месторождений за счет наложения вторичных процессов скарнирования.

Среди скарновых месторождений преобладают месторождения палеозойского возраста, находящиеся в зонах герцинской складчатости и герцинского магматизма (СССР, КНР). Небольшое количество докембрийских скарновых месторождений известно в Швеции, мезозойских — на советском Дальнем Востоке и в КНР, кайнозойских — в Японии и Турции.

В СССР наиболее широко скарновые месторождения развиты в Южно-Тяньшаньской, Сихотэ-Алинской и в меньшей мере Джунгаро-Балхашской складчатых областях.

Скарновые месторождения в Южно-Тяньшаньской герцинской складчатой области сосредоточены в западной оконечности Кураминского хребта: в Карамазаре и на прилегающей к нему территории Узбекистана. Основные полиметаллические месторождения скарнового типа в этом районе находятся в зоне разлома, проходящей по контакту массива кураминских гранодиоритов с известняками верхнего девона. По зоне разлома шло внедрение серии крутопадающих гранитоидных даек, на контактах которых с известняками образовались скарны, вмещающие полиметаллическое оруденение. Ряд рудных тел приурочен к пологопадающей зоне контакта известняков нижнего карбона с перекрывающими их эффузивами и локализуется как в известняках, так и в туфоконгломератах, содержащих известняковую гальку.

Алтын-Топканское рудное поле представлено месторождениями Алтын-Топканским, Чал-Ата, Ташгезе, Уч-Котлы, Перевальным, Пай-Булак и Мишик-Кол, причем первые четыре связаны с верхнедевонскими известняками и зоной разлома, а три последних с нижнекарбоновыми известняками у их контакта с эффузивами. Рудные тела первой группы месторождений имеют пласто- и линзообразную форму, в висячем боку разлома в карбонатных породах встречаются трубчатые залежи более богатых руд. В известняках карбона образовались в основном тела жило- и трубообразной формы, хотя встречаются и пластообразные тела.

На Алтын-Топканском месторождении главная рудная зона имеет мощность от 80 до 200 м. В ней находится ряд рудных тел преимущественно линзообразной формы мощностью 10—25 м. Руды в основном вкрапленные в гранат-пироксеновых, пироксеновых и пироксен-эпидотовых скарнах. Расположенное в 2 км от него месторождение Чал-Ата представлено скарново-рудной зоной мощностью 10—40 м, в которой находятся рудные тела в пироксен-гранатовых скарнах. Мощность последних 1—15 м. На месторождении Пай-Булак, находящемся в зоне контакта известняков с вышележащими эффузивами, оруденение приурочено к пластообразным рудным телам мощностью 1,8—5,2 м.

Курганшиканское месторождение, находящееся на территории Узбекистана, вблизи Алтын-Топканского поля, тяготеет также к контакту мраморизованных девонских известняков с мелкими интрузиями сиенитов и сиенит-диоритов. Оруденение представлено

как послойными согласными залежами, так и жилами и трубчатыми телами. Рудные тела имеют мощность от долей метра до 30 м.

Такой же характер имеют и расположенные поблизости от Алтын-Топканского рудного поля месторождения Кансай-Курусайской группы. Небольшие месторождения этой группы (Кансай, Курусай и др.), находящиеся на южном склоне Кураминского хребта, приурочены к оперяющим трещинам Южно-Дарбазинского разлома и дают трубчатые залежи в известняках. Представлены они довольно богатыми рудами.

В Сихотэ-Алинской мезозойской складчатой области скарновые полиметаллические месторождения сконцентрированы в основном в Дальнегорском районе. Кроме того, в Южном Приморье известно еще одно скарновое цинково-флюоритовое месторождение — Вознесенское.

Месторождения Дальнегорской группы приурочены к разрывным нарушениям в местах поперечных изгибов складок и локализуются в скарнах на контакте триасовых известняков с терригенными толщами (на большинстве месторождений) и эффузивными породами (на Николаевском месторождении). Форма рудных тел различная. Наиболее часто встречаются крутопадающие трубо- или жилообразные тела. Оруденение находится в геденбергитовых скарнах. Рудные минералы — в основном галенит, сфалерит, халькопирит и пирротин. Наиболее крупное Николаевское месторождение представлено скарново-сульфидным телом, залегающим в известняках под экраном эффузивов на глубине 600—1200 м от поверхности. Мощность его в среднем 22,4 м.

В западной части Джунгаро-Балхашской складчатой области к скарновым месторождениям относятся месторождения Гульшадское, Кок-Забой и Ак-Соран. Гульшадское месторождение представлено согласными и секущими зонами линзовидных залежей вкрапленных руд, залегающих в скарнированных известняках верхнего силура вблизи их контакта с позднегерцинскими гранитоидами. На отдельных участках месторождения эти залежи приурочены к зоне дробления в известняках. Наиболее крупные из них имеют мощность до 16 м. Месторождение Кок-Забой тяготеет к блоку известняков в лейкократовых гранитах и сложено крутопадающими и кулисообразно расположенными телами рудных скарнов в зонах дробления в известняках. Мощность тел от 0,8 до 18 м. Месторождение Ак-Соран представлено гнездо- и линзообразными залежами вкрапленных руд среди скарнированных известняков в крыльях куполообразного поднятия.

В КНР выделяются два типа скарновых месторождений: полиметаллические свинцово-цинковые в контакте известняков каменноугольного и пермского возраста с гранодиоритами или кварцевыми диоритами верхнего палеозоя и полиметаллические в нижнедевонских, каменноугольных и триасовых известняках, содержащие, кроме свинца и цинка, олово и вольфрам, и связанные с яньшаньским интрузивным циклом.

Типичными месторождениями первого типа являются Шуйкоушань, Молунчань и Юанжань. Месторождение Шуйкоушань в провинции Хунань приурочено к контакту нижнепермских мраморов с кварцевыми монцонитами. Рудные залежи столбо- и трубообразной формы имеют размеры до 200×50 м. Содержание свинца в богатых разностях руд достигает 20%, цинка 15 %. Месторождение в значительной мере отработано. Месторождение Молунчань в провинции Юньнань находится в той же геологической обстановке. Залежи имеют пласто- и столбообразную форму при высоком содержании в рудах свинца и цинка, достигающих в сумме 30 %.

К месторождениям второго типа относятся Хуаншанинь в провинции Хунань, Ланьнань в провинции Гуандун, Хуанюшань в провинции Ганьсу и Гэцзю в провинции Юньнань.

Месторождение Хуаншанинь представлено линзообразными залежами в известняках нижнего карбона. Мощность рудных тел от нескольких до десятков метров. По простиранию они прослеживаются на 600—800 м, по падению на 200—800 м. Рудные минералы — сфалерит, галенит, а также вольфрамит и касситерит. Содержание в рудах свинца 2—4 %, цинка 3—6 %. Месторождение Ланьнань содержит два вида рудных тел — линзо- и пластообразные залежи в скарнах на контакте известняков с гранитами при невысоком содержании свинца и цинка и столбообразные тела сплошных богатых сульфидных руд, располагающиеся по слоистости известняков. Рудные минералы представлены галенитом, сфалеритом, шеелитом, касситеритом, пиритом, халькопиритом. На месторождении Хуанюшань рудные тела залегают в виде жил и штоков у контакта силурийских известняков с гранитами и порфирами; длина их обычно до 200—400 м, мощность до 30 м. Рудные минералы — галенит, сфалерит, халькопирит, шеелит. Содержание свинца и цинка невыдержанное и колеблется от 0 до 10 %. Размеры месторождения небольшие.

Крайне интересны единственные в мире крупные россыпные месторождения свинца и цинка с касситеритом Гэцзю и Цзыньцзычан в провинции Юньнань, образовавшиеся в специфических природных условиях юга КНР из скарновых месторождений. Галенит, сфалерит и касситерит создали там делювиально-аллювиальные россыпи (на месторождении Гэцзю 2 % свинца и 0,6 % цинка, на месторождении Цзыньцзычан — 2 % свинца и 5 % цинка).

Крупнейшее скарновое месторождение Камиока находится в префектуре Гифу в Японии. Оруденение приурочено там к пироксеновым скарнам в известняках палеозоя и мезозоя, прорванным альпийскими гранитоидами. Основные рудные минералы в скарнах — сфалерит и галенит. Содержание свинца в руде от 0,3 до 2,5 % и цинка от 4,5 до 8,5 %. Достоверные и вероятные запасы этого месторождения ранее оценивались в 400 тыс. т свинца и 1800 тыс. т цинка. Судя по последним данным, общие запасы этого месторождения примерно в 2 раза больше.

В Швеции скарновые месторождения Гарпенберг, Саксбергетт, Оммеберг и другие находятся в центральной части страны, будучи связаны с докембрийскими гнейсами и кристаллическими известняками. Содержание свинца в них от 1,5 до 3,5 %, цинка от 4 до 12 %.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И РУДНЫХ РАЙОНОВ В СССР

На основании имеющихся в настоящее время данных наиболее перспективными на свинец и цинк для СССР являются следующие геолого-промышленные типы месторождений:

— колчеданные месторождения палеозойского возраста;

— субгеосинклинальные и скарновые месторождения верхнепалеозойского возраста;

— эпиплатформенные месторождения нижнепалеозойского возраста;

— колчеданные месторождения докембрийского возраста.

Колчеданные месторождения палеозойского возраста. В настоящее время для территории СССР довольно четко установлены два периода формирования свинцово-цинковых колчеданных месторождений палеозойского возраста. Один из них относится к раннему палеозою, связан с периодом завершения геосинклинального цикла, предшествовавшего каледонской складчатости, и проявлен в Северном Забайкалье и Алтае-Саянской складчатой области; второй связан с развитием герцинских геосинклинальных областей и получил более широкое площадное развитие. Свинцово-цинковые месторождения, связанные с этим периодом, широко распространены в Иртыш-Зайсанской складчатой области — в Рудном Алтае.

Несмотря на то, что отдельные полиметаллические месторождения Рудного Алтая известны с дореволюционного времени, а также на то, что со времени установления Советской власти в этом районе было открыто много новых месторождений свинца и цинка, перспективы этого региона не могут считаться полностью установленными. Подтверждением этого является открытие и разведка в последние 20—25 лет таких крупных месторождений, как Тишинское и Орловское, причем первое выявлено рядом с давно известным Риддер-Сокольным месторождением на площади, считавшейся достаточно хорошо изученной.

Основные месторождения находятся в южной, наиболее изученной части Рудного Алтая, административно входящей в состав Казахстана, в то время как северная его часть изучена более слабо. В пределах последней пока что не выявлено крупных месторождений, хотя имеются значительные площади развития потенциально рудоносных верхнедевонских отложений, особенно на территории Рубцовского и Золотушинского районов, поиски в пределах которых затруднены из-за развития достаточно мощного

чехла мезо-кайнозойских отложений. Сложнее оценить перспективы казахской, более изученной, части Рудного Алтая. Поисковые работы, проводимые в последние годы на новых площадях, пока не дали значительных результатов, хотя нельзя отрицать возможности открытия здесь новых, достаточно крупных месторождений на глубине 200—300 м от дневной поверхности. Вопрос о расширении перспектив Рудного Алтая очень важен, так как здесь уже существует свинцово-цинковая промышленность и поэтому целесообразно увеличить ее минерально-сырьевую базу.

По мнению автора, в формировании колчеданных месторождений Рудного Алтая, являющихся сингенетическими с вмещающими их толщами, основную роль играют не тектонические движения в завершающую фазу геосинклинального развития области и не присутствие более молодых, чем осадки, интрузий кислого состава, а наличие в разрезе среднего палеозоя эффузивно-осадочных образований и приуроченность процессов рудообразования к определенным стратиграфическим уровням. Выявление этих уровней, затушеванных последующей интенсивной складчатостью и разрывной тектоникой, должно привести к выявлению новых месторождений. Ряд исследователей придерживаются противоположной точки зрения. Они непосредственно связывают образование месторождений с формированием складчатых структур и проявлениями дизъюнктивной тектоники, т. е. признают эпигенетический характер рудообразующих процессов. При этом приуроченность месторождений к определенным структурам трактуется несколько по-разному. Некоторые считают, что основные месторождения приурочены к зонам смятия вдоль основных структур, а в их пределах к антиклинорным поднятиям. В. В. Попов [31] считает перспективными синклинорные структуры, в которых развиты песчано-сланцевые флишоидные толщи верхнего девона и нижнего карбона, а не только вулканогенно-осадочные толщи девона; особенно, по его мнению, благоприятны для образования месторождений тектонически ослабленные зоны на пересечении субширотных и северо-западных глубинных разломов. В целом следует признать, что перспективность Рудного Алтая на выявление новых месторождений достаточно высока и работы в этом направлении должны быть продолжены.

Вполне можно ожидать открытия колчеданных месторождений в Северном Забайкалье, где разведано крупное Озерное месторождение. Следует признать этот район перспективным и работы по его оценке необходимыми.

В известной степени перспективными на выявление колчеданных месторождений палеозойского возраста можно считать площади развития нижнепалеозойских отложений в полосе, простирающейся в широтном направлении южнее Станового хребта от бассейна р. Зеи на западе через верховья р. Селемджи и далее на восток до бассейна р. Амур.

Анализ геологической обстановки Алтае-Саянской области при наличии Кзыл-Таштыгского месторождения показывает, что на тер-

ритории области очень широко развиты нижнекембрийские образования, часто представленные потенциально перспективными вулканогенно-осадочными формациями. Площади, где возможно обнаружение новых месторождений, имеются к югу и северу от г. Кызыла, к югу от г. Артемовска по юго-западным отрогам Западного Саяна и к востоку и западу от Кузнецкого прогиба.

Вполне можно ожидать открытия новых месторождений и в недавно выявленном Чарнова-Хандизинском рудном районе (юго-западные отроги Гиссарского хребта).

Субгеосинклинальные и скарновые месторождения верхнепалеозойского возраста. В последние годы все большее значение начинают приобретать субгеосинклинальные месторождения в Джунгаро-Балхашской складчатой области (Центральный и Южный Казахстан), связанные с карбонатными толщами фамена. В этом районе, кроме типично субгеосинклинальных месторождений типа Миргалимсайского в хребте Каратау и Жайремского в Северном Прибалхашье, имеется ряд месторождений, относимых к субсинклинальному и скарновому типам. Конечно, очень трудно предположить наличие в одном возрастном диапазоне и на ограниченной территории двух различных, не связанных друг с другом процессов образования одних и тех же руд, скорее это разные стороны одного и того же процесса, проявляющегося в различных формах в зависимости от конкретной геологической обстановки.

Так, вполне вероятно, что субгеосинклинальные месторождения могут развиваться в условиях сингенетичного осадконакопления рудоотложений, а скарновые процессы вообще могут быть наложенными и проявляться на сформировавшихся месторождениях, вызывая перемещение рудного вещества. Значительная концентрация месторождений всех указанных типов в пространственной близости друг от друга позволяет говорить о наличии на территории СССР еще одного крупного района полиметаллического оруденения субгеосинклинального типа.

Более ограничены перспективы выявления новых месторождений скарнового типа в Приташкентском районе Южно-Тяньшаньской складчатой области, хотя и здесь не исключена возможность значительного увеличения разведанных запасов как за счет северо-западных районов Узбекистана, так и за счет Алтын-Топканского рудного поля. О перспективности этих участков свидетельствуют многочисленные подсечения рудных тел поисковыми скважинами на глубоких горизонтах. Вообще же, по-видимому, здесь пока изучена только близповерхностная часть рудного поля, в то время как на глубине могут быть сосредоточены значительные запасы металлов.

Эпиплатформенные месторождения нижнепалеозойского возраста. С 1968 г. автор в ряде рукописных работ и лекций, в том числе и в докладе на Тихоокеанском металлогеническом совещании во Владивостоке в 1971 г. [27], обосновывал возможность нахождения эпиплатформенных месторождений в карбонатных породах палеозойского чехла, залегающих над северной частью Алданского щита и вокруг Анабарского массива. Это по существу единственная в СССР территория, где геологическая обстановка аналогична обстановке североамериканских палеозойских эпиплатформенных месторождений полиметаллов: как и там, здесь широко развиты доломитовые фации нижнекембрийского возраста. Перспективной надо считать не всю площадь развития доломитовых пород, которая очень велика, а те ее участки, которые непосредственно тяготеют к границе с платформой, или территории, занятые нижнекембрийскими породами, претерпевшими слабую складчатость. Это объясняется тем, что эпиплатформенные месторождения, являясь возможно первичноосадочными, связаны с процессами перераспределения рудного вещества и его концентрации в благоприятных условиях, что требует наличия тектонических трещин, способствующих этому процессу, которые широко развиты именно на окраинах выступов Сибирской платформы, каковыми являются Алданский щит и Анабарский массив. Зоны слабоскладчатого кембрия между Алданским щитом и Тихоокеанским складчатым поясом в Сетте-Дабанском краевом прогибе также являются тектонически нарушенными, т. е. благоприятны для этих процессов. Следует отметить, что Анабарский массив в этом отношении имеет некоторое сходство с архейским массивом Озарк, вокруг которого расположены месторождения подрайона Вибурнум в США.

Подтверждением высказанных соображений явилось открытие в 1971 г. месторождений полиметаллов в слабоскладчатых нижнекембрийских доломитах на востоке Якутии у восточного окончания Алданского щита. Оруденение там представлено галенит-сфалеритовыми залежами, приуроченными к одному стратиграфическому горизонту в нижней части пестроцветной свиты кембрия и имеющими линзо- и жилообразную форму и мощность от 3—5 до 10—15 м. Содержание цинка в них преобладает над содержанием свинца, хотя на отдельных участках количество свинца доходит до 4—6 %.

Указанный район, названный районом Сардана (Рассвет), пока не получил достаточно объективной оценки из-за неправильного понимания вопросов рудообразования в этом районе. Геологи, исследовавшие это месторождение, приняли за эталон Силезско-Краковскую группу месторождений Польши и работали в расчете на выявление крупных пластообразных залежей. Следовало же обратиться за аналогией к североамериканским месторождениям, где рудные тела при приуроченности к определенным горизонтам дают залежи различной формы: линзы, секущие жилы, цемент в доломитовых брекчиях проседания и т. д. Очевидно, что иной подход к оценке этих месторождений позволит иначе оценить значение этого нового района.

Вторым по значению из выявленных районов является Западное Прибайкалье, где месторождения и рудопроявления приурочены к нижнепалеозойским отложениям Предбайкальского передового прогиба (месторождения Барвенковское, Таборное, Ульнан-

ское и др.). Имеющиеся данные позволяют говорить о наличии на территории Прибайкалья крупной полиметаллической провинции венд-нижнекембрийского возраста, которая по своему географическому положению является более интересной, чем районы Сетте-Дабана. Здесь необходимо в первую очередь организовать поисковые и поисково-оценочные работы.

Районом возможного нахождения промышленных эпиплатформенных месторождений нижнепалеозойского возраста, связанных со слабо дислоцированными карбонатными отложениями, является Полярный Урал, где пока известно Саурейское существенно свинцовое месторождение и ряд рудопроявлений. Эта часть Урала не входила в состав Уральской герцинской геосинклинали, в ее пределах в нижнем палеозое формировались карбонатные платформенные осадки, претерпевшие в последующем некоторую складчатость, т. е. обстановка этой территории была благоприятной для формирования месторождений эпиплатформенного типа.

Колчеданные месторождения докембрийского возраста. Колчеданные месторождения верхнепротерозойского возраста в настоящее время известны только в Северном Прибайкалье, где выявлено и разведуется Холоднинское свинцово-цинковое месторождение. Этот район изучен очень слабо и пока даже само Холоднинское месторождение не оконтурено. Поэтому есть основания предполагать, что запасы свинца и цинка в этом районе по меньшей мере могут быть утроены. Имеются также перспективы на выявление колчеданных месторождений типа месторождения Салливан в пределах докембрийских массивов Верхояно-Чукотской области Тихоокеанского складчатого пояса. Следует полагать, что подобные месторождения могут быть обнаружены в пределах Охотского, Омолонского, Колымского и других срединных массивов.

Субгеосинклинальные месторождения докембрийского возраста. Незначительное число полиметаллических месторождений этого типа в мире не дает возможности установить какую-либо закономерность в их размещении, а следовательно, и прогнозировать новые районы их нахождения. В данное время на территории СССР можно считать перспективным районом на выявление новых месторождений этого типа, но, очевидно, с ограниченными запасами западную часть Енисейского кряжа, где находится Горевское месторождение.

Эпиплатформенные, субгеосинклинальные и скарновые месторождения мезозойского возраста. В СССР эпиплатформенные и субгеосинклинальные месторождения мезозойского возраста пока не обнаружены. В других же странах мира эти месторождения нередко относятся к категории промышленных и содержат около 6 % всех запасов свинца и цинка. Характерно, что все они находятся в пределах Тихоокеанского и Средиземноморского складчатых мезо-кайнозойских поясов или их ближайшем окружении.

Перспективность территории юга европейской части СССР на выявление месторождений мезо-кайнозойского возраста, аналогичных месторождениям Польши или Франции, оценивается отрицательно, так как здесь нет необходимых геологических условий, т. е. наличия срединных массивов палеозойского заложения или же крупных внутренних впадин, выполненных осадками пермо-триаса. Не имеют широкого развития в мезозое и карбонатные породы в субплатформенных фациях.

По-видимому, месторождения типа польских могли бы образоваться на востоке Восточно-Европейской платформы среди образований пермо-триаса, но вопрос этот не изучен и поэтому сейчас нельзя даже ориентировочно прогнозировать районы возможного нахождения здесь подобных месторождений.

В советской части Тихоокеанского складчатого пояса в настоящее время известны только скарновые месторождения мезозойского возраста, связанные с триасовыми известняками в Дальнегорском районе Южного Приморья, развитыми на довольно ограниченной площади, почему перспектива дальнейшего увеличения здесь запасов свинца и цинка за счет скарновых месторождений сравнительно невелика.

Жильные месторождения кайнозойского возраста. Как уже указывалось, в СССР жильные месторождения кайнозойского возраста известны в зоне Средиземноморского складчатого пояса — в Закавказье, на Северном Кавказе и в Закарпатье — и не представляют значительной ценности из-за небольших размеров рудных жил и их невыдержанности.

Более крупные жильные месторождения на территории СССР приурочены к Тихоокеанскому поясу. Это месторождения Магаданской области, Камчатки и особенно Западного Верхоянья и Алдано-Индигирского водораздела в Якутии. По-видимому, данный тип оруденения достаточно перспективен для этих районов. Однако удаленность указанных территорий от экономически освоенных районов делает изучение этих месторождений в данное время нецелесообразным.

Колчеданные месторождения мезозойского возраста. Открытие крупного Филизчайского месторождения в Кавказской мезозойской складчатой области положило начало выявлению обширного района колчеданного полиметаллического оруденения мезозойского возраста. Так, кроме Филизчайского, там известен ряд других более мелких месторождений, а несколько западнее в подобной же геологической обстановке на территории Грузии встречен ряд полиметаллических проявлений, которые прослеживаются в полосе протяженностью около 90 км. На северном склоне Большого Кавказа полиметаллические проявления зафиксированы на территории Чечено-Ингушетии и Дагестана. Все это свидетельствует о перспективности поисков месторождений подобного типа на указанной территории.

В свете изложенных выше данных о возможностях выявления на территории СССР новых рудных районов свинцово-цинковых

руд и расширения перспектив существующих можно с уверенностью отнести к категории крупных и примерно равноценных по запасам следующие регионы:

— Рудный Алтай, район развития палеозойских (девонских) колчеданных медно-свинцово-цинковых месторождений;

— Центрально-Казахстанский район с субгеосинклинальными и скарновыми месторождениями верхнепалеозойского возраста;

Таблица 16

Распределение разведанных и прогнозных запасов свинца и цинка СССР по геолого-промышленным типам и возрасту месторождений

Геолого-промышленный тип	Сумма разведанных и прогнозных запасов месторождений свинца и цинка, %				Итого
	докембрийских	палеозойских	мезозойских	кайнозойских	
Эпиплатформенный	—	14,1	—	—	14,1
Субгеосинклинальный	6,4	18,7	—	—	25,1
Колчеданный	11,2	33,1	3,8	—	48,1
Жильный	—	0,2	2,1	1,8	8,6
Скарновый	—	4,6	4,0	—	4,1
Всего	17,6	70,7	9,9	1,8	100,0

— Прибайкалье и Северное Забайкалье, район широкого развития нижнекембрийского колчеданного и верхнепротерозойско-нижнекембрийского эпиплатформенного свинцово-цинкового оруденения;

— Юго-Восточную Якутию, район развития эпиплатформенных полиметаллических месторождений в карбонатных породах нижнепалеозойского платформенного чехла в северном обрамлении Алданского щита и у его границ с Тихоокеанским складчатым поясом (Сетте-Дабанский прогиб).

Перспективными районами с несколько меньшими запасами свинца и цинка должны быть признаны:

— Среднеазиатский район со скарновыми месторождениями Приташкентского района и колчеданными месторождениями Гиссарского хребта;

— обрамление Анабарского массива с эпиплатформенными месторождениями, аналогичными якутским;

— юго-запад Енисейского кряжа с докембрийскими субгеосинклинальными месторождениями горевского типа.

Приведенное в табл. 16 распределение разведанных и прогнозных запасов свинца и цинка в СССР по месторождениям разных геолого-промышленных типов подтверждает сделанные выше выводы об основном значении в минерально-сырьевой базе страны колчеданных, субгеосинклинальных и эпиплатформенных месторождений палеозойского возраста. При этом значение прогнозных запасов первых двух типов месторождений палеозойского возраста в СССР значительно больше, чем в остальных странах мира.

Очень небольшая роль при подсчетах прогнозных запасов отводится скарновым и жильным месторождениям, а запасы в жильных месторождениях палеозойского возраста, как малоперспективные по своему экономическому значению, не прогнозируются совершенно, хотя возможность выявления месторождений этого типа не исключена.

Глава IV

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ И СИЛИКАТНЫХ НИКЕЛЕВЫХ РУД

Никелевые руды представлены в природе двумя типами. Первый тип — сульфидные медно-никелевые руды, в которых содержание меди бывает иногда большим, чем содержание никеля, а также могут присутствовать кобальт, платиноиды и ряд редких металлов. Месторождения таких руд являются магматическими и связаны с дифференцированными массивами основных и ультраосновных пород. Оруденение концентрируется в нижних частях массивов в виде массивных и вкрапленных руд, дающих иногда крупные пластообразные залежи. Второй тип — гипергенные руды, связанные с корами выветривания ультраосновных пород. Руды этого типа кроме никеля содержат обычно небольшое количество кобальта. Месторождения таких руд, называемые обычно месторождениями силикатных никелевых руд, представлены в большинстве случаев плащеобразными залежами в рыхлых глиноподобных корах выветривания, залегающими недалеко от поверхности, иногда они выполняют карстовые полости в известняках или трещины в зонах тектонических нарушений.

Известные месторождения сульфидных никелевых руд имеют докембрийский (Канада, Австралия, Южная Африка, СССР, Финляндия) или мезозойский (СССР, КНР и ЮАР) возраст.

Месторождения силикатных никелевых руд связаны с мезозойскими (СССР, Югославия, Греция) или кайнозойскими (страны субтропического пояса, в первую очередь Новая Зеландия, Куба) корами выветривания.

Основные запасы никеля в СССР заключены в сульфидных никелевых рудах мезозойского (Норильский район), в меньшей степени докембрийского (Кольский полуостров) возраста. Силикатные никелевые руды, связанные с мезозойскими корами выветривания ультрабазитов, развиты в основном на Урале и содержат значительно меньшие запасы.

В прочих странах мира, наоборот, основная доля запасов содержится в гипергенных месторождениях, связанных с кайнозойскими корами выветривания на основных и ультраосновных породах в субтропических районах (Новая Каледония, Куба, Австралия, Филиппины, Индонезия и др.). Сульфидные никелевые руды докембрийского возраста известны в основном в Канаде (месторождения Седбери, Томпсон, Линн-Лейк и др.), в Австралии и ряде других стран. Сульфидные никелевые руды мезозойского возраста достоверно имеются только в КНР и ЮАР.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ РУД ДОКЕМБРИЙСКОГО ВОЗРАСТА

Основные запасы сульфидно-никелевых руд в зарубежном мире сосредоточены в Канаде, где находится крупное месторождение Седбери. Это месторождение (его называют и рудным районом и бассейном), состоящее из ряда рудных участков (месторождений), расположено в восточной части провинции Онтарио, севернее оз. Гурон. Рудные залежи месторождения, имеющие пласто- и дайкообразную форму и сопровождаемые зонами вкрапленного оруденения, приурочены к нижней части крупного блюдцеобразного интрузивного массива размером 60×25 км, в нижней части представленного норитами. Залежи, расположенные в брекчированных зонах в кварцевых диоритах, являющихся фацией норитов вблизи их контакта с нижележащими вмещающими породами, имеют, как и последние, докембрийский возраст и достигают 1,5 км в длину при мощности от 12 до 50 м. Основными рудными минералами являются пентландит, халькопирит, пирротин и кубанит. Присутствуют теллуриды золота и серебра. Содержание никеля в рудах колеблется от 0,7 до 1,5 %, меди от 0,8 до 1,9 %. Установлено, что с глубиной содержание никеля и меди в рудах повышается. Разведанные запасы никеля в районе Седбери составляют 8,2 млн. т при среднем содержании 1,58 %. За время эксплуатации месторождения добыто 6,1 млн. т никеля, так что первоначальные запасы могут считаться равными 14,3 млн. т. В других месторождениях провинции Онтарио, по данным В. И. Кусочкина (1977 г.), заключено еще 2,3 млн. т никеля при более низком его содержании, составляющем 0,28 %.

В юго-западной части Канадского щита в центральной части провинции Манитоба между Гудзоновым заливом и оз. Виннипег, среди метаморфизованных пород архея — протерозоя располагаются два других района — Томпсон и Линн-Лейк.

Месторождения района Томпсон (Г. Н. Щерба, 1973 г.) приурочены к зоне, сложенной вулканогенно-осадочными породами архея, вдоль которой в северо-восточном направлении располагаются цепочкой мелкие тела ультраосновных пород габбро-перидотитового состава. Медно-никелевое оруденение связывается с трещинными интрузиями линейного типа и с дифференцированными согласно залегающими силлами. В районе известно девять месторождений. Рудное поле наиболее крупного месторождения Томпсон вытянуто на 5,5 км и представляет собой синклинорную складку, сложенную метаморфизованными породами архея, среди которых залегают серпентинизированные перидотиты. Рудная зона залегает среди биотитовых сланцев, в которых располагаются линзы или участки брекчий сплошных сульфидов, сменяющихся участками вкрапленного оруденения. Руды состоят из мелко-, реже среднезернистого агрегата зерен пирротина, пентландита, пирита, в меньшей степени других сульфидов меди и никеля. Среднее содержание никеля в рудах 1,89 %, меди 0,13 %. Запасы никеля

оцениваются в 4,0 млн. т. Расположенное юго-западнее месторождение Пайп характеризуется наличием тел сплошных сульфидов мощностью 10—12 м среди вкрапленных руд. Эти тела сложены пирротином, пентландитом и пиритом, при содержании никеля в них до 6 %.

Рудный район Линн-Лейк расположен к северо-западу от района Томпсон в аналогичной геологической обстановке. Месторождение Линн-Лейк приурочено к массиву габбро-перидотитов. Рудная зона там представлена неправильными столбо-линзообразными залежами массивных и брекчированных руд, окруженных участками вкрапленного оруденения. Рудные минералы — пирротин, пентландит, халькопирит, пирит, сфалерит и кубанит. Среднее содержание никеля 0,88 %, меди 0,43 %. Запасы руды оцениваются в 12 млн. т. Ранее отрабатывались более богатые руды, содержащие до 4 % никеля и 5—6 % меди.

В Квебеке на полуострове Унгава, в районе оз. Кросс выявлены и разведаны два месторождения сульфидных никелевых руд Реглан и Кейтиниг, на которых выделяют два типа руд: богатые, содержащие 3,63 % никеля и 0,93 % меди, и рядовые с содержанием никеля 1,55 %. Общие запасы никеля порядка 500 тыс. т. В последние годы к северу от г. Валь-д'Ор выявлено новое месторождение Абимаби, характеризующееся содержанием никеля 0,4 % и меди 0,15 %. Запасы никеля 1,4 млн. т. В провинции Юкон имеется месторождение медно-никелевых руд, содержащих 2,04 % никеля и 1,4 % меди при запасах никеля в 730 тыс. т.

В Канаде имеется еще ряд месторождений с невысоким (0,5—0,7 %) содержанием никеля, которые стали экономически рентабельными в связи с совершенствованием технологии обогащения руд и повышением цен на никель. Наиболее перспективен район между городами Порт-Артур и Кенора, где выявлены месторождения с рудами, содержащими 0,2 % никеля и 0,4 % меди. Запасы никеля оцениваются в 400 тыс. т.

Бедные сульфидно-никелевые руды обнаружены и в США. Так, в шт. Миннесота разведаны запасы никеля 0,7 млн. т при содержании его в руде 0,20 % и при содержании меди 0,49 %. Запасы эти как активные пока не учитываются.

После 1966 г. выявлен новый и, по-видимому, очень перспективный район сульфидно-никелевого оруденения на западе Австралии. Все месторождения этого района относятся по возрасту к докембрию и располагаются в полосе протяженностью более 400 км, идущей в меридиональном направлении через г. Калгурли на юге и г. Лавертон на севере.

Наиболее разведанным в этой полосе является месторождение Камбалда, находящееся в 50 км южнее г. Калгурли. На этом месторождении крупная интрузия серпентинизированных перидотит-дунитов, имеющая куполообразную форму, залегает согласно во вмещающих ее метаморфизованных базальтах. Оруденение приурочено к контакту с базальтами лежачего бока. При этом массивные руды прилегают к телу интрузии, а во вмещающих интрузив базальтах развивается вкрапленное оруденение. В этой же группе находится ряд более мелких месторождений, рудные тела в пределах которых также тяготеют к контакту серпентинизированных перидотит-дунитов с базальтами или мелкозернистыми амфиболитовыми породами. Содержание никеля в богатых рудах 3,07 % и меди 0,25 %, во вкрапленных рудах 0,64 % никеля и 0,1 % меди. Наиболее крупным из них является месторождение Сент-Ивз с запасами никеля в 260 тыс. т. Остальные месторождения имеют запасы от 15 до 60 тыс. т никеля.

В северной части описываемой полосы находятся месторождения, оруденение на которых приурочено к перидотитовым, гарцбургитовым, габбровым и норитовым интрузиям, расположенным в синклинальной складке и в различной степени серпентинизированным. Оруденение на этих месторождениях представлено крупными рудными телами вкрапленных руд, содержащих 0,5—0,6 % никеля и около 0,1 % меди. Мощность рудных тел достигает первых десятков метров, длина по простиранию до 2—3 км, на глубину они прослеживаются до 1 км. Наиболее крупные месторождения этого района Маун-Кейт и Кингстон. Запасы никеля на них оцениваются в 3 млн. т, из них 1,2 млн.т разведанных. Расположенное немного южнее месторождение Эгнью, имеющее более богатые руды, представлено двумя крутопадающими телами мощностью 2—6 м, протяженностью по простиранию на 1000 м и на глубину 300—600 м. Содержание в руде никеля 2,2 %, меди 0,21 %, кобальта 0,04 %. Запасы никеля составляют 720 тыс. т, из них пока разведано 200 тыс. т.

В северной половине зоны у г. Лавертон находятся еще два месторождения — Маунт-Уиндорра и Саут-Уиндорра, рудные тела которых приурочены к контакту ультраосновных интрузий с роговиками осадочного происхождения и представлены прожилково-вкрапленными и массивными рудами. Содержание никеля в рудах этих месторождений (среднее) 1,48—1,50 %, меди 0,14—0,4 %. Запасы никеля на них оцениваются в 600 тыс. т (суммарно), причем месторождения полностью разведаны.

В последние годы в районе Эгнью выявлено еще одно месторождение богатых никелевых руд — Персеверанс. Оно связано с дунит-серпентинитовым массивом, причем сульфиды никеля приурочены к крупным линзам ультраосновных пород, среди которых они дают скопления вкрапленных руд штокообразной формы. Встречены, кроме того, массивные руды, образующие тела жилообразной формы. Рудные минералы пентландит и пирротин. Среднее содержание никеля в руде 1,9 %. Запасы никеля 900 тыс. т.

К настоящему времени разведанные запасы никеля в этом районе определяются в 3 млн. т при среднем содержании никеля 1,02 % и меди 0,17 %, а перспективные в 6—7 млн. т.

Месторождения сульфидных никелевых руд в Зимбабве также связаны с основными и ультраосновными породами докембрийского возраста. Всего в настоящее время в этой стране известно 8 никелевых месторождений с запасами никеля в 1,2 млн. т при его

среднем содержании в руде 0,82 %, при 0,22 % меди. Наиболее крупными месторождениями являются Троуджи, Шангани и Эмпресс.

Месторождение Троуджи связано с дайкообразной норитовой интрузией и сложено двумя рудными телами, прослеженными на 270 м и имеющими мощность 58 и 36 м. Рудные тела находятся в серпентинитах и представлены прожилковым и вкрапленным оруденением. Рудные минералы — пентландит, халькопирит, магнетит. Среднее содержание никеля 0,64 %, меди 0,51 %. Запасы никеля 100 тыс. т. Месторождение Шангани приурочено к нижней части массива ультраосновных пород, представленных серпентинитами, подстилаемыми тальково-амфиболовыми и тальковыми сланцами. Руды массивные и вкрапленные. Массивные руды расположены у контакта серпентинитов со сланцами и сложены пирротином, пентландитом, халькопиритом, пиритом и магнетитом. Среднее содержание никеля в них 9,18 %, меди 0,32 %. Вкрапленные руды, залегающие выше массивных в серпентинитах, имеют мощность от 10 до 40—50 м и содержат в среднем 0,63 % никеля и очень мало меди (0,05 %). В целом по месторождению содержание никеля 0,92 % и меди 0,10 %. Запасы никеля 230 тыс. т. На месторождении Эмпресс запасы никеля составляют 183 тыс. т при содержании никеля в руде 1,31 % и меди 0,48 %. Рядом с месторождением Шангани находится неразведанное, но аналогичное по строению месторождение Дамба, запасы которого оцениваются в 360 тыс. т никеля при его содержании 0,9 %. Месторождение приурочено к рудной зоне в амфиболитах и представлено рядом столбообразных и линзовидных рудных тел. Общие запасы никеля 60 тыс. т, содержание никеля в руде 1,01 %, меди 0,37 %.

В Трансваале (ЮАР), в 90 км северо-западнее Вюстембурга известно месторождение Пилансберг, приуроченное к комплексу докембрийских основных пород нижней части Бушвельдского интрузива, представленного трубообразными крутопадающими рудными телами. Месторождение в значительной части выработано. Оставшиеся запасы составляют 50 тыс. т никеля при его содержании в руде 1,0 %.

В Ботсване в северо-восточной части страны известны два расположенных рядом месторождения сульфидных медно-никелевых руд — Пикве и Селайб, связанных, как в Зимбабве и ЮАР, с дифференцированными массивами основных пород. Месторождение Пикве является наиболее крупным. В нем заключены запасы никеля в 400 тыс. т при содержании в руде 1,36 % никеля и 1,13 % меди. Месторождение Селайб более мелкое. Запасы никеля в нем около 100 тыс. т. Содержание никеля более низкое и составляет 0,74 %, зато меди — 1,50 %.

В Индии первое месторождение медно-никелевых руд выявлено в районе Каттак (шт. Орисса). Содержание никеля в руде 0,8 %.

Известно, что в Южной Корее имеются небольшие сульфидно-никелевые месторождения, приуроченные к интрузиям габбро и пе-

ридотитов. Общие запасы никеля ориентировочно определяются в 100 тыс. т при содержании никеля в руде до 3 %.

В странах Европы практически интересные месторождения медно-никелевых руд находятся в Финляндии. На северо-западе страны расположено месторождение Нивала, медно-никелевые руды которого приурочены к интрузиям основных и ультраосновных пород нижнепротерозойского возраста. Содержание никеля в руде 0,7 %, меди составляют 0,26 %. Запасы никеля около 35 тыс. т. Там же известно месторождение Хитура, запасы никеля на котором составляют 200 тыс. т, но при содержании его в руде всего лишь 0,5 %, содержание меди при этом составляет 0,2 %. Месторождение подготавливается к освоению. На месторождении Коталахти содержание никеля в руде 0,8 %. Кроме того, никель содержится в рудах медноколчеданных месторождений. Так, в рудах медноколчеданного месторождения Оутокумпу содержится вместе с медью (ее содержание около 3 %) 0,1—0,15 % никеля, общие запасы которого приблизительно 15 тыс. т.

Известны мелкие месторождения сульфидных медно-никелевых руд на юге Норвегии (Рингерих и др.). Они связываются генетически с протерозойскими интрузиями габбро и норитов и залегают в виде чечевицеобразных жил или линз как среди них, так и во вмещающих их сланцах. Рудные минералы — пентландит, халькопирит, магнетит и пирротин. Содержание никеля 0,5—0,8 %, меди 0,9 %. Запасы незначительные — не превышают 25 тыс. т.

Сульфидные медно-никелевые месторождения Кольского полуострова в СССР приурочены к основным и ультраосновным интрузиям докембрийского (среднепротерозойского) возраста и контролируются региональными тектоническими разломами. В пределах рудоносной провинции выделяются четыре рудных района: Печенгский — с месторождениями Ждановское, Кириеджипори, Каула, Котсельваара-Каммикиви, Семилетка; Аллареченский — с месторождениями Аллареченское и Восток; Мончегорский — с месторождениями Ниттис-Кумужья-Травяная, Сопчуайвейч (Сопча) и Нюдуайвейч (Нюд) и Кольский — с месторождением Ловнозерским (Ловно).

Продуктивные отложения в Печенгском районе представлены филлитовидными сланцами, залегающими между двумя диабазовыми покровами, в которые внедрился ряд пластовых дифференцированных интрузивов ультраосновного состава. Оруденение приурочено к интрузивам и к тектоническим зонам на их контакте с подстилающими породами и представлено обычно пластообразными залежами сплошных, брекчиевых и вкрапленных руд.

Наиболее крупное в районе Ждановское месторождение связано с пластовой интрузией, дифференцированной от перидотитов (лежачий бок) до габбро (висячий бок). Оруденение представлено вкрапленными рудами, приуроченными к нижней части интрузивного тела, и брекчиевыми рудами, тяготеющими к контакту интрузии и подстилающих ее туфогенно-осадочных пород. В лежачем боку рудной залежи Ждановского месторождения в филлитовых

сланцах выявлена рудная залежь Заполярная, представляющая пластообразное тело. Руда содержит там до 2—3 % никеля.

Оруденение на месторождении Кириеджипори контролируется тектоническим нарушением, идущим вдоль контакта интрузива. Оруденение на месторождении Котсельваара-Каммикиви приурочено к субширотной зоне надвига, проходящей вблизи нижнего контакта пластовой дифференцированной интрузии габбро-пироксенит-перидотитового состава с подстилающими ее филлитами. Оруденение представлено в основном вкрапленностью в серпентинитах, отчасти брекчированными и массивными рудами. На месторождении Семилетка оруденение контролируется тектоническими зонами типа сдвигов и представлено залежами, приуроченными к межпластовым интрузиям. Месторождение Каула содержит более богатые руды и представлено линзообразной залежью брекчиевых руд, сопровождаемых вкрапленностью, располагающейся на контакте интрузий и нижележащих филлитов.

В Аллареченском районе оруденение представлено пластообразными залежами вкрапленных руд, а также богатыми жилами сплошных сульфидов, выполняющими крутопадающие трещины в интрузивных массивах. В отличие от месторождений Печенгского района здесь интрузивные породы внедрялись в более древние, архейские, гнейсы, имея также пластовый характер. Залежи находятся в различных горизонтах оливинитовых и перидотитовых тел. Основная залежь на Аллареченском месторождении расположена в ядре синклинали и имеет линзовидно-серповидную форму. Руды вкрапленные в основном теле и сплошные в секущих его жилах. На месторождении Восток основной тип оруденения — богатые вкрапленные руды в измененных перидотитах. Месторождения Ниттис-Кумужья-Травяная в Мончегорском районе уже выработаны, а месторождения Сопча и Нюд представлены бедными рудами и не имеют промышленного значения.

Ловнозерское месторождение Кольского рудного района находится в пределах крупного массива, сложенного породами габбро-диоритового состава, плагио-микроклиновыми гранитами и гранат-кварц-полевошпатовыми породами архея и протерозоя. Оруденение связано с согласной интрузией норитов и габбро-норитов, образуя линзообразную залежь внутри нее. Руды вкрапленные и прожилково-вкрапленные.

Имеются данные о наличии сульфидных руд никеля на территории Карельской АССР в геологической обстановке, сходной с обстановкой кольских месторождений, однако рудопроявлений промышленного характера здесь пока не обнаружено.

Сульфидно-никелевое оруденение кольского типа выявлено в последние годы на территории Восточно-Европейской платформы в пределах Воронежского кристаллического массива. Оруденение связано там с небольшими интрузивными телами ультраосновного, основного, реже среднего состава, залегающими в сложнодислоцированных метаморфических породах нижнего протерозоя. Проявления сульфидно-медно-никелевых руд представлены серией небольших линзообразных тел, приуроченных к наиболее основным разностям интрузивных пород (перидотиты, пироксениты, оливиниты).

Сульфидные никель и медь, связанные с гипербазитами протерозойского возраста, известны в бассейне р. Лены, около северной оконечности оз. Байкал. Здесь выявлены два месторождения — Довыринское и Чайское. Довыринское месторождение приурочено к северо-западному контакту одноименного массива, залегающего с крутым падением среди метаморфических пород верхнего протерозоя. Сульфидно-медно-никелевое оруденение представлено в основном вкрапленными и прожилково-вкрапленными, редко сплошными рудами в жилах, локализованных в плагиоперидотитах. Жилы обычно имеют незначительные размеры. Чайское месторождение находится на юго-западном фланге Чая-Безымянского массива, залегающего с крутым падением в породах протерозоя. Оруденение приурочено к эндоконтакту массива, через который проходит тектонически ослабленная зона, и локализовано в плагиоперидотитах, брекчированных серпентинитах, пироксенитах и габбро-норитах. В районе имеется еще ряд проявлений аналогичного типа.

Восточнее указанных месторождений, в окрестностях Удоканского месторождения медистых песчаников находится Чинейский массив, представляющий собой слабо дифференцированный лополит основных и ультраосновных пород. Сульфидное оруденение приурочено к донной части интрузива и образует залежь бедных вкрапленных руд.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ РУД МЕЗОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Как уже отмечалось, этот тип месторождений развит в СССР в Норильском рудном районе и представлен такими месторождениями, как Талнахское, Октябрьское и Норильск-I. Район сложен морскими отложениями нижнего и среднего палеозоя, континентальными и лагунными отложениями верхнего карбона и перми, эффузивными и интрузивными траппами пермо-триасового возраста и осадочными породами мезозоя. Сульфидно-никелевые руды связаны с интрузивными фациями трапповой формации и приурочены к интрузиям габбро-диабазов, имеющих сложное строение. Рудоносные интрузии, приуроченные к крупному Норильскому разлому, представлены пологими лакколитообразными телами, вытянутыми в северо-северо-восточном направлении и залегающими среди лагунно-континентальных образований кунгурской серии пермо-карбона, собранных в пологие складки северо-западного простирания.

На Талнахском и Октябрьском месторождениях, объединенных в единое рудное поле, интрузивное тело (Талнахский интрузив) погружается к северу до глубины 600 м и более, выходя на юге на дневную поверхность. Талнахский интрузив является дифференцированным и состоит в верхней части из диоритов и габбро с участками эруптивных брекчий и пикритовых габбро-диабазов, в

нижней части из плагиоклазовых перидотитов и оливинитов, а также такситовых и контактовых габбро-диабазов.

Руды Талнахского месторождения представлены тремя основными разновидностями: богатыми сплошными, вкрапленными в породах интрузий и вкрапленными во вмещающих интрузии породах (медистые руды).

Сплошные руды образуют залежи, линзы и жилоподобные тела сульфидов в приподошвенных частях интрузива, а иногда и в нижележащих вмещающих породах. Изредка они встречаются и в кровле интрузива. Месторождение состоит из четырех основных залежей сплошных руд, располагающихся по трем ветвям интрузивного тела.

Вкрапленные руды широко развиты в теле интрузивов и представлены оруденелыми пикритовыми, такситовыми габбро-диабазами и перидотитами в виде придонных пластообразных и линзообразных тел с границами, повторяющими контур интрузива. Вкрапленные руды развиты более широко, чем сплошные, и залежи их достигают большей длины и ширины.

Медистые вкрапленные руды имеют более ограниченное распространение. Они образуют скопления и зоны оруденения различной формы, обычно окаймляющие залежи богатых руд. Главная масса их концентрируется в подстилающих интрузии породах.

Октябрьское месторождение приурочено к северо-западному ответвлению Талнахского интрузива. Главную ценность месторождения представляют сплошные руды, слагающие пологозалегающую Хараелахскую залежь. Вкрапленные руды, приурочены как к интрузивному телу, так и к вмещающим породам, отмечены лишь в западной части месторождения.

Содержание никеля в рудах указанных месторождений колеблется от 0,4—0,6 до 3—4 %, а меди от 1 до 7 %. Содержание кобальта сравнительно невысокое и составляет от 0,02 до 0,15 %. Соотношение никеля и меди в богатых рудах на Талнахском месторождении составляет 1 : 1,3, а на Октябрьском 1 : 2,5.

Поисковыми скважинами, пробуренными между Октябрьским и Северо-Западным участками Талнахского месторождения, встречена интрузия габбро-диабазов с оруденением. В нижнем экзоконтакте интрузива вскрыты сплошные сульфидные руды.

Интрузивное тело, к которому приурочено месторождение Норильск-I, на севере имеет пластообразную форму, южнее сменяющуюся трубообразной. Оруденение локализуется в северной части интрузии в трех ее нижних горизонтах: пикритовых, такситовых и контактовых габбро-диабазах, а также в нижележащих осадочных породах. Вкрапленные руды в интрузиве дают крупную залежь, повторяющую контуры интрузива; в подстилающих породах они развиты на отдельных участках. Сплошные богатые руды встречаются в виде небольших жильных обособлений.

Судя по имеющимся данным, в КНР зафиксированы три более или менее значительных месторождения сульфидных никелевых руд мезозойского возраста. Два из них — Лимахе и Сяосуншань — характеризуются массивными рудами, связанными с дифференцированными массивами ультраосновных и основных пород, а одно — Ванбобе — прожилково-вкрапленными рудами.

Месторождение Лимахе находится в провинции Сычуань. Оно представлено массивом мезозойских интрузивных пород, сложенных в верхней части габбро-диоритами, а в низах оливиновыми пироксенитами, внедрившимися в толщу докембрийских образований. Массив имеет пластовую форму при длине 800 м, ширине 110—170 м и мощности до 100 м. В оливиновых пироксенитах обособляется рудное тело линзообразной формы мощностью 1,5—4 м, в раздувах до 50 м. Рудные минералы — пирротин, пентландит, халькопирит. Месторождение Сяосуншань (Байцыцуйнзы, или Ванчангоу) находится в провинции Ганьсу, в пределах массива Алашан, сложенного досинийскими и палеозойскими метаморфизованными породами, прорванными серией линейно вытянутых интрузий, представленных серпентинизированными перидотитами, габбро и габбро-норитами. Оруденение приурочено к нижней части массива, сложенной габбро-норитами, и связано с двумя зонами длиной около 2 км каждая. Рудные тела в них дают линзообразные залежи длиной до 20 м. Содержание никеля 1,5—2 %, меди 1 %.

Месторождение Ванбобе находится в уезде Чиньюань провинции Ляонин и представлено диоритовым штоком, внедрившимся в зоне контакта мезозойских гранитов и досинийских гнейсов. В центральной части диоритового массива обособляются две обогащенные никелем и медью зоны длиной 100—300 м и шириной 4—30 м. Содержание в северной части зоны никеля 2,4 %, меди 1,28 %, в южной — никеля 0,55 % и меди 0,71 %. Запасы никеля небольшие.

В Восточном Гриквaленде на территории Южно-Африканской Республики известно месторождение никелевых руд Инсизва, приуроченное к интрузии долеритов, прорывающей породы верхнего палеозоя — средней юры. Оруденение представлено донной залежью, состоящей из ряда линз. Главные рудные минералы — пентландит, халькопирит и кубанит. Руды вкрапленные с содержанием никеля от 0,35 до 1,9 %, но встречаются небольшие обособления богатых руд с содержанием никеля до 5,8 %. Среднее содержание никеля в рудах месторождения 0,9 %, кобальта 0,02 %. Запасы никеля очень небольшие и не превышают 20 тыс. т.

В настоящее время сульфидные никелевые руды верхнемезозойского или, может быть, даже кайнозойского возраста известны в Срединном хребте Камчатки. Они связаны с массивами амфиболитизированного габбро, прорывающего меловые образования. Руды как массивные, так и вкрапленные. Содержание никеля в отдельных образцах достигает 7 %. Морфология залежей и их мощность пока не установлены, но сам факт выявления никелевых руд в пределах Тихоокеанского складчатого пояса, к тому же имеющих столь молодой возраст, необычайно интересен.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СИЛИКАТНЫХ РУД МЕЗОЗОЙСКИХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ

Выделяют два типа месторождений силикатных никелевых руд мезозойского возраста. Одни из них залегают среди верхнемезозойских образований, будучи продуктами переотложенных кор выветривания, они перекрыты осадочными отложениями того же возраста и вместе с ними подвергнуты складчатости в постмезозойское время. Месторождения этого типа развиты в пределах Средиземноморского складчатого пояса и известны на территории Греции и Югославии. Второй тип месторождений, развитый в основном на Урале, связан с остаточными корами выветривания мезозойского возраста на массивах ультраосновных пород. Эти месторождения находятся у дневной поверхности и более молодыми осадками не перекрывались.

Наиболее крупным месторождением силикатного типа в Греции является месторождение Пагонда на о. Эвбея. Месторождение представлено пластовыми залежами никель-кобальтовых руд, образовавшимися за счет латеритного выветривания и приуроченными к несогласному контакту между юрскими и меловыми известняками. Никелевые руды подверглись более поздней складчатости и поэтому залегают с углами падения от 30 до 70°, имея мощность от 3 до 50 м, увеличивающуюся в замках складок. Среднее содержание никеля в рудах колеблется от 1,10 до 1,30 %, кобальта 0,04 %. Запасы никеля определены в 7,2 млн. т, причем пока разведана 1/3 часть этого количества.

В восточной части о. Эвбея находится второе крупное месторождение силикатных никелевых руд — Скалистири (условное наименование по названию горнодобывающей компании «Скалистири»). На этом месторождении среднее содержание никеля составляет 1,3 % при 0,04 % содержании кобальта. Запасы никеля определены в 4,3 млн. т.

В 115 км к северу от г. Афины находится еще одно месторождение подобных руд Агиос-Иоаннис, руды которого представлены пластом железных никелесодержащих руд мощностью 8 м. При этом основное количество никеля приурочено к нижней части пласта (от подошвы на 3 м). При среднем содержании никеля на месторождении в 1,4 % в нижней части пласта оно повышается до 3 %. Запасы никеля оцениваются в 1,5 млн. т.

В Югославии месторождения силикатных никелевых руд находятся в основном в ее южных районах — в Сербии и Македонии. В Сербии в Косовском районе расположены месторождения Црнольево, Голеш, Трстеник. Месторождения Црнольево и Голеш представляют собой латеритные коры выветривания перидотитов. Рудные тела залегают на границе с перекрывающими их осадочными породами мелового (сенон) возраста и имеют пласто- или линзообразную форму. Мощность коры выветривания колеблется от 5 до 30 м. Среднее содержание никеля 1,35 %. На Трстеньском месторождении никелевые руды представлены оолит-пизолитовыми железными рудами, содержащими около 1 % никеля и около 2,5 % окиси хрома. Пласт имеет мощность 8—10 м. Никелевые руды, сопутствующие железным, встречены также в Вардарской зоне Македонии, причем содержание никеля в них иногда достигает 1,8 %. Общие запасы никелевых руд Югославии, очевидно, сопоставимы с запасами Греции.

Силикатные никелевые руды СССР в пределах Урала связаны с поясом гипербазитовых интрузий, протягивающихся вдоль его восточного склона. Поскольку образование кор выветривания происходило в мезозойское время (по мнению ряда исследователей, даже в доюрское), сейчас месторождения силикатного никеля встречаются только на участках, где коры выветривания сохранились от последующего размыва. Выделяются четыре типа месторождений: площадной коры выветривания, линейно-трещинный, контактово-карстовый и смешанный.

Месторождения площадной коры выветривания представлены рудными телами, залегающими на выветрелых серпентинитах в виде плаща обычно небольшой мощности (до 10—20 м), линейно-трещинные — приурочены к тектоническим зонам в серпентинитах, контактово-карстовые — выполняют карстовые пустоты на контакте ультраосновных пород с известняками. Наиболее распространены месторождения смешанного типа, где наравне с площадной корой выветривания развиты и другие формы залежей, т. е. наряду с более или менее ровной верхней поверхностью рудных залежей имеются глубокие карманы в карстах и трещинные залежи, отходящие от их нижней поверхности.

Месторождения площадного типа приурочены или к нонтронитовой коре выветривания в южной части региона в районах Кимперсайского и Халиловского массивов, или же к охристо-кремнистой коре, развитой на Среднем Урале. Месторождения линейно-трещинного типа характеризуются наличием охр и брекчий серпентинитов, а также кремнистых стяжений. В контактово-карстовом типе оруденению подвергаются карстовые алевриты и дезинтегрированные серпентиниты.

Размер месторождений по существу зависит от площади, уцелевшей от размыва, причем временами она достигает значительных размеров: например, Бурыктальское месторождение в Оренбургской, Шевченковское в Кустанайской и Серовское в Свердловской областях. Последнее иногда ошибочно относят к месторождениям переотложенного типа в связи с тем, что с никелевыми рудами ассоциируют бобовые железные руды. Фактически никелевые руды находятся на периферии бассейна под перекрывающими их железными рудами или там, где железные руды не отлагались и кора не была размыта.

Содержание никеля в среднем по месторождениям обычно 0,65—0,90 %, изредка превышает 1 %. Содержание кобальта 0,02—0,06 %, редко до 0,09—0,1 %.

Незначительные месторождения силикатного никеля фиксируются в Центральном и Восточном Казахстане, в Прибалхашье и в

Алтайском крае. Однако все они не представляют особого интереса, так как для создания самостоятельного никелевого производства их запасов недостаточно.

Аналогичного типа мелкие месторождения силикатного никеля имеются на Украине в Приднепровском и Побужском районах. Они связаны с корой выветривания ультраосновных пород Украинского кристаллического массива. Оруденение в площадной коре выветривания, сохранившейся в виде останцов, приурочено к нонтронитам и железистым нонтронитам, залегающим под покровом третичных образований. Рудные залежи имеют длину от 200 до 1500 м, мощность от 3 до 10 м, глубина их залегания от 2—8 до 70—80 м. Содержание никеля до 0,8 %, кобальта до 0,05 %.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СИЛИКАТНЫХ РУД КАЙНОЗОЙСКИХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ

Месторождения силикатных никелевых руд связаны с латеритными корами выветривания, формирующимися в кайнозойское время в приэкваториальных странах, где преобладает жаркий влажный климат. Они как бы окружают земной шар полосой широтного направления, помещающейся между 20° северной и 20° южной широты. Так, месторождения этого типа известны в Новой Каледонии, на Соломоновых островах, в Папуа — Новой Гвинее и Австралии, в странах Карибского бассейна в Центральной Америке, а также в Колумбии, Венесуэле и на севере Бразилии, в ряде стран Центральной Африки (Бурунди, Эфиопия, Мадагаскар) и далее на восток в Индии, Бирме, Индонезии и на Филиппинах.

Наиболее крупные запасы силикатных никелевых руд кайнозойского возраста сосредоточены в Новой Каледонии. Никель-кобальтовые руды распространены в юго-восточной части острова и приурочены к коре выветривания на ультраосновных породах (серпентиниты, перидотиты, дуниты), образующих крупные массивы на площади 6—7 тыс. км². Мощность коры выветривания от 50 до 100—150 м, мощность рудных залежей от 1,8 до 9 м, причем находятся они в верхней части коры выветривания на глубине 3—9 м от поверхности. Рудные минералы представлены гарниеритом и асболаном. Содержание никеля в руде колеблется от 0,8 до 2 %, иногда достигая 5 %.

Поскольку запасы руд на месторождениях довольно значительны, отработка ведется обычно на тех из них, где содержание никеля превышает 2 %. Так, за последние годы содержание никеля в добываемых рудах составило 2,8—3,5 % при 0,02 % кобальта.

Общие запасы никелевых руд Новой Каледонии оцениваются в 2 млрд. т руды с содержанием никеля 1,2—1,7 %. Запасы металла составляют 30,5 млн. т. Наиболее богатые по содержанию никеля (2,6 %) месторождения Поро, Куауа и Тио имеют запасы никеля 1,3 млн. т, а месторождения Ниага и Квенга (2,4 %) — 0,72 млн. т.

В Австралии известно четыре крупных месторождения силикатных никелевых руд Уингелина, Оре-Банда, Гринвейл и Ракхемстон. Первые два находятся в западной Австралии в районе Блэкстоун-Рейнджес (запасы 3,6 млн. т никеля, содержание его в руде 1,08 %), вторые два в северной части шт. Квинсленд (запасы 1,3 млн. т, содержание никеля 1,87 %).

Два месторождения латеритных никелевых руд (запасы 1 млн. т никеля, содержание никеля 0,6—1,4 %) выявлены в последние годы в Папуа — Новой Гвинее.

На островах Санта-Исабель, Нью-Джорджиа и Шуазель в группе Соломоновых островов разведаны месторождения латеритных никелевых руд с общими запасами никеля 1,1 млн. т при его содержании в руде 1,19 %.

Основные запасы никеля Индонезии находятся в месторождениях на о. Сулавеси, о. Хальмахера и в Западном Ириане. Никелевые руды здесь приурочены к коре выветривания гарцбургитов, содержание никеля 0,9—2,4 %, кобальта 0,10—0,20 %. Силикатные никелевые руды, обогащенные гарниеритом, залегают на склонах холмов и перекрываются маломощным слоем рыхлых латеритных образований (до 5 м). На о. Сулавеси разведано четыре крупных месторождения. Наиболее значительным из них является месторождение Ларона с запасами 3,3 млн. т никеля при его содержании в руде 0,9 % и кобальта 0,1 %; за ним следует месторождение Сороако — никеля 1,4 %, кобальта 0,12 %, запасы никеля 2,5 млн. т и месторождение Памалеа — никеля 1,28 %, кобальта 0,14 %, запасы никеля 1,3 млн. т. Кроме того, на о. Сулавеси находится месторождение Колако, руды которого более богаты никелем и кобальтом. Содержание никеля колеблется от 2 до 4 %, составляя в среднем 2,27 %, кобальта 0,2 %. Запасы никеля 370 тыс. т. В Западном Ириане выявлено и разведано месторождение силикатных никелевых руд — Ариан-Барат с содержанием в рудах 1,48 % никеля и 0,12 % кобальта при запасах никеля 2,4 млн. т. На о. Хальмахера разведано 240 млн. т никелевой руды с содержанием никеля 1,35 % и кобальта 0,1 %. Запасы никеля 3,2 млн. т. На островах Мананг и Лемо открыты сравнительно небольшие месторождения высокосортных силикатных никелевых руд с содержанием 3,5 % никеля. Общие запасы никеля в Индонезии оцениваются в 15,3 млн. т.

Никельсодержащие железные руды на Филиппинах находятся на островах Палаван, Минданао, Лусон, Нанок и связаны с корой выветривания на серпентинитах, мощность которой колеблется от 1 до 18 м, составляя в среднем 6,4 м. На о. Палаван разведано три крупных месторождения и ряд мелких, причем последние представлены более богатыми рудами. Месторождение Сориано имеет запасы никеля 2,5 млн. т при его содержании в руде 1,30 %, месторождение Лонт-Пойнт Баронг — соответственно 2 млн. т и 1,30 %, месторождение Рио-Тюба 1,2 млн. т и 1,64 %; содержание кобальта в этих месторождениях составляет 0,14, 0,12 и 0,10 %. Мелкие месторождения Пулат, Пара, Инфанта содер-

жат 2,09—2,24 % никеля и 0,1—0,11 % кобальта; запасы никеля на каждом из них 20—45 тыс. т. Крупным является месторождение Восточное Давао на о. Минданао с запасами 2,1 млн. т никеля (при содержании в руде никеля 1,29 % и кобальта 0,06 %). На о. Нанок месторождение никелевых руд содержит 1,4 млн. т металла при его содержании в руде 1,1 % и кобальта 0,08 %. Общие запасы никеля на Филиппинах оцениваются в 11,7 млн. т.

В восточной части Бирмы за последние 10—15 лет выявлен ряд месторождений силикатных никелевых руд, из которых наиболее крупными являются № 4 и № 6 в районе Мветаунг. При среднем содержании никеля 1,04 % и кобальта 0,03—0,05 % запасы никеля определены в 1,1 млн. т.

В Индии месторождения силикатных никелевых руд связаны с корой выветривания гарцбургитов. Пока разведано одно месторождение Каиса в шт. Орисса на побережье Бенгальского залива. Плащеобразная латеритная залежь на гарцбургитах развита на площади 500×1500 м и имеет мощность от 2 до 46 м. Содержание никеля в руде колеблется от 0,8 до 1,48 %, составляя в среднем 1,12 %, кобальта 0,07 %. Запасы никеля 425 тыс. т. Рядом с этим месторождением расположены еще два — Северная Каиса и Сурабия, которые пока не изучены.

Силикатные никелевые руды латеритного происхождения в Китае сосредоточены в основном в южной части провинции Юньнань и приурочены к коре выветривания яньшаньских серпентинизированных ультраосновных пород. Месторождения по типу относятся к площадным корам выветривания. Никелевое оруденение прослеживается полосой шириной около 5 км на 100 км к северу от границы с СРВ. Мощность коры выветривания 60—80 м. Оруденелые слои имеют мощность 5—10 м, будучи перекрыты охрáми мощностью 1—2 м. Содержание никеля колеблется от 0,5—1,5—2 %, составляя в среднем 0,8—1,2 %.

Широко развиты силикатные никелевые руды также на Кубе. Они представлены латеритными образованиями, получившимися в результате выветривания ультраосновных пород, причем наиболее благоприятными для формирования месторождений железо-никелевых руд явились серпентинизированные перидотиты. Особенно широко развиты эти руды на северном побережье острова в провинции Ориента, а также в провинции Камагуэй и Пинар-дель-Рио.

Одним из крупнейших месторождений никеля является Моа, содержащее в среднем 1,36 % никеля, 0,18 % кобальта и 46 % железа. Мощность рудного горизонта достигает 30 м и более при мощности перекрывающих его пород 1,5—1,8 м. На месторождении Никаро рудные залежи имеют мощность от 0,3 до 30 м. Кроме богатых руд на этих двух месторождениях имеется значительное количество более бедных, содержащих около 0,8 % никеля. Месторождение Маяри представлено тремя рудными слоями мощностью от 1,2 до 3,6 м, каждый при содержании никеля от 0,8 до 1,6 %. По данным, опубликованным в 1955 г., общие запасы ни-

келя на Кубе определялись в 4,2 млн. т при среднем содержании никеля в руде 1,35—1,45 %. Запасы никеля в более бедных рудах при среднем содержании 0,8 % никеля и 0,07 % кобальта определялись в 12 млн. т.

Довольно широко распространены силикатные руды в странах Центральной Америки и в северной части Южной Америки. В западной части Доминиканской Республики в отрогах Центральных Кордильер выявлены месторождения латеритных руд в районе Сейбо на площади 8 тыс. км². Общие запасы никеля определяются в 1,5 млн. т при его содержании в рудах 1,55 %. В последние годы там выявлено еще одно месторождение Лома-де-ла-Печера с запасами 1,0 млн. т никеля при его содержании в руде 1,58 %. Содержание кобальта на первом из указанных месторождений 0,13 %, на втором 0,06 %.

В Пуэрто-Рико на западном побережье к югу и востоку от г. Маягуэс выявлено семь месторождений железо-никелевых руд, связанных с корой выветривания серпентинитов. Мощность продуктивного горизонта колеблется от 3 до 15 м. Содержание никеля в руде в среднем 0,88 %, кобальта 0,09 %, железа около 23 %. Наиболее крупными являются месторождения Хуанатибо и Лас-Мейсас. Общие запасы никеля определяются в 850 тыс. т.

В Гватемале на северном побережье оз. Исабель выявлены два латеритных железо-никелевых месторождения Чулак-Эль-Эстор и Исабель с суммарными запасами в 8,3 млн. т никеля при его содержании 1,10—1,5 %.

В Колумбии в северо-восточной части департамента Кордова разведано месторождение Серро-Матосо, в рудах которого содержится 1,6 млн. т никеля при его содержании в руде в среднем 2 %. В департаменте Боливар выявлено месторождение с содержанием в руде никеля 1,71 % и кобальта 0,15 %. Запасы никеля 1,1 млн. т.

В Бразилии бóльшая часть запасов никелевых руд находится в районе северо-западнее г. Никеландия, где выявлено около 45 рудных залежей, представленных силикатными гарниеритовыми рудами, связанными с корой выветривания серпентинизированных перидотитов. Общая длина полосы развития рудных тел до 18 км, длина отдельных залежей от 200 до 1500 м, ширина 100—1100 м. Мощность 3—18 м, глубина залегания 5—10 м. Среднее содержание никеля в рудах составляет 1,56 %, хотя в отдельных залежах оно поднимается до 3—6 %. Запасы никеля оцениваются в 3,6 млн. т. Наиболее крупное месторождение этой группы Баминко заключает запасы 1,2 млн. т при содержании никеля в руде 1,75 %. В шт. Минас-Жерайс между городами Пратополис и Поссус находится ряд месторождений, из которых два — Либердаде и Илатинга — имеют запасы порядка 400 тыс. т каждое при содержании никеля в руде 2,10 и 1,85 % и кобальта 0,10 и 0,06 %.

В Венесуэле месторождение силикатных никелевых руд Лома-де-Хиерро находится на границе штатов Миранда и Арагуа. Мощность коры выветривания, к которой приурочены никеленосные за-

лежи, от 9 до 30 м. Среднее содержание никеля в рудах 1,66 %, в небольших количествах (0,03 %) присутствует кобальт. Запасы никеля составляют 630 тыс. т.

В США два известных месторождения находятся в районе г. Ридда и представлены корой выветривания на перидотитах. Мощность рудной толщи 15—20 м. Общие запасы никеля этого типа в США составляют 490 тыс. т, в том числе 385 тыс. т на месторождении Джозефин (содержание никеля 1,10 %) и 105 тыс. т на месторождении Никл-Маунтин (1,35 % никеля). Известен там и ряд других месторождений, но из-за низкого содержания никеля (0,3—0,6 %) они не имеют промышленного значения.

Силикатные руды в коре выветривания серпентинитовых массивов встречены в Польше в горной части Судет в районе Шкляры. Содержание никеля в руде 0,6—1,2 %.

В Чехословакии находится месторождение Кртемул в Южной Чехии в районе г. Ческе-Будеёвице, где силикатные никелевые руды в коре выветривания на серпентинитах имеют мощность от 2 до 4 м при содержании никеля, обычного для этого типа месторождений.

Наиболее крупные запасы силикатных никелевых руд в Африке сосредоточены в Бурунди, где известно три месторождения: Мусонгати с запасами 3 млн. т никеля при его содержании в руде 1,5 %, Ниябикере и Уага-Ньябире, содержащие 1,7 % никеля в руде и суммарные запасы 0,9 млн. т.

На Мадагаскаре силикатные руды связаны с латеритной корой выветривания на перидотитах. До недавнего времени здесь был известен ряд мелких месторождений, из которых самое крупное — месторождение Волосоро — имело запасы никеля 60 тыс. т при его содержании в руде 1,75 %. Три других месторождения имели суммарные запасы 50 тыс. т и содержание никеля 1,1—1,38 %. Однако в последние годы в 80 км восточнее Антананариву в районе Муроманга выявлены два месторождения Амбатуви и Аналамей с примерными запасами 1,4 млн. т никеля при его содержании в руде 1,2 % (кобальта во всех месторождениях 0,05—0,06 %).

В Эфиопии в провинции Сидамо выявлено месторождение с запасами порядка 200 тыс. т при содержании в руде никеля 1,38 % и кобальта 0,03 %. Надо полагать, что ограниченность стран Африки, где известны силикатные никелевые руды, связана только с их слабой изученностью, а не с отсутствием перспектив на нахождение аналогичных руд. Об этом свидетельствуют данные о находках силикатных никелевых руд в Египте, Кении, Танзании, Береге Слоновой Кости и др.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ НИКЕЛЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И РУДНЫХ РАЙОНОВ В СССР

Докембрийские сульфидные никелевые руды. Поисковые работы, проводящиеся последнее десятилетие на Кольском полуострове, с целью выявления месторождений богатых сульфидных никелевых руд, пока что не дали положительных результатов, несмотря на их значительные объемы. Геологические организации, проводящие здесь работы, дают невысокую оценку прогнозных запасов никеля. Открытие мелких месторождений даже достаточно богатых руд не внесет существенных изменений в состояние сырьевой базы никеля в этом районе и не оправдает тех больших капиталовложений, которые должны быть затрачены на их выявление.

Явно недооцениваются до сих пор возможности расположенной южнее, в Карелии, территории Балтийского щита. Здесь имеются площади, геологическое строение которых имеет много общего с никеленосными районами Кольского полуострова и с районами на территории Финляндии, где также известны докембрийские медно-никелевые месторождения. В этих районах, очевидно, трудно рассчитывать на выявление крупных месторождений, но месторождения, представленные богатыми рудами и вполне рентабельные для освоения, могут быть обнаружены.

Никелевое оруденение в пределах Воронежского кристаллического массива связано с мелкими интрузивными телами основного и ультраосновного состава, расположенными вдоль зон разломов. Здесь пока встречены отдельные небольшие рудопроявления, представленные линзами бедных сульфидных никелевых руд. Изученные к настоящему времени массивы в основном слабо дифференцированы и имеют секущий характер, что не позволяет считать этот район перспективным на выявление месторождений промышленного значения.

Интерес представляет район протерозойской складчатости по южному обрамлению Сибирской платформы, простирающейся от северной оконечности оз. Байкал на восток вдоль полосы развития протерозойских пород по южному склону Станового хребта. В западной части этой зоны известен ряд габброидно-гипербазитовых никеленосных массивов, в том числе Чая-Безымянный и Довыренский с вкрапленными рудами в зонах эндоконтакта и небольшими жильными обособлениями. Восточнее, в районе Удоканского месторождения, находится Чинейское рудопроявление, представленное вкрапленными рудами. Однако наличие медно-никелевого оруденения в ряде мест, а также то, что в указанной полосе значительное число массивов ультраосновных пород не изучено, позволяют считать эту территорию перспективной. М. Н. Годлевский (1968 г.), усматривая сходство геологического строения этого района с южной частью Канадского щита, справедливо считает всю полосу протерозойской складчатости весьма перспективной на выявление медно-никелевых месторождений. Необходимо, видимо, только несколько иначе проводить изучение этого района, чем это делалось до настоящего времени, а именно, сначала выявить и оконтурить все имеющиеся здесь массивы, провести сравнительное изучение их дифференцированности и геолого-структурного положения, а затем уже выбирать среди них объекты для постановки более детальных работ.

Мезозойские сульфидные никелевые руды. В главе II настоящей работы были оценены перспективы выявления на территории СССР медно-никелевых руд мезозойского возраста, связанных с трапповой формацией. К числу наиболее благоприятных районов в отношении выявления таких руд следует отнести Норильский район, площади в северной части восточного борта Тунгусской синеклизы, а также юг полуострова Таймыр.

В районе западного борта Тунгусской синеклизы трудно рассчитывать на нахождение таких же месторождений, как Талнахское и Октябрьское, так как изучение истории открытий медно-никелевых месторождений в других странах мира показывает неповторяемость выявления крупных месторождений вблизи от известных. По-видимому, процессы формирования крупных месторождений магматического типа таковы, что концентрируют эти металлы в единичных очагах, которые по тем или иным, пока еще не ясным, причинам являлись завершающими в общем магматическом процессе. Учитывая изложенное, следует считать перспективным на выявление новых месторождений богатых руд два других новых района — северную часть восточного борта Тунгусской синеклизы и юг полуострова Таймыр.

В настоящее время трудно оценить значимость открытия сульфидных никелевых руд на Камчатке, тем более, что они не имеют аналогов в мире, за исключением, может быть, иракских месторождений верхнемезозойского возраста, геологическая позиция которых освещена в литературе очень слабо.

Силикатные мезозойские никелевые руды. Климатические условия территории СССР в кайнозое не были благоприятными для формирования месторождений силикатных никелевых руд, связанных с молодыми корами выветривания типа развитых в Новой Каледонии, на Кубе и в других странах субтропического пояса. Поэтому все перспективы нахождения новых участков силикатных никелевых руд связываются с остаточными корами выветривания мезозойского возраста. Наиболее благоприятным районом следует считать Урал, где сконцентрированы почти все известные месторождения и подавляющее количество запасов никеля в силикатных рудах. Несмотря на длительный период поисков и разведки никелевых руд, здесь выявлены далеко еще не все месторождения, особенно на территории Среднего Урала (Свердловская и Челябинская области). Кроме того, почти совершенно не изучена кора выветривания Западного гипербазитового пояса, развитого на территории Башкирии.

Довольно ограниченными на выявление новых месторождений средних масштабов следует считать перспективы таких слабо изученных районов, как Побужье на Украине и Восточный Казахстан. Из других районов перспективными на выявление никелевых месторождений, связанных с корами выветривания, являются Салаир, южная часть Кузнецкого Алатау, Саяны, где широко распространены гипербазитовые интрузии.

Приведенные в настоящей главе данные позволяют сделать следующие выводы.

1. Наиболее перспективным типом никелевых руд в СССР являются сульфидные медно-никелевые руды мезозойского возраста, связанные с интрузивными фациями трапповой формации в западной части Сибирской платформы. Кроме Норильского района, возможности которого еще не полностью исчерпаны, перспективными являются северная часть восточного борта Тунгусской синеклизы и южная часть полуострова Таймыр, где весьма вероятно нахождение достаточно крупных медно-никелевых месторождений.

2. Перспективным районом является также северная часть Байкальской складчатой области, т. е. полоса складчатого протерозоя, идущая от северной оконечности оз. Байкал в широтном направлении через Бодайбинский район, район Удоканского месторождения и далее на восток вдоль южных склонов Станового хребта в верховья р. Зеи, где могут быть открыты промышленно ценные месторождения в дифференцированных массивах гипербазитов.

3. Перспективы северной части Балтийского щита (Кольский полуостров) представляются ограниченными, в южной же части щита в пределах Карелии, по аналогии с Финляндией, могут быть выявлены месторождения более или менее богатых медно-никелевых руд среднего масштаба. Перспективность Воронежского кристаллического массива оценивается отрицательно.

4. Наиболее перспективным районом по силикатным никелевым рудам является Урал, где имеются все предпосылки для обнаружения новых месторождений, обеспечивающих поддержание существующего уровня производства и даже небольшое его расширение.

5. К районам возможного нахождения месторождений силикатных никелевых руд следует отнести Салаир, южную часть Кузнецкого Алатау, гипербазитовый пояс Восточного Казахстана и район сопряжения Западного и Восточного Саяна.

Глава V

МЕСТОРОЖДЕНИЯ БОКСИТОВ

Все бокситы могут быть разбиты на две основные генетические группы — образовавшиеся в геосинклинальных и образовавшиеся в платформенных условиях. Среди последних в свою очередь можно выделить: бокситы латеритного типа, связанные с корами выветривания как кайнозойскими, так и более древними — мезозойскими и даже палеозойскими; бокситы, залегающие на карбонатных породах (карстового типа); бокситы переотложенные.

Наибольшая часть (70 %) запасов бокситов в мире приходится на латеритные бокситы, образовавшиеся в палеоген-неогеновое или верхнемезозойское время в странах субтропического климата — Центральной и Южной Америке, Центральной Африке, Индии, Индонезии и Австралии. Значительно меньше распространены месторождения, связанные с более древними корами выветривания. Они известны пока только в европейской части СССР. Платформенные бокситы, связанные с карбонатными породами, имеют палеозойский (КНР) и мезозойский (Казахстан) возраст. Геосинклинальные бокситы встречены в СССР на Урале и в Салаирском кряже, где они имеют палеозойский возраст; на территории Франции, Венгрии, Югославии и в ряде других стран известны мезозойские геосинклинальные бокситы, а на о. Ямайка — миоценовые.

Характерно, что по мере уменьшения возраста бокситов состав их основных рудообразующих минералов изменяется от диаспора через бёмит к гиббситу. Так, все известные геосинклинальные бокситы, относимые к девону, представлены диаспор-бёмитовыми и даже диаспор-корундовыми разностями, нижнекаменноугольные платформенные бокситы — гиббсит-бёмитовыми с преобладанием бёмита над гиббситом и, наконец, мезозойские и кайнозойские платформенные бокситы — гиббситовыми с примесью бёмита (до 10 %).

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЛАТЕРИТНЫХ БОКСИТОВ КАЙНОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Крупными разведанными запасами бокситов латеритного типа обладает Австралия, где после 1963 г. были открыты значительные бокситоносные площади. Главнейшими являются четыре рудных района, три из которых — Уэйпа, Гов и Митчелл-Плато — находятся на севере страны, а четвертый — Дарлинг-Рейндж — в юго-западной ее части.

Группа месторождений Уэйпа находится на западном побережье полуострова Кейп-Йорк в шт. Квинсленд. Бокситоносные отложения развиты там на площади 800 км², прослеживаясь на 160 км вдоль берега. Свита Уэйпа имеет неогеновый возраст и, будучи представлена аргиллитами, алевролитами и аркозовыми песчаниками, перекрывается латеритами, к которым приурочен горизонт бокситов существенно гиббситового состава (гиббсит 38—70 %, бёмит 4—9 %), мощностью от 1—2 до 10 м, залегающий горизонтально почти на поверхности. Бокситы пизолитовые. Содержание глинозема 47—52 %, кремнезема 2—8 %, окиси железа 10—20 %. По мнению А. Д. Щеглова и В. А. Тенякова [49], первичные латеритные коры выветривания развивались по каолинитовым глинам нижнего мела. Запасы бокситов Уэйпа оцениваются в 2,5 млрд. т.

В районе Уэйпа известны также залежи низкокачественных бокситов, залегающих на аркозовых песчаниках и песчанистых сланцах. Мощность их от 0,3 до 4—6 м. Бокситы в основном пизолитовые. Содержание кремнезема 7—28 %.

Рудный район Гов представлен одним месторождением и находится на полуострове того же названия вблизи побережья залива Карпентария. На месторождении выделяются четыре участка останцов латеритного покрова. Рудная зона мощностью от 3—3,5 до 5,5 м находится в верхней части коры и сложена пизолитовыми и нодулярными бокситами. Содержание глинозема 48—52 %, кремнезема 3,5—5,0 %, окиси железа 13,4—18,4 % (среднее по участкам). Мощность вскрыши 0,7—1,2 м. Запасы бокситов оцениваются в 250 млн. т. А. Д. Щеглов и В. А. Теняков считают, что запасы месторождения составляют около 0,8 млрд. т.

По мнению указанных авторов, рудные залежи района Гов, как и районов Уэйпа и Дарлинг-Рейндж, приурочены к коре выветривания кварц-полевошпатовых пород, слагающих докембрийский фундамент.

Бокситоносный район Митчелл-Плато занимает площадь около 200 км² в округе Северное Кимберли в районе побережья залива Адмиралтейства. Бокситы залегают на докембрийских лавах основного состава, а также на пирокластических породах, прорываемых силлами и дайками долеритов. Бокситы сохранились на останцах плато и слагают верхнюю часть латеритного профиля, имея мощность 6—12 м. Бокситы пизолитовые, гиббситовые, частично бёмитовые. Содержание глинозема 47—50 %, кремнезема 2,5—3,6 %. Запасы их оцениваются в 500 млн. т.

Бокситоносный район Дарлинг-Рейндж занимает площадь 320×40 км и находится юго-восточнее г. Перт в Западной Австралии. Рудные тела приурочены к коре выветривания и заполняют углубления на поверхности в архейских гнейсах. Средняя мощность бокситовых тел 3,5 м, покрывающих пород 0,7 м. Площади отдельных рудных тел небольшие, около 300—800 м². По данным А. Д. Щеглова и В. А. Тенякова, месторождения этого района представлены осадочными обломочно-пизолитовыми бокситами, приуроченными к склонам древних холмов, реже к их вершинным частям с выклиниванием по падению в направлении к древним речным системам. Породой-источником для бокситов являлись долериты и глинистые сланцы. Бокситы обломочно-пизолитовые, в

основном гиббситовые с примесью бёмита. Содержание окиси алюминия 40—50 %, кремнезема 6—10 %, окислов железа 7—20 %. Общие запасы бокситов более 0,8 млрд. т, причем не менее 500 млн. т содержит в среднем 50 % глинозема.

Более мелкие месторождения бокситов с запасами по 1—3 млн. т известны в ряде других районов — в штатах Новый Южный Уэльс (районы Инверелл и Эммавил) и Виктория (округ Бали-Бали), на о. Тасмания (районы Оузе, Сент-Леонардо и Миалла) и др.

Мелкие месторождения бокситов с суммарными запасами около 9 млн. т известны на о. Маргинбар.

Следует сказать, что, по мнению А. Д. Щеглова и В. А. Тенякова, бокситы Австралии: а) являются переотложенными, осадочными, а не собственно латеритными, так как во всех случаях залегают на подстилающих породах с размывом; б) относятся не к неоген-четвертичным образованиям, так как как в это время климатические условия были неблагоприятными, а к более древним — палеогеновым или даже меловым — поверхностям выветривания.

Безусловно, бокситы Австралии могут быть не только собственно латеритными, находящимися на месте их образования, но и частично перемещенными по склонам возвышенностей. Однако при значительных площадях их развития, особенно в районе Уэйпа, трудно предположить более или менее значительные их перемещение и переотложение. Поэтому учитывая их образование в условиях латеритного выветривания, мы сочли целесообразным привести их в этом разделе.

Небольшие месторождения бокситов с запасами в несколько миллионов тонн известны на островах Каролинских, Соломоновых, Фиджи и Новая Зеландия. На о. Ренел из группы Соломоновых островов выявлено месторождение гиббситовых бокситов с запасами 36 млн. т, характеризующихся содержанием окиси алюминия 46—48 %, но почти без кремнезема.

Крупными ресурсами бокситов латеритного типа обладает Африка. Основная часть бокситовых месторождений приурочена к юго-западной ее части и находится в основном на территории Гвинеи (8,3 млрд. т бокситов), Камеруна (1,6—2,0 млрд. т), Мали и Ганы (по 0,8 млрд. т), а также в меньших количествах в Заире (0,2 млрд. т) и Сьерра-Леоне (0,14 млрд. т). При этом следует отметить, что оценка запасов бокситов Гвинеи все время меняется в сторону увеличения. Если в 1970 г. они оценивались в 1,7 млрд. т, а в 1973 г. в 2,4 млрд. т, то к 1979 г. уже 8,3 млрд. т, а по общей прогнозной оценке специалистами США и СССР они составляют не менее 20 млрд. т. Оценка запасов бокситов Камеруна, Мали и Заира дается достаточно условно, так как нет достаточных данных о качестве сырья. Кроме юго-западной Африки месторождения бокситов находятся и на ее юго-востоке в Малави, Мозамбике и Мадагаскаре. Однако запасы их в этих районах довольно ограничены и по имеющимся оценкам не превышают 220—250 млн. т.

Как видно из приведенных цифр, бокситы Гвинеи должны быть

отнесены к уникальным геологическим образованиям по своим масштабам. Развитие бокситоносных кор выветривания на значительной территории осложняет применение к отдельным участкам ее названия месторождений, так как ими являются обычно отдельные участки плато, на которых бокситоносные породы разделены на отдельные площади процессами эрозии, сформировавшими современный рельеф. Поэтому правильнее говорить о бокситоносных районах, включающих десятки месторождений, выделяемых не по геологическим, а по орографическим условиям.

В каждом из районов встречаются два генетических типа месторождений — латеритные и переотложенные. Первые являются продуктами кор выветривания, образовавшихся в период трех этапов выравнивания: верхнемеловой, палеогеновый и миоценовый, вторые, называемые полигенными, относятся к миоценовому уровню выравнивания и образовались за счет переотложения продуктов более древних уровней с их обогащением за счет перемыва. Поэтому последние месторождения имеют обычно более мелкие масштабы и, будучи приурочены к понижениям верхнемелового и палеогенового рельефа, обладают естественно обогащенными бокситами.

Материнскими породами для образования бокситоносной коры выветривания послужили в основном полимиктовые песчаники, алевролиты и аргиллиты силурийского и девонского возраста, мезозойские долериты и нефелиновые сиениты, а местами выходившие на дневную поверхность более древние породы — песчаники и сланцы верхнего протерозоя и амфиболиты архея. Разный характер материнских пород, приведших к образованию бокситов, подтверждает лишний раз, что в условиях бокситообразования основную роль играет не состав материнских пород, а характер процессов латеритного выветривания, приводящий к высвобождению глинозема и его концентрации при выносе всех остальных компонентов, в первую очередь кварца и устойчивых к разрушению силикатов.

В пределах Гвинеи основная концентрация бокситов отмечается на юго-западных склонах плато Фута-Джалон, находящегося между Приморской равниной и Гвинейской возвышенностью и протягивающегося с северо-запада на юго-восток. Здесь известны три бокситоносных района: Боке — Гауаль (прежнее название Боке), Фриа—Содиоре и Дебель—Киндия. На восток от этой полосы в пределах Гвинейской возвышенности известен еще ряд бокситоносных площадей — Донгель-Сигби, Бантинель, Туге и Дабола, где бокситы образовались путем латеритного выветривания пород основного и среднего состава.

Наиболее крупный бокситоносный район Боке — Гауаль расположен между поселками Боке и Гауаль в 200 км к северо-западу от порта Канакри и в 135 км от побережья Атлантического океана. Мощность коры латеритного выветривания в этом районе, включающем более 100 месторождений, 12—15 м, при этом, как правило, верхняя часть разреза сложена маложелезистыми высококаль-

циевыми бокситами, а нижняя — высокожелезистыми латеритами. Разведочными работами установлена мощность залежи бокситов от 3—7 до 18 м. Бокситы представлены главным образом гиббситом с незначительной примесью бёмита, каолинита и минералов титана. Содержание глинозема в них колеблется от 52,5 до 60,2 %, кремнезема не более 5 %, т. е. бокситы являются высококачественными, силикатный модуль в среднем 34. Ввиду незначительного количества окиси кальция (не более 0,3 %) они являются хорошими абразивами. Общие запасы района оцениваются в 13 млрд. т бокситов с содержанием глинозема не менее 48 %.

Район Фриа—Содиоре расположен также на западном побережье Гвинеи в 100 км к северо-западу от порта Канакри, т. е. на полпути от него до района Боке—Гауаль. Здесь бокситы залегают непосредственно у дневной поверхности при мощности 7—15 м. Содержание глинозема в этом районе немного ниже и составляет 43—45 %, кремнезема около 0,9—2,8 %. Запасы бокситов 1,3 млрд. т.

Район Дебель—Киндия, расположенный к юго-востоку от предыдущего и находящийся ближе всего к порту Канакри (около 50—60 км) имеет меньшие размеры. Наиболее крупным в этом районе является месторождение Дабола. Бокситовый горизонт, являющийся верхней частью коры выветривания, относится к палеогеновому уровню выравнивания и имеет мощность от 4 до 13 м. Бокситы гиббситовые, в основном структурно-псевдоморфные (по алевролитам), реже трубчатые и обломочные. Содержание глинозема в бокситах 44,9—53,5 %, кремнезема 0,2—1,8 %. Запасы месторождения оцениваются в 100 млн. т, а всего района в 1,5 млрд. т.

Из остальных районов значительным по запасам считается район Туге, расположенный к востоку от района Боке—Гауаль и на расстоянии 100 км к северу от ж.-д. станции Дабола. Бокситы в латеритной коре имеют мощность до 6,8 м и развиты на мезозойских долеритах и верхнепротерозойских осадочных породах. Общие запасы бокситов района оцениваются в 3 млрд. т, хотя разведанных запасов пока не более 100 млн. т. Из бокситов полигенного происхождения в настоящее время наибольший интерес представляет месторождение Салгареди, дающее пока основное количество добываемых в стране бокситов. На этом месторождении мощность рудного тела достигает 40 м, причем в основном это песчаниковидные и гравелитовые бокситы с крупными линзами (до 10 м мощности) пизолитовых бокситов в нижней части разреза. Бокситы характеризуются высоким качеством. Содержание глинозема в них обычно более 60 % и колеблется от 58 до 65,5 %, кремнезема не более 1,6 %, а обычно ниже, окислы железа от 2 до 7 %. Площадь месторождения 12 км², запасы бокситов порядка 350 млн. т, из них разведанных 180 млн. т.

В Камеруне месторождения бокситов расположены в средней части страны в районе Адамава к юго-западу от г. Нгаундере, где известно месторождение Миним-Мартал и в районе Бамисене,

где находятся небольшие месторождения Фонго-Тонго и Бамбантос. Месторождение Миним-Мартал сложено гиббситовыми бокситами, имеющими мощность около 10 м. Содержание окиси алюминия в рудах 44 %, кремнезема 3 %, разведанные запасы бокситов 140 млн. т, а общая оценка 2 млрд. т.

Наиболее крупные месторождения Ганы сосредоточены на юге страны в области развития докембрийских пород, перекрытых нижнепалеозойскими образованиями, в результате латеритного выветривания которых и образовались бокситы. Месторождение Енахин расположено в провинции Ашанти в 200 км к северу от порта Такоради. Бокситоносная полоса протягивается на 30—35 км на северо-восток при ширине 1,5—5 км. В пределах месторождения выявлено около 10 залежей бокситов мощностью 6—15 м. С поверхности они перекрыты слоем почвы до 1 м. Бокситы гиббситовые. Содержание глинозема 45—55 %, кремнезема 1 %, окислов железа 20 %. Запасы месторождения 200 млн. т. Второе месторождение Авако расположено юго-западнее Енахина в районе г. Сефви-Беквай и представлено латеритным покровом на глинистых сланцах нижнего палеозоя. Из общей мощности латеритов в 18 м на долю бокситов приходится 6 м. Бокситы содержат 48—50 % глинозема и около 1 % кремнезема. Запасы месторождения порядка 70 млн. т. Кроме того, в Гане известны месторождения: Киби в восточной части страны с запасами 160 млн. т при содержании окиси алюминия в 44,9 % и Нсисеро с запасами 25 млн. т бокситов, содержащих в среднем 48,7 % глинозема и 1 % кремнезема.

Основные месторождения Заира расположены в западной части страны между городами Матади и Чела. Бокситы латеритного типа содержат 42,6 % окиси алюминия, 0,5 % кремнезема и 36,9 % окислов железа. Известны латеритные бокситы и на севере страны.

В республике Сьерра-Леоне общие запасы бокситов составляют 140 млн. т. Месторождения находятся в горах Маямбо и в районе Мокани-Хилз. В Мали в восточной части страны разведано месторождение латеритных бокситов с запасами 820 млн. т. Бокситы содержат более 40 % глинозема и менее 4 % кремнезема. В Малави в районе Мланге выявлено месторождение бокситов, содержащих около 43 % глинозема, 3—4 % кремнезема с запасами 50—60 млн. т.

В Малагасийской Республике (о. Мадагаскар) на юго-восточном побережье находится месторождение Манантенина с запасами бокситов 150 млн. т при содержании окиси алюминия порядка 50 %. В центральной части района известно месторождение Аналавори с запасами 5—7 млн. т при содержании алюминия 55 % и кремнезема 3 %.

В пределах южной части Азии латеритные бокситы установлены в Индии, Малайзии и Индонезии и в незначительных количествах во Вьетнаме, Пакистане и Иране. Наиболее крупными запасами бокситов (1,5—2,0 млрд. т) обладает Индия. Месторождения бокситов Индии связаны с латеритной корой выветривания

верхнемеловых траппов и других пород и представлены гиббситовыми разностями, образующими залежи мощностью 2—6 м, а иногда и до 10 м. Содержание окиси алюминия в них колеблется от 45 до 61 %, кремнезема 1,4—2,8 %. Для индийских бокситов характерно повышенное содержание двуокиси титана (6—12 %) и пятиокиси ванадия (0,145 %). Запасы отдельных месторождений от 1 до 18 млн. т. Основные эксплуатируемые месторождения бокситов Индии расположены в штатах Бихар, Мадхья-Прадеш, Гуджарат и Махараштa и на территории Гоа, Диу и Даман. Разведанные запасы бокситов там более 250 млн. т, при минимальном содержании глинозема 45 %. Бокситовые месторождения приурочены к двум уровням выравнивания — высокому и низкому с расстоянием между ними по вертикали порядка 700—950 м. Бокситы в основном гиббситовые. В самые последние годы более крупные месторождения бокситов обнаружены в штате Орисса — в районах Корапуг, Калаханди, Самбалкур и Болангир. Содержание глинозема в них 45—59 %. Общие запасы оцениваются в 1050 млн. т.

В Индонезии бокситы возникли в результате латеритного выветривания метаморфизованных триасовых пород и приурочены к верхним частям коры выветривания, где образуют залежи мощностью 3—6 м, залегающие непосредственно под почвенным слоем. Бокситы представлены твердыми гиббситовыми конкрециями в глинистой массе. Количество конкреций составляет 75—80 %. Основные три месторождения находятся на о. Бинтан. Бокситоносный пласт там имеет мощность от 2 до 10 м. В связи с тем, что глинистая масса, в которой включены конкреции гиббсита, содержит слишком много кремнезема, они требуют промывки, после которой содержание окиси алюминия достигает 53—55 %, а содержание кремнезема снижается до 4 %. Суммарные запасы бокситов о. Бинтан определены в 22 млн. т. В 1964 г. в западной части о. Калимантан в районе Сингаване выявлено 1,5 млн. т бокситов, содержащих 53 % глинозема, 2,88 % кремнезема и 13 % окислов железа. Месторождения на островах Банка, Батаон, Синкеп и Белитунг имеют небольшие размеры.

В Малайзии наиболее крупное месторождение Нанган с запасами 8 млн. т расположено в южной части Малаккского полуострова. Оно относится также к латеритному типу и представлено покровом мощностью до 7,5 м. Содержание окиси алюминия колеблется от 55 до 58 %, кремнезема от 2 до 6 %, окиси железа от 4 до 8 %. Небольшие месторождения известны также в княжествах Солангор, Тренганд, Паханг и др.

Латеритные бокситы в Южной и Центральной Америке известны в Бразилии, Суринаме, Гайане, Гвиане, Коста-Рике и Венесуэле. Наиболее крупные запасы бокситов находятся в Бразилии, где они оцениваются в 2,25 млрд. т. Залежи бокситов приурочены там к латеритной коре выветривания, развитой на древних гнейсах, сланцах, диабазах и нефелиновых сиенитах и обычно находятся на вершинах и склонах плато непосредственно у дневной по-

верхности. Наиболее крупные месторождения расположены на севере страны в шт. Пара. Здесь известны два крупных месторождения высококачественных гиббситовых бокситов Парагоминас и Тромбетас, имеющие запасы соответственно 750 и 500 млн. т. Более мелкие месторождения известны в шт. Минас-Жерайс. Здесь находится месторождение Посуд-де-Кандас с запасами 150 млн. т. Бокситы приурочены к латеритной коре выветривания на нефелиновых сиенитах и имеют мощность порядка 6 м. Они содержат от 54 до 62 % глинозема, 1—5 % кремнезема и от 4 до 10 % окиси железа.

Месторождения бокситов Суринама и прилегающих к нему районов Гайяны и Гвианы находятся на прибрежной равнине вдоль Атлантического океана. Они развиты в 600-километровой полосе рыхлых отложений эоцен-миоценового возраста, представленных в основном кварцевыми песками с пластами и линзами глины и лигнита. Указанные отложения лежат на коре выветривания докембрийского фундамента и содержат бокситовые залежи. Часть бокситовых залежей находится на платообразных возвышенностях (хребет Нассау, горы Лиловые и холмы Ване Вило) в пределах развития кор выветривания на базальтах или габбро. Бокситы, мощность которых достигает 10—15 м, но обычно составляет 2—4 м, залегают на поверхности на каолинитовых глинах, ниже переходящих в базальты. Склоны возвышенностей сложены переотложенными бокситами, обычно железистыми. В некоторых залежах бокситы очень высокого качества. Таковы, например, бокситы района Онвердалт, находящегося в 35 км на юг от г. Парамарибо. Здесь при содержании глинозема 62—66 % содержание кремнезема составляет всего 1—2 % и окиси железа 0,1—0,2 %. Все бокситы гиббситовые с небольшой примесью бёмита. В западной части Суринама открыто новое месторождение Бакхьюс с запасами 400—500 млн. т бокситов, содержащих 45—50 % окиси алюминия. Общие запасы высококачественных бокситов Суринама оцениваются в 1—1,5 млрд. т, а более бедных по содержанию глинозема — в 2 млрд. т.

Месторождения бокситов в Гайане развиты в полосе шириной около 16 км, протягивающейся от р. Эссекибо до р. Корантейн на протяжении 160 км. В пределах этой полосы известно более 100 бокситовых месторождений, запасы наиболее крупных из них составляют несколько миллионов тонн. Бокситовые тела имеют форму линз мощностью до 3 до 12 м, при мощности перекрывающих их песков и глин от 1 до 18 м. Бокситы отличаются высоким качеством и содержат от 50 до 61 % окиси алюминия, менее 1 % кремнезема, 3 % окиси железа и 3 % двуокиси титана. Они образовались за счет латеритного выветривания метаморфических пород докембрия и кайнозойских интрузивных пород. Общие запасы их оцениваются в 1 млрд. т.

В Гвиане бокситы аналогичного типа развиты в северной части страны и обладают сравнительно невысоким качеством. Содержание глинозема в них в среднем 41 %, окиси железа около

30 %. Средняя мощность продуктивных слоев около 6 м. Общие запасы бокситов в районе Коу определены в 100 млн. т.

Месторождение высококачественных бокситов известно в шт. Боливар в Венесуэле в 4,5 км к северо-востоку от г. Упата. Бокситы здесь содержат в среднем 61 % окиси алюминия, 0,9 % кремнезема и 11,9 % окислов железа. Запасы их составляют около 100 млн. т. В 100 км к юго-западу от г. Упата известно второе месторождение, где подсчитано 10 млн. т бокситов, содержащих 40 % окиси алюминия. Недавно в этом же штате на р. Ориноко открыто новое месторождение Лос-Пихигулос, запасы которого оцениваются в 500 млн. т при содержании глинозема около 49 %.

В последние годы открыто месторождение Сан-Исидро в Коста-Рике с запасами 150 млн. т.

Общие запасы бокситов в США определены в 650 млн. т, причем из них 600 млн. т, т. е. подавляющая часть, относится к бокситам латеритного типа, образовавшимся благодаря латеритному выветриванию базальтов, андезитов и их туфов. Развиты эти бокситы на Гавайских островах. При этом на о. Гавайи бокситы образуют залежи средней мощностью 4,7 м при содержании 40—62 % глинозема и около 1 % кремнезема. Месторождения Гавайских островов не разведуются и не эксплуатируются.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЛАТЕРИТНЫХ БОКСИТОВ НИЖНЕПАЛЕОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Месторождения этого типа, приуроченные к визейским корам выветривания, известны пока только в европейской части СССР на северном склоне Воронежского кристаллического массива, в районах КМА и на Среднем Тимане.

Первые связаны с латеритизацией метаморфических пород курской серии протерозоя. При этом из магнетитовых кварцитов образовались богатые мартитовые железные руды, давшие ряд крупнейших месторождений, а в коре выветривания отдельных малокварцевых разностей метаморфических сланцев возникли залежи бокситов, часть которых осталась на месте, а часть была размыта и переотложена в депрессиях.

Элювиальные бокситы приурочены к верхним горизонтам коры выветривания на протерозойских породах, представленных филлитовидными сланцами, из которых в первую стадию выветривания был удален свободный кремнезем. Бокситы залегают в виде пластообразных залежей в нижней части визейских отложений. Располагаются эти залежи цепочкой вблизи от залежей богатых железных руд и имеют мощность от 5—15 до 30—40 м. По составу бокситы бёмит-гиббситовые. Содержание окиси алюминия в них от 45,5 до 60,5 %, кремнезема от 2—3 до 15—17 %, кремневый модуль изменяется от 3,5—4,0 до 8—10. На некоторых месторождениях (например, Висловском) высококачественные бокситы обособляются в довольно крупные залежи.

Переотложенные, или осадочные, бокситы образовались благодаря сносу и переотложению продуктов размыва коры выветривания в понижения древнего рельефа. Обычно они образуют отдельные сравнительно небольшие залежи мощностью 5—10 м.

К настоящему времени завершена разведка бокситов на Висловском месторождении, расположенном в районе Яковлевского железорудного месторождения. Здесь выявлены две залежи элювиальных бокситов, залегающих на глубине 650 м и окаймляющих с востока и запада полосу богатых железных руд. Кремневый модуль порядка 6, но выделяются крупные площади, где этот модуль более 8. На юге Висловского месторождения вскрыта еще одна залежь элювиальных бокситов. Здесь же на поверхности богатых железных руд обнаружены переотложенные бокситы мощностью до 7 м. Ряд перспективных участков установлен в пределах КМА на площадях Мелиховско-Щебекинской, Больше-Троицкой, Белгородской и в других местах.

На Среднем Тимане бокситы латеритного типа, по-видимому, частично переотложенные, обнаружены на рифейском кристаллическом фундаменте, представленном в районе выявленных месторождений карбонатными породами. На них залегают девонские туфы и вулканические породы, причем первые, по-видимому, являлись источником при образовании бокситов. В настоящее время здесь известно два месторождения, в пределах которых наиболее качественные бокситы содержат 53—54 % глинозема и 4—10 % кремнезема, на отдельных участках содержание кремнезема снижается до 1—2 %. Залегают бокситы на глубине 30—100 м.

Известен также ряд бокситовых месторождений, связанных с корами выветривания древних пород в пределах Украинского кристаллического массива, но они не имеют промышленного значения.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫХ БОКСИТОВ

Как уже отмечалось, бокситы геосинклинального типа известны пока только в трех районах мира: в СССР (Урал и Салаирский кряж), Южной Европе и на островах Ямайка и Гаити. Время образования и условия формирования указанных месторождений были различными. Бокситы Урала и Салаира можно отнести к типично геосинклинальным, так как они сформированы во время перерывов в геосинклинальном осадконакоплении, которое продолжалось после их образования. Бокситы же Южной Европы и Ямайки возникли на завершающей стадии геосинклинального процесса.

В СССР наиболее крупным районом развития геосинклинальных бокситов является Северо-Уральский, расположенный в северной части Среднего Урала. Основная бокситоносность в этом районе приурочена к перерыву в отложениях между нижне- и среднедевонскими карбонатными породами и имеют эйфельский возраст. Стратиграфически выше известен второй горизонт бокситообразо-

вания в перерыве между эйфельскими и живетскими карбонатными отложениями, но он имеет несравненно меньшее значение.

Месторождения Северо-Уральского бокситоносного района (СУБР) находятся на западном крыле крупной синклинальной складки Тагильского синклинория, благодаря чему все бокситоносные отложения имеют меридиональное простирание и падение на восток под углом 20—30°. Бокситоносность прослеживается более чем на 30 км по простиранию, причем в пределах этой полосы выделяются семь месторождений.

Основной бокситовый горизонт (названный субровским) лежит на закарстованной поверхности нижнедевонских чистых рифогенных известняков и перекрывается согласно залегающими на нем эйфельскими известняками. В соответствии с этим нижняя его поверхность неровная. Состоит он из значительного количества бокситовых тел, которые благодаря их сближенности составляют как бы единую пластообразную залежь. Длина отдельных бокситовых тел по простиранию от 50 до 2 км, мощность от 0 до 40 м, а в карстовых впадинах даже больше.

В составе бокситовых залежей выделяются два подгоризонта: верхний, сложенный пестроцветными бокситами мощностью 0,3—0,4 (до 1 м), и нижний, представленный красными бокситами мощностью 3—4 (до 9) м. Содержание окиси алюминия в бокситах колеблется от 49,0 до 54,7 %, кремнезема от 3,1 до 7,0 %.

К северо-востоку от Северо-Уральского района расположен Ивдельский бокситоносный район с месторождениями: имени XIX Партсъезда, Горностаевским, Северо-Томешским и рядом других. Все эти месторождения залегают в тектонически сложной обстановке и частично представлены сернистыми бокситами, что снижает их практическую ценность. Кроме того, в них отмечается довольно высокое содержание кремнезема, от 6,7 до 12,9 %.

Более высокое стратиграфическое положение занимают бокситы в Южно-Уральском бокситоносном районе, расположенном в южной части Челябинской области. Здесь бокситы залегают также на размытой поверхности известняков, будучи приурочены к основанию известково-сланцевой свиты франкского возраста. Залежи имеют пластообразную форму и пологое залегание. Содержание окиси алюминия в рудах этого района колеблется от 50 до 53,9 %, кремнезема от 3,4 до 12 %.

Геологическая позиция салаирской группы месторождений очень сходна с геологической позицией описанных районов Урала. Бокситы там также приурочены к перерыву в отложениях на границе нижнего и среднего девона. В пределах Верхне-Бердского синклинория бокситоносные образования залегают на неровной закарстованной поверхности нижнедевонских известняков, но вверх постепенно переходят в надбокситовые известняки, над которыми в свою очередь трансгрессивно залегает мощная толща терригенных осадков живетского возраста (верхний девон). Там известно два более крупных месторождения Бердско-Майское и Обуховское,

сильно различающиеся степенью метаморфизма пород, и два более мелких — Октябрьское и Новогоднее.

На Бердско-Майском месторождении бокситоносный горизонт имеет мощность порядка 2—10 м. Бокситы представлены двумя разностями — черными и темно-серыми лептохлорит-диаспоровыми и зеленовато-серыми хлоритоидно-диаспоровыми. Силикатный модуль сравнительно невысок и составляет 3,9. Отрицательным свойством бокситов является присутствие более 1 % серы. На Обуховском месторождении бокситоносный горизонт в карстовых понижениях дорудного рельефа достигает мощности 16 м. Рудные тела имеют мощность 1,4—3,4 м. В связи с высокой степенью метаморфизма бокситы превращены в корундово-слюдистые породы.

В Западной Европе месторождения геосинклинального типа сосредоточены в северном обрамлении Средиземноморского складчатого пояса и известны на территориях Югославии, Франции, Венгрии, Греции, Италии, Испании, Румынии и Албании. Имеются также подобные месторождения и в прилегающих районах Азии — в Турции.

Бокситовые месторождения Франции приурочены к карбонатным отложениям мелового и юрского возраста и залегают на выветрелой неровной их поверхности, будучи перекрыты отложениями верхнего мела. Преобладают пластовые залежи переотложенных бокситов, реже встречаются неправильные тела гнездового типа в углублениях поверхности размыва известняков. Мощность рудных тел колеблется от 2,5 до 18 м. Содержание окиси алюминия колеблется от 50 до 60 %, кремнезема от 2 до 5 %, окиси железа от 0,8 до 26 %, двуокиси титана от 0,9 до 3,5 %. Бокситы в основном бёмитовые. Главные месторождения расположены в южной части страны в департаментах Вар, Арьеж, Эро и Буш-дю-Рон. Наиболее высокое качество имеют белые бокситы месторождения Тофоне в департаменте Вар, характеризующиеся низким содержанием кремнезема (0,3) и окиси железа (0,4 %) при содержании глинозема до 60 %. Общие запасы бокситов Франции оцениваются в 70 млн. т.

Аналогичные бокситы, связанные с триасовыми, юрскими и меловыми известняками и приуроченные в основном к контакту между известняками юры и мела, известны в Греции. Общие запасы их определяются в 760 млн. т. Бокситы преимущественно диаспоровые, содержащие от 50 до 59 % окиси алюминия, до 20—28 % окиси железа и от 1—2 до 11 % кремнезема. Расположены месторождения в районе Парнасских гор, в Элефсисе, у г. Ламия и на островах Эвбея, Аморгос, Самос и Наксос.

Месторождения бокситов Югославии расположены в полосе, протягивающейся вдоль Адриатического побережья от Хорватии через Боснию и Герцеговину в Черногорию и Косово. Наибольшее количество запасов бокситов находится на территории Черногории, в основном к востоку и северо-востоку от г. Никшич. Наиболее крупные месторождения этого района — Кутско-Брдо, Джураков-До, Биочки-Стан, Заград и др. Бокситы представлены пластовыми

телами, залегающими на позднетриасовых или юрских известняках и перекрытыми карбонатными породами средней юры. Содержание окиси алюминия в них в среднем 55 %, кремнезема от 1 до 18 %. Бокситы бёмитовые, оолит-пизолитовой текстуры. Мощность бокситов достигает 3,6 м. В Западной Черногории бокситы залегают между верхнетриасовыми и верхнеюрскими известняками и имеют мощность 8 м, из которых 5 м приходится на белые бокситы, состоящие в основном из бёмита и каолинита. На юге Черногории между городами Бор и Улцынь известны пласты бокситов мощностью несколько метров, залегающие на верхнемеловых и перекрываемые нижнеэоценовыми известняками. Эти бокситы продолжаются и на территории Албании. Известны бокситы и в Косове, где они состоят из диаспора, бёмита и минералов железа — гематита, гётита, лимонита. Они подстилаются туфогенными доломитами и перекрываются маастрихтскими известняками. В Герцеговине залежи бокситов встречены на двух стратиграфических уровнях: нижнем — между турон-сенонскими известняками и позднелитурийскими слоями и верхнем, где бокситы залегают между позднемеловыми — эоценовыми и позднеэоценовыми слоями различных, в основном карбонатных пород. Бокситы верхнего уровня в районе г. Мостар дают пластообразные залежи мощностью 6—10 м и представлены бёмитом (33—70 %) и гиббситом (3—42 %). Содержание окиси алюминия в них 50—59 %, кремнезема 1—2 %, окиси железа 18—28 %.

Месторождения бокситов в Боснии известны в пределах горного массива Грмеч и в окрестностях г. Яйце. На месторождении Бешпель в районе г. Яйце бокситоносный горизонт залегает между туфогенными известняками и карбонатно-обломочными слоями верхнего мела. Залежи бокситов имеют линзообразную форму с длиной линз до 100 м и максимальной мощностью до 40 м. Бокситы состоят в основном из бёмита (73 %) и гематита (20 %). Содержание окиси алюминия в среднем 58 %, кремнезема более 2 %. В массиве Грмеч развиты два бокситовых горизонта: нижний — между валанжинскими и баррем-аптскими и верхний — между раннесенонскими и позднесенонскими карбонатными слоями. Мощность бокситов — нижнего горизонта до 15 м, верхнего 1—2 м. В Долматском бокситоносном бассейне, прослеживающемся на 160 км, также выделяются два бокситоносных горизонта: первый — сенон-танетский и второй — позднемеловой — эоценовый. В первом афанитовые бёмит-гиббситовые бокситы образуют гнезда и небольшие карманы, во втором — пластовые залежи до 500 м длиной при мощности 3—6 м. Содержание окиси алюминия в бокситах каждого горизонта (около г. Ливно) 50—66 %, кремнезема 6—25 %, в верхнем горизонте (Дрнишь-Синь) соответственно 50—59 % и 1—8 %.

На полуострове Идрия бокситы залегают между известняками верхнего мела и озерно-лагунными образованиями эоценового возраста и формируют крупные залежи длиной до 6 км при ширине до 1,5 км и мощности 30 м. Бокситы бёмит-гиббситовые. Содер-

жание окиси алюминия 50—60 % (до 68 %), кремнезема (1—8 %), окиси железа 20—25 %. Общие запасы бокситов Югославии оцениваются от 181 до 460 млн. т, причем основная часть их принадлежит к верхнему уровню бокситообразования между верхнемеловыми и эоценовыми слоями. Нижний уровень триас-юрско-меловой не имеет большого значения.

Месторождения бокситов Венгрии находятся в западной части страны в горах Вертеш и Баконь. Наиболее крупными из них являются Гант, Искасентьерд, Нирад, Халимба-Сед и Надьтеркен. На месторождениях Гант и Искасентьерд пластообразные залежи бокситов выполняют впадины на поверхности известняков и доломитов триаса и перекрываются эоценовыми мергелями и глинами мощностью 25—40 м и четвертичными образованиями. Мощность залежей непостоянна и колеблется от 1 до 18 м на Искасентьерде и от 10 до 15 м на Ганте. Содержание окиси алюминия составляет 46—61 %, кремнезема 2—8 %, окиси железа 15—30 %. В районе этих месторождений в последнее время обнаружены новые залежи бокситов, находящиеся на большой глубине (свыше 100 м).

На месторождении Халимба-Сед залежи имеют мощность от 5 до 31 м (при содержании окиси алюминия 42,6—56,3 %), на месторождении Нирад от 11—13 до 20 м. Глубина залегания бокситов 30—70 м, но встречены они и на глубине 200 м.

В Румынии небольшие линзообразные залежи бокситов выполняют карманы на эрозионной поверхности юрских известняков в горах Пэдури-Крайлуй, Бихор и Арьешени. Содержание окиси алюминия 48—58 %, кремнезема 6—10 %.

Небольшие залежи бокситов, приуроченные к известнякам среднего мела, находятся в северо-западной (месторождение Лежа, Каскорики) и центральной (месторождение Круя) частях Албании. Содержание окиси алюминия 27—52 %, кремнезема 12—32 %.

Бокситовые месторождения Италии расположены в основном на юге страны в областях Апулия, Кампания и Абруцци-э-Молизе. Содержание окиси алюминия колеблется от 48 до 58 %, кремнезема от 3 до 8 %. Небольшие месторождения имеются и на севере страны. Бокситы бёмитовые, приурочены к меловым и третичным карбонатным породам, т. е. несколько более молодым, чем во Франции и Греции. Общие запасы бокситов в Италии определяются в 25 млн. т.

Мелкие месторождения бокситов известны в Испании, но они не пригодны для использования в алюминиевой промышленности.

В Турции бокситы расположены на юге страны в вилайетах Анталья и Газиантеп и на севере вилайета Зонгулдак. В обоих районах бокситы залегают на закарстованных известняках пермотриасового возраста и перекрываются доломитами. В Анталье бокситовые тела имеют форму линз длиной до 30 м и мощностью до 10 м. Бокситы бёмитового состава содержат от 50 до 68 % окиси алюминия, от 5 до 23 % кремнезема, от 15 до 20 % окиси железа и 3 % двуокиси титана. В северной части страны развиты диаспо-

ровые бокситы. Мягкие землистые разности имеют невысокое качество и содержат 40 % окиси алюминия и 30 % кремнезема. Пизолитовые бокситы, количество которых не превышает 15 % от общей массы, более качественны и содержат 55 % окиси алюминия и 5 % кремнезема. Бокситы Турции не эксплуатируются.

Как видно из приведенных описаний, в Средиземноморском складчатом поясе вырисовывается крупная бокситоносная провинция, где залежи бокситов приурочены к эродированной поверхности карбонатных пород от триасового до нижнемелового возраста, причем перекрываются бокситы отложениями эоцена. Запасы бокситов этого крупного бассейна оцениваются примерно в 1,8 млрд. т.

Бокситы Ямайки, по данным Г. И. Бушинского [6], относятся также к геосинклинальному типу. Залежи приурочены к карстовым полостям в миоценовых известняках, которые в свою очередь пространственно связаны с ослабленными тектоническими зонами. Форма бокситовых залежей кармано- и линзообразная, мощность обычно 3—10 м, но достигает и 30 м. Иногда в нижних частях залежей бокситов встречается брекчия из обломков известняков, сцементированных бокситом. Качество бокситов высокое, содержание глинозема 49—50,5 %, кремнезема 0,7—1,6 %, окиси железа 19—20,5 %. Наиболее крупное месторождение бокситов, имеющее протяженность около 32 км при мощности залежей в среднем 7,5 м (иногда 35 м), расположено в мульде Вильямсфильд около г. Манчестера. Бокситы состоят на 2/3 из гиббсита и на 1/3 из бёмита. Содержание глинозема колеблется от 46 до 52 %, в среднем 50 %, кремнезема от 0,4 до 3,5 %, в среднем 2 % и окиси железа от 17,5 до 23 %. Общие запасы бокситов Ямайки оцениваются в 2 млрд. т.

Аналогично ямайским, на эоценовых известняках залегают и бокситы Доминиканской Республики. Наиболее крупные месторождения расположены в провинции Бараока на высоте 1000—1500 м над уровнем моря. Бокситы содержат 46—49 % окиси алюминия, 19,4—20,6 % окиси железа и 1,6—5,2 % кремнезема. Запасы бокситов определены в 85 млн. т.

Такого же типа бокситы развиты в восточной части о. Гаити, однако запасы бокситов там намного меньше.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЛАТФОРМЕННЫХ ПЕРЕОТЛОЖЕННЫХ БОКСИТОВ

Месторождения переотложенных бокситов платформенного типа в СССР сосредоточены в двух регионах страны — на Северо-Западе и в Приангарье. На Северо-Западе находятся Тихвинская и Южно-Тиманская группы месторождений, а также Северо-Онежский бокситоносный район, связанные с нижнекаменноугольными отложениями, являющимися чехлом на древней платформе; в Приангарье расположены Чадобецкая, Иркинеевская, Киргитейская и Татарская группы месторождений, связанные с разрушением кор выветривания на Сибирской платформе и последующим переотложением бокситового материала; сюда же следует отнести часть бокситов Северо-Западного Казахстана (Тургайский прогиб), основная масса которых относится к платформенному карстовому типу. Отдельные небольшие месторождения фиксируются на восточном склоне Урала.

Наиболее крупным в первом регионе является Северо-Онежский бокситоносный район, располагающийся на юго-восточном склоне Балтийского щита. Бокситоносные отложения приурочены здесь к депрессиям котловинного типа в древнем (от верхнедевонского до протерозойского) рельефе. Бокситы, образовавшиеся в результате размыва и переотложения продуктов коры выветривания пород, слагающих щит, развиты в пределах полосы шириной 15—20 км, протягивающейся в северо-восточном направлении, где они образуют крупные залежи мощностью, достигающей 16 м. Бокситы лежат в основании толщи нижнего карбона (визе) и перекрываются песчано-глинистыми образованиями верхней части визе, на которых согласно залегают карбонатные породы намюра, среднего и верхнего карбона, сменяющиеся к востоку песчано-глинистой толщей с угленосными фациями. Бокситовые залежи находятся на глубинах от 40 до 170 м. На значительной части района, там, где в кровле бокситовых залежей находятся карбонатные породы, наблюдается их значительное обводнение, но качество бокситов остается неизменным и довольно выдержанным. Так, содержание окиси алюминия колеблется от 49,3 до 53,9 % и кремнезема от 17,6 до 20 %, содержание окиси железа 6,4—10,4 %. Силикатный модуль 2,73—2,95. Бокситы бёмит-гиббситовые.

Месторождения бокситов Тихвинского района также связаны с нижнекаменноугольными отложениями и приурочены к овражным и речным депрессиям, врезанным в песчано-глинистые отложения девона. Бокситоносные отложения образовались в результате размыва и переотложения коры выветривания докаменноугольных пород и слагают узкие вытянутые линзообразные тела с плоской или слабо вогнутой верхней границей. Длина отдельных залежей колеблется от 0,5 до 2,5 км. Мощность от 0,25 до 9,7 м. Бокситы гиббсит-бёмитовые. Содержание окиси алюминия от 39,5 до 50,3 %, кремнезема 11,5—14,7 %.

В последние годы около границы Тиманского поднятия с Печорской синеклизой выявлен новый, Южно-Тиманский бокситоносный район. Бокситоносные отложения залегают там на известняках девона и представлены континентальными озерно-болотными отложениями визейского возраста, образовавшимися за счет размыва и переотложения кор выветривания латеритного типа. Бокситоносный горизонт имеет мощность не более 13—15 м. Форма залежей пласто- и линзообразная, мощность их достигает 10 м, лежат они почти горизонтально на глубине от 38 до 100 м. Бокситы в основном бёмит-гиббситовые.

Приангарский бокситоносный район, включающий в себя Чадобецкую группу месторождений в восточной части, Иркинеевскую и Киргитейскую — в центральной и Татарскую — в западной, а так-

же ряд бокситопроявлений в южной части Ангаро-Питского синклинория, расположен в южной части Сибирской платформы, представлявшей в мезо-кайнозойское время область сводовых поднятий; по окраине последней в карстово-эрозионных депрессиях на карбонатных породах существовали благоприятные условия для локализации бокситоносных отложений.

Месторождения Чадобецкой группы приурочены к одноименному куполовидному поднятию, представляющему собой брахиантиклинальную складку, ядро которой сложено докембрийскими породами, а крылья — породами кембрия и траппами. Наиболее крупное месторождение группы — Центральное — приурочено к депрессии котловинного типа в породах верхнего протерозоя, а более мелкие месторождения — Пуня и Ибджибдек — к карстовым депрессиям в известняках нижнего кембрия. Можно предположить, что бокситы в обоих случаях являются переотложенными. Содержание окиси алюминия в бокситах Чадобецкой группы 35,2—37,5 %, кремнезема 6,1—10,9 %, окиси железа 27,9 %. Кремневый модуль близок к 4—4,5.

На Иркинеевском выступе и в южной части Ангаро-Питского синклинория за последние годы выявлен ряд небольших месторождений. Бокситоносные континентальные отложения, относящиеся по возрасту к верхнемеловому — палеогеновому времени, приурочены к эрозионно-карстовым депрессиям на контакте карбонатных и алюмосиликатных пород протерозоя или непосредственно к карстовым воронкам в известняках.

Месторождения переотложенных бокситов известны в шт. Арканзас в США, южнее г. Литтл-Рок, где они приурочены к нижней части эоценовых отложений, представленных глинами с прослоями песка и пластами лигнита. Бокситы образуют линзообразные залежи, возникшие в результате латеритного выветривания нефелиновых сиенитов, слагающих ряд холмов. При этом основные залежи бокситов являются переотложенными и находятся на склонах и частично у подножий холмов. Некоторые залежи расположены непосредственно на нефелиновых сиенитах. Основная часть бокситовых залежей сложена пизолитовыми разностями. Бокситы в основном гиббситовые. Размеры залежей несколько сот гектаров при средней мощности 3—4 м. Содержание глинозема от 46 до 62 %, в среднем около 57 %, кремнезема 2—6 %, окиси железа 1—10 %, щелочей менее 1 %. Общие запасы бокситов оцениваются в 140 млн. т.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЛАТФОРМЕННЫХ БОКСИТОВ КАРСТОВОГО ТИПА

К бокситам карстового типа относятся мезозойские бокситы Северного Казахстана в СССР и в какой-то мере условно палеозойские бокситы КНР.

В Северном Казахстане все бокситовые месторождения сосредоточены в районах, протягивающихся в виде полос субмеридионального простирания (с востока на запад): Амангельдинском, Западно-Тургайском и Убоганском.

В Амангельдинском бокситоносном районе континентальные бокситоносные отложения верхнемелового — палеоценового возраста залегают на мезозойской коре выветривания более древних пород, представленной глинами преимущественно гидрослюдистого состава. Сверху они перекрыты песчано-глинистыми осадками верхнеолигоценового — плиоценового возраста. Продуктивные отложения приурочены к линейно вытянутым эрозионно-карстовым депрессиям, контролируемым зоной контакта пород песчано-сланцевой толщи среднего и верхнего девона с карбонатными породами фамена — турне.

Месторождения бокситов состоят из разобщенных участков, включающих от 1 до 7 залежей. Крупные залежи имеют протяженность по простиранию 800—1700 м, мелкие 50—100 м. Мощность залежей 2—12 м, но достигает 20—35 и даже 47 м. Залегают они на глубине от 4 до 160 м и более. Химический состав бокситов довольно непостоянный: содержание окиси алюминия колеблется от 41,1 до 50,3 %, кремнезема 8,2—16,2 %, окиси железа 4,5—23,8 %.

Западно-Тургайский бокситоносный район находится в Тоболо-Убоганском междуречье. Бокситы приурочены к континентальным альб-сеноман-туронским отложениям и залегают в эрозионно-карстовых депрессиях на известняках различного возраста вблизи их контакта с эффузивно-осадочными породами. Размеры залежей и их конфигурация аналогичны описанным в Амангельдинском районе, только на Красно-Октябрьском месторождении, являющемся наиболее крупным в районе, ширина залежей значительно увеличивается, а мощность доходит до 50 и даже местами до 120 м. В пределах района выделяются три параллельные зоны бокситоносных отложений.

Месторождения Убоганского района не связаны с известняками, а залегают среди континентальных отложений альб-сеноманского возраста, характеризуясь в основном переотложенными бокситами, что обусловливается их положением в центральной части Тургайского прогиба. Бокситовые залежи имеют пластообразный характер и при довольно значительной площади, как правило, небольшую (в среднем 2—7 м) мощность. Содержание окиси алюминия на месторождениях колеблется от 42 до 45,6 %, кремнезема 7,4—10,7 %, окиси железа 12—19 %. Для бокситов этого района характерно повышенное содержание окиси кальция и магния (до 5—6 % в сумме) и титана (3,5—4,3 %).

Бокситовые месторождения КНР относятся к платформенному типу и приурочены к средне- и верхнекаменноугольным, реже пермским отложениям, залегающим на размытой поверхности ордовикских и верхнекембрийских известняков. Как правило, бокситоносные отложения перекрываются угленосными. По своему составу бокситы в основном диаспоровые.

Наиболее крупными бокситоносными районами или месторождениями КНР являются Гунсян в провинции Хэнань, Сюэнь, в провинции Гуйчжоу, Цзыбо на Шаньдунском полуострове и Куньмин в провинции Юньнань. Помимо указанных четырех месторождений более мелкие известны на Ляодуньском полуострове и на востоке провинции Хэбей.

Месторождения Гунсян приурочено к каменноугольным отложениям, несогласно залегающим на ордовикских известняках, и представлено рядом пластообразных залежей бокситов мощностью до 14 м. Содержание окиси алюминия составляет 50—60 %, кремнезема 6—17 %, окиси железа 3,4—11 %. Силикатный модуль в среднем 5.

Месторождение Сюэнь приурочено также к каменноугольным отложениям. Бокситовые залежи мощностью до 3 м залегают среди пласта аллитов мощностью от 4 до 11 м. Подстилаются они ордовикскими или верхнекембрийскими известняками. Сверху пласт аллитов перекрыт каменноугольными известняками. Содержание окиси алюминия в среднем 70 %, кремнезема 11 %, окиси железа 2 %. Силикатный модуль 6,4.

Месторождение Цзыбо (Чжи-бо) сложено бокситоносными отложениями верхнепермского возраста, залегающими на эродированной поверхности известняков среднеордовикского возраста. Нижний горизонт мощностью от 1 до 4 м представлен бокситами, верхний — аллитами. Содержание окиси алюминия от 41 до 67 %, кремнезема от 1 до 25 %, окиси железа от 1 до 27 %. Силикатный модуль в среднем 4,5.

Бокситы месторождения Куньмин приурочены к каменноугольным платформенным образованиям и содержат 35—62 % окиси алюминия и 6,5—26 % кремнезема.

Многочисленные бокситовые месторождения открыты в последние годы в СРВ, в ее северной части у границы с КНР. Бокситсодержащие породы протягиваются здесь полосой длиной до 250 км при ширине 40—50 км. Залежи бокситов приурочены к эродированной поверхности известняков пермо-карбона, причем высококачественные бокситы дают линзообразные тела протяженностью от 100 до 1000 м среди горизонта аллитов. Содержание глинозема колеблется от 40 до 60 %, кремнезема от 2,5 до 20 %.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ БОКСИТОНОСНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И РАЙОНОВ В СССР

Как известно, определяющим фактором при формировании месторождений бокситов являются климатические условия, способствующие образованию латеритных кор выветривания, а дополнительным — условия, приводящие к сохранению или разрушению этих кор, а также размыву, переносу и седиментации глиноземсодержащих осадков. На территории СССР в кайнозое латеритные бокситы типа австралийских или африканских образовываться не могли, но в более древние периоды, когда существовали условия

умеренно влажного теплого климата зоны субтропиков, такие явления могли происходить.

Судя по составленным Н. М. Страховым палеогеографическим картам всех периодов от ордовика до неогена, необходимые для формирования латеритных бокситов условия существовали на значительной части СССР в среднем девоне и нижнем карбоне. В триасе и верхней юре благоприятные условия были только в европейской части СССР, Казахстане и Средней Азии, а в меловое время и в начале палеогена на всей территории европейской части СССР, на Урале и в Казахстане. При этом могли формироваться как месторождения бокситов латеритного типа непосредственно на месте их образования, так и месторождения переотложенных бокситов.

По данным Г. И. Бушинского (1966 г.), для формирования месторождений переотложенных бокситов было необходимо: преимущественное развитие бескварцевых и малокварцевых алюмосиликатных пород в области выветривания и последующего разрушения горных пород: пенепленизированный характер области сноса, исключающий перенос крупных обломков пород, но обеспечивающий перемещение мелких дезинтегрированных взвесей; незначительные расстояния между областями сноса и седиментации, не превышающие нескольких километров в случае алюмосиликатных пород и несколько большее в случае карбонатных пород; наличие карбонатных пород в области седиментации, как наиболее благоприятных для отложения бокситов, ввиду наличия карстовых пустот, являющихся ловушками для осадков, с одной стороны, и в связи с высокой их водопроницаемостью, с другой; отсутствие последующего интенсивного размыва в области седиментации, что способствовало сохранению отложенных бокситов.

Для формирования месторождений остаточных бокситов также необходима пенепленизированная поверхность, но не подвергающаяся последующему размыву, а также близкое залегание подземных вод, способствующее выносу кремнистых компонентов из алюмосиликатных осадков.

Приведенные выше данные о бокситах СССР позволяют считать перспективными на выявление новых месторождений следующие геолого-промышленные типы месторождений: геосинклинальных бокситов палеозойского возраста; латеритных и переотложенных платформенных бокситов палеозойского возраста; карстовых и переотложенных платформенных бокситов верхнемезозойского возраста.

Палеозойские бокситы геосинклинального типа. Геосинклинальные бокситы палеозойского возраста на Урале приурочены к двум стратиграфическим горизонтам, из них основным является нижний, формирование бокситов в котором происходило в явно континентальных условиях, в то время как второй связан с периодом морской трансгрессии, т. е. лагунными условиями. Бокситы того же типа развиты в южной части Западной Европы, но они сформировались в завершающий этап геосинклинального режима. Это под-

твердает возможность образования бокситов не только на средних этапах геосинклинального развития, как это имело место на Урале, но и на более поздних, вплоть до завершающих. Последнее обстоятельство позволяет предположить возможность более широкого диапазона времени формирования бокситовых месторождений в геосинклинальных областях и, следовательно, тщательно изучать континентальные перерывы в формировании геосинклиналей.

Оценивая перспективы нахождения на территории СССР бокситов девон-карбонового возраста, связанных с геосинклинальными отложениями, следует, прежде всего, обратить внимание на районы Урала. Потенциально перспективные отложения прослеживаются вдоль Уральской складчатой области по западному и восточному склонам и не могут считаться достаточно изученными, тем более, что основные поиски всегда проводились только внутри разреза карбонатных толщ и не глубже 200—300 м от поверхности.

Анализ геологических материалов и геоструктурные построения, выполненные на Урале в последние годы, показывают на возможность наличия бокситов на глубинах более 300 м в Ивдельском бокситоносном районе, изучение которого как малоперспективного было прекращено несколько лет назад. Установлено также, что не изучены фланги Южно-Уральского бокситоносного района, особенно на севере, где карбонатные осадки девона — карбона прослеживаются на большое расстояние. В самое последнее время выявлена бокситоносность на восточном склоне Полярного Урала в районе Щучинского антиклинория. Все это значительно расширяет возможность нахождения на Урале новых месторождений.

Необходимым представляется дальнейшее изучение бокситоносности девон-карбоновых отложений Салаирского кряжа. Обычно перспективные на выявление бокситов образования здесь довольно сложно дислоцированы и зажаты в виде узких полос среди поднятий, сложенных кембрийскими образованиями, но имеется ряд площадей развития девон-карбоновых отложений, особенно в южной половине кряжа, залегающих в более спокойной геологической обстановке. Следует также более тщательно изучать девонские отложения по восточному борту Кузнецкого прогиба, где девон представлен не вулканогенными, а терригенными и карбонатными формациями. С этих позиций известный интерес представляют нижне-среднедевонские отложения Абаканского хребта и прилегающей к нему с юго-востока площади вплоть до границы с Монголией.

Проявления палеозойских бокситов, связанных с породами каменноугольного возраста, известны в Южно-Тяньшаньской складчатой области в основном на территории Киргизии. Однако в свете имеющихся геологических данных они не представляются перспективными.

Нижнекаменноугольные латеритные и переотложенные бокситы.

Значительная территория, на которой встречаются рассматриваемые бокситы, свидетельствует о региональном распространении процессов латеритного выветривания в пределах Восточно-Европейской платформы, Балтийского щита, Украинского кристаллического массива и Тиманского поднятия, начавшихся в верхнепротерозойское время в первых трех упомянутых районах и в послебайкальское время на Тимане. В каменноугольный период, в визейское время, на отдельных участках этих регионов, в первую очередь на Балтийском щите, начался размыв кор выветривания и их переотложение на девонских породах с формированием месторождений переотложенных бокситов типа североонежских и южнотиманских.

Территория Восточно-Европейской платформы в это же время претерпела резкое погружение, благодаря чему латеритные коры не успели разрушиться и были перекрыты визейскими известняками, что и сохранило месторождения латеритных бокситов на некоторых участках распространения этой трансгрессии. На юге Восточно-Европейской платформы, где породы докембрия в настоящее время перекрыты только осадками пермокарбона и мезозоя, коры выветривания не сохранились. По-видимому, то же произошло и на большей части Украинского кристаллического массива, хотя можно предположить, что в районе его сопряжения с Днепровско-Донецкой впадиной могли сформироваться месторождения переотложенных бокситов. Не совсем ясны причины сохранения латеритных бокситов Среднего Тимана, залегающих на небольших глубинах на территории, которая не перекрывалась отложениями визейского возраста, но следует думать, что дальнейшее изучение этих образований позволит выяснить и этот вопрос.

В свете имеющихся сейчас данных территория Восточно-Европейской платформы, включая Тиманское поднятие и восточные склоны Балтийского щита, представляется наиболее перспективной в СССР площадью на нахождение бокситов латеритного типа, а также переотложенных бокситов, связанных с визейскими образованиями. Наиболее благоприятными для поисков высококачественных латеритных бокситов следует считать районы Воронежского кристаллического массива и Среднего Тимана.

При этом следует учесть, что все известные месторождения бокситов в пределах Воронежского кристаллического массива выявлены попутно при поисках мартитовых руд на территории КМА среди кор выветривания на породах курской серии. Направленность работ на поиски, в первую очередь железных руд, привела к тому, что коры выветривания изучались только на площадях развития железорудных горизонтов и поэтому выявленные месторождения бокситов оказались вблизи от месторождений железных руд. Это обстоятельство обусловило появление необоснованного мнения о связи бокситов в районе только со сланцами, вмещающими железистые кварциты.

Совершенно очевидно, что образование бокситов происходило

на подходящем по составу субстрате, который был представлен бескварцевыми или малокварцевыми породами и не обязательно вблизи от железных руд. Следовательно, надо вести поиски бокситов, выявляя благоприятные для их образования породы по всему разрезу образований курской серии и изучая образовавшиеся на них коры выветривания.

Латеритные бокситы в пределах Среднего Тимана пока вскрыты и более или менее изучены на Вижаю-Ворыквинском месторождении. Кроме того, установлен ряд точек бокситовых проявлений. Вообще территория, на которой могут быть развиты коры выветривания, здесь очень значительна, что делает ее весьма перспективной на поиски латеритных бокситов. Залегание бокситов в этом районе на карбонатных породах докембрия может также являться закономерным, так как их наличие под корами выветривания способствовало более совершенной проработке последних за счет проницаемости известняков.

Нахождения переотложенных бокситов можно ожидать в полосе нижнекаменноугольных отложений, к которым приурочены североонежские и тихвинские бокситы, протягивающейся вдоль восточной окраины Балтийского щита и далее на север до побережья Баренцева моря. Бокситы высокого качества вряд ли там могут быть обнаружены, но месторождения с бокситами типа североонежских могут быть выявлены. Несомненный интерес с точки зрения возможного выявления переотложенных бокситов представляет Южно-Тиманский район.

Менее перспективны южная и северная окраины Украинского кристаллического массива, где не фиксируются сохранившиеся латеритные коры выветривания. Здесь, по-видимому, наиболее интересной будет зона, где он перекрывается осадочными породами визе — намюра, слагающими южный борт Днепровско-Донецкой впадины.

Крайне интересной является проблема нахождения латеритных бокситов на Сибирской платформе. Наличие их там подтверждается находками обломков бокситов высокого качества (содержание кремнезема 1—2 %) в западной части платформы в районе гольцов, покрытых мезозойскими траппами. Поскольку поисковые работы в этом районе к положительным результатам пока не привели, то было признано, что бокситы, образовавшиеся за счет латеритного выветривания траппов в мезозойское время, в последующем были полностью эродированы.

Анализ палеогеографических карт Н. М. Страхова, упоминавшихся выше, указывает на малую вероятность мезозойского возраста рассматриваемых бокситов, так как в послеюрское время на Сибирской платформе не существовало условий для образования латеритных кор выветривания. Благоприятным периодом для их образования было среднедевонское — нижнекарбоновое время, когда в этом регионе существовали климатические условия такие же, как и на Восточно-Европейской платформе. Поэтому естественно

предположить, что латеритные коры выветривания с бокситами могли сформироваться на Сибирской платформе в довизейское время и были погребены под трапповыми покровами, из-под которых на отдельных участках появляются бокситы в виде обломков. Следовательно, площадь развития траппов на Сибирской платформе является потенциально перспективной на наличие под ними бокситовых месторождений, очевидно, представленных бокситами высокого качества.

Косвенным подтверждением палеозойского возраста бокситообразования на Сибирской платформе является наличие подобных бокситов в КНР, где они приурочены к средне- и верхнекарбоновым отложениям, залегающим на среднеордовикских и кембрийских известняках вдоль северного обрамления Китайской платформы.

Мезозойские платформенные бокситы. Пока что месторождения этого типа известны в платформенных отложениях мезозойского возраста в Тургайском прогибе и на западе Северного Казахстана. Открытие тургайских бокситов на долгие годы приковало внимание геологов к этому району, и поэтому смежные территории, где развиты каледонские структуры, вошедшие в начале девона в стадию платформенного развития, остались не изученными в этом отношении, хотя они являются потенциально перспективными на аналогичные бокситовые месторождения, о чем свидетельствуют находки бокситов: на юге по южному обрамлению Казахской складчатой страны, восточнее ее в Приташкентском районе, в пределах восточного борта Тенизской впадины и в ряде других точек.

В заключение следует подчеркнуть, что территория СССР достаточно перспективна на выявление высокосортных бокситов, связанных с латеритными корами выветривания и оставшихся на месте их формирования, а также бокситов геосинклинального (уральского) типа.

Латеритные бокситы в первую очередь следует изучать в северо-западной части Восточно-Европейской платформы как на северном склоне Воронежского кристаллического массива, так и на Среднем Тимане, где при достаточном размахе геологопоисковых и геологоразведочных работ можно уже в ближайшее время значительно увеличить запасы высокосортных бокситов. Не следует оценивать горнотехнические условия залегания бокситов этого района как препятствие к их освоению, так как они не сложнее условий месторождений бокситов Северного Урала, которые успешно отрабатываются.

К решению проблемы нахождения латеритных бокситов на западной окраине Сибирской платформы необходимо приступить с соответствующей научной подготовкой, так как расположение бок-

ситов под траппами значительно осложняет их поиски. Здесь в первую очередь надо выявить площади, где могли сохраниться коры выветривания и где континентальные осадки перми и трапповые покровы имеют такую мощность, что отработка месторождений бокситов под ними будет возможной и рентабельной.

Перспективы увеличения запасов бокситов геосинклинального типа на Урале в свете имеющихся новых геологических данных являются достаточно обещающими. Необходимо продолжить также и изучение геосинклинальных бокситов Салаирского кряжа, Кузнецкого Алатау и перспективных районов Алтае-Саянской складчатой области.

Глава VI

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОЛОВА

Олово является одним из немногих металлов в мире, при разрушении месторождений которого значительная часть переходит в россыпи. Если учесть существующие к настоящему времени запасы олова в мире и добавить к ним то, что было добыто за все время использования олова человеком, то окажется, что 50 % всего олова заключено в россыпных месторождениях и столько же

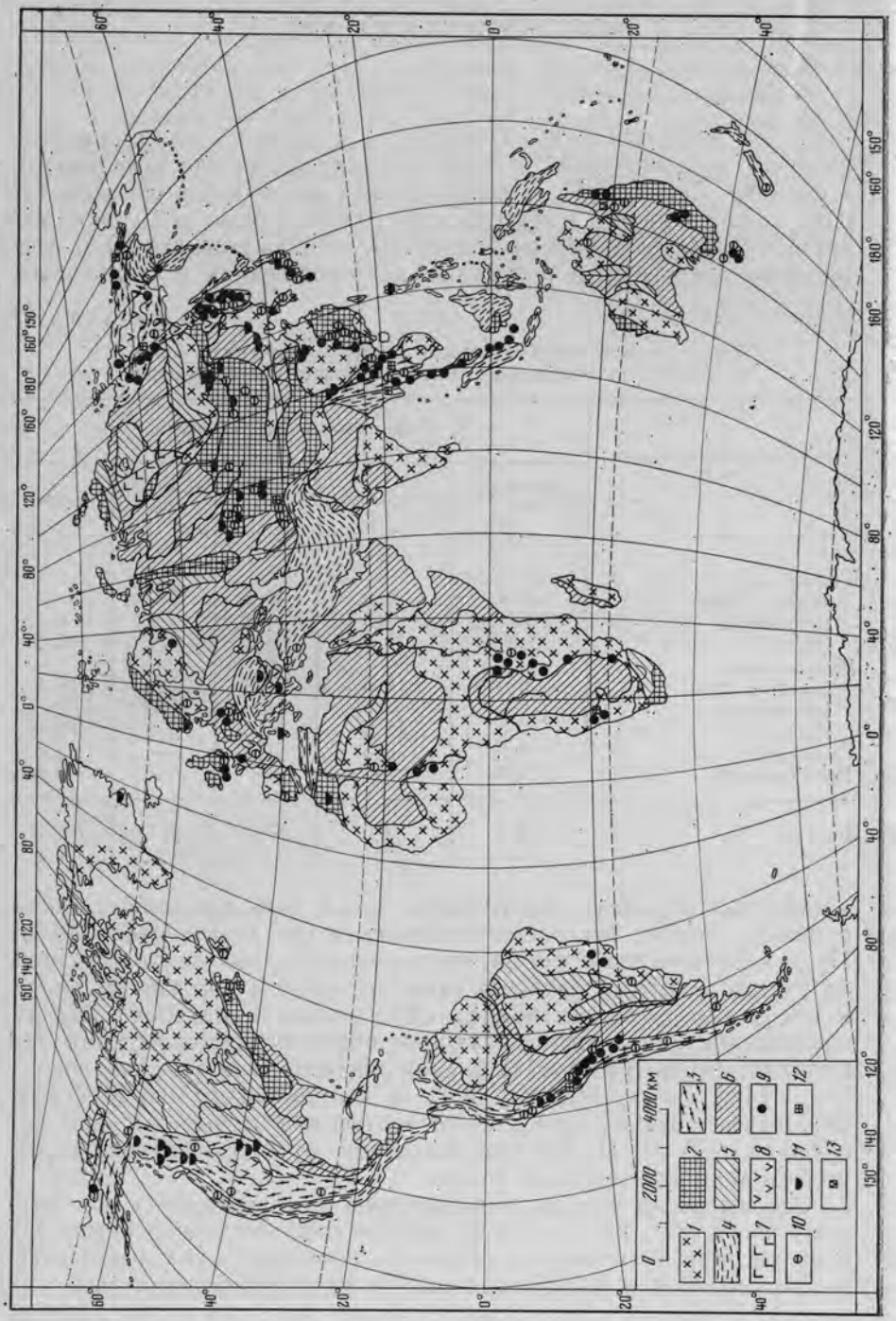
Таблица 17

Распределение мировых запасов (с учетом добытого) олова по геолого-промышленным типам и возрасту месторождений

Геолого-промышленный тип	Запасы олова месторождений, %				
	докембрийских	палеозойских	мезозойских	кайнозойских	Итого
Силикатный					
Жилы и зоны	0,9	8,0	32,9	0,2	42,0
Штокверки	—	3,5	3,4	—	6,9
Итого	0,9	11,5	36,3	0,2	48,9
Сульфидный					
Жилы и зоны	0,3	12,0	21,3	3,9	37,5
Штокверки	—	—	—	2,0	2,0
Итого	0,3	12,0	21,3	5,9	39,5
Скарновый	0,6	0,5	1,5	—	2,6
Пегматитовый	9,0	—	—	—	9,0
Всего	10,8	24,0	59,1	6,1	100,0

в коренных (рудных). В настоящее время доля россыпного олова в общих запасах несколько снизилась и составляет около 46 %. Продуктивность эпох формирования оловорудных месторождений (с учетом добытого олова, а также отнесения россыпного олова к тем эпохам, которым принадлежит исходный материал для их образования), выглядит следующим образом: месторождения докембрийского возраста — 11 % всех запасов, палеозойского возраста — 24 %, мезозойского — 59 % и кайнозойского — 6 % (табл. 17). Таким образом, эти данные подтверждают выводы ряда исследователей о том, что максимальное рудообразование олова происходило в мезозойское время.

Запасы олова весьма неравномерно распределяются по земному шару (рис. 2). Так, 64 % запасов всех восстановленных (запасы настоящего времени+добыча за прошлые годы) приходится на Тихоокеанский складчатый пояс с месторождениями мезозой-



ского и кайнозойского возраста, 24 % запасов (т. е. все запасы месторождений, сформировавшихся в палеозойское время) приходится на широтный пояс, проходящий через каледоно-герцинские складчатые области от Аппалачей (США и Канада) на западе через Великобританию и Францию, ГДР и Чехословакию в Среднюю Азию на территории СССР, потом в Монголию, КНР и далее с некоторым изменением направления на восточное побережье Австралии. И наконец на древних платформах Африки и Южной Америки находятся в основном пегматитовые и частично скарновые докембрийские месторождения, дающие соответственно 7 и 3 %, а всего 10 % мировых запасов. И только 2 % запасов приходится на области активизации в древних складчатых системах, происшедших в основном в мезозойское время. Характерно, что Средиземноморский складчатый пояс, по своему геологическому строению очень сходный с Тихоокеанским, не имеет месторождений олова мезо-кайнозойского времени. Очевидно, это связано с тем, что складчатые сооружения Тихоокеанского пояса формировались на границе континентальной и океанической кор, в то время как Средиземноморский пояс формировался только на континентальной коре.

Следует подчеркнуть также, что в пределах Тихоокеанского пояса «исходные» запасы олова распределяются крайне неравномерно. Так, 73 % всех запасов олова в этом поясе (или 47 % всех мировых запасов) сосредоточено на локальной территории Бирмо-Индонезийского пояса, находящегося на территории Индонезии, Малайзии, Таиланда, Бирмы и юга КНР, причем 88 % всех запасов сосредоточено в россыпях и только 12 % приходится на рудные месторождения. В то же время такой крупный узел, как Боливо-Аргентинский, содержит только 10 % запасов олова в Тихоокеанском поясе.

Как известно, среди генетических формаций оловянных месторождений главнейшими являются кварц-касситеритовая, касситерит-силикатная и касситерит-сульфидная. Кроме того, известны формации пегматитовая и скарновая (силикатно-карбонатная), а также по существу не имеющие пока практического значения риолитовая и карбонат-сульфидная.

В первой главе книги, посвященной геолого-промышленной классификации месторождений олова, выделены четыре типа: си-

Рис. 2. Размещение на земном шаре основных геолого-промышленных типов месторождений олова, вольфрама и молибдена (за исключением молибденсодержащих меднопорфировых месторождений) и особенности их геологического положения:

1 — древние платформы и щиты с прилегающими к ним областями протерозойской складчатости; *2* — области палеозойской складчатости; *3* — области мезозойской складчатости; *4* — области кайнозойской складчатости; *5* — площади развития палеозойских континентальных образований на платформах; *6* — площади развития мезозойских континенталньых образований на платформах; *7* — площади развития мезозойской трапповой формации; *8* — срединные массивы в складчатых областях; *9* — месторождения олова; *10* — месторождения вольфрама; *11* — месторождения молибдена; *12* — оловянно-вольфрамовые месторождения; *13* — вольфрам-молибденовые месторождения

ликатный, сульфидный, скарновый и пегматитовый. Следует подчеркнуть, что к силикатному типу отнесены как месторождения кварц-касситеритовой формации, так и малосульфидные руды силикатно-сульфидной группы, по М. П. Материкову [21]. К сульфидным отнесены только те месторождения касситерит-сульфидной формации, в которой сульфиды меди, свинца, цинка и других металлов не только имеют совместно с оловом промышленное значение, но и усложняют технологию извлечения из руд олова. Последнее обстоятельство и побудило к выделению их в самостоятельный геолого-промышленный тип.

Из табл. 17 видно, что запасы распределяются в основном между двумя геолого-промышленными типами — силикатным и сульфидным, в то время как значение скарновых и пегматитовых месторождений очень невелико. При этом в месторождениях палеозойского возраста соотношение силикатных и сульфидных руд олова примерно одинаково, а в мезозойское время количество запасов силикатных руд по сравнению с сульфидными больше, чем в 3 раза, и они достигают 60 % от общих запасов. Значение штокверковых месторождений пока что невелико и их запасы в целом не превышают 9 %. При этом в палеозойское и мезозойское время штокверковые месторождения относятся к кварц-касситеритовой формации и представлены в палеозое грейзенами, а в мезозое как грейзенами, так и кварц-касситеритовыми штокверками. В кайнозойское время, наоборот, появляются месторождения, которые в Боливии называют «порфировыми» и в которых наряду с оловом находится большое количество сульфидов меди, свинца, цинка и других металлов.

В СССР основные запасы олова сосредоточены в коренных месторождениях, в то время как в россыпях содержится всего лишь 4,5 % от общих запасов, что объясняется как отсутствием на территории СССР в мезо-кайнозойское время климатических и рельефных условий для формирования крупных россыпей, так и характером олова (мелкий размер зерна) в месторождениях. Крупные месторождения кварц-касситеритовой и пегматитовой формации, являющиеся основным источником формирования россыпей, развиты незначительно.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЗОЗОЙСКОГО И КАЙНОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

И. Н. Томсон, проанализировав данные по определению абсолютного возраста оловянных руд и магматических пород, с которыми связано оруденение в Тихоокеанском рудном поясе, выделил три эпохи оловянного оруденения: нижнемезозойскую (217—143 млн. лет), верхнемезозойскую — палеогеновую (140—46 млн. лет) и неогеновую (20—5 млн. лет). Для первых двух эпох он отметил постепенное понижение температур формирования месторождений, благодаря чему в ранние этапы образовались месторождения касситерит-кварцевой, в средние — касситерит-силикатной,

в меньшей мере, касситерит-сульфидной, в поздние — преимущественно касситерит-сульфидной формаций. Для неогеновой эпохи рудообразования пока известны только месторождения касситерит-сульфидной формации.

Основные месторождения советской части Тихоокеанского складчатого пояса сформировались в верхнем мезозое. К верхнему мезозою относятся также все оловорудные месторождения Бирмано-Малайского пояса, района Пиа-Оак в СРВ и рудных районов Гэцзю в Хэчи-Наньдань в КНР. В Индонезийском поясе все месторождения сформировались в нижнем мезозое, в Японии в два этапа — в верхнем и нижнем мезозое. В Боливии имеются также нижнемезозойские месторождения касситерит-силикатной формации, хотя значительно бóльшая их часть имеет неогеновый возраст.

На территории СССР выделяются две крупные области с оловорудными месторождениями мезо-кайнозойского возраста: Верхояно-Чукотская и Сихотэ-Алинская.

В Верхояно-Чукотской складчатой области выделяют три зоны промышленного оруденения: Янскую, Чукотскую и Колымскую. Чукотская зона простирается от низовьев р. Колымы на восток до восточной оконечности Чукотки. Оруденение в ней связано с мезозойскими гранитоидами, приуроченными к секущим разрывным структурам. Янская (или Восточно-Якутская) зона является юго-западным продолжением Чукотской, отделяясь от нее широкой прибрежной низменностью, простирающейся вдоль Восточно-Сибирского моря. Она огибает с запада и юго-запада Колымский срединный массив. Оруденение в ней связывается с мезозойскими гранитоидами, приуроченными к секущим разрывным структурам. Колымская зона вытянута в северо-западном направлении от верховьев р. Колымы до среднего течения р. Яны, огибая с юга Колымский срединный массив. Оруденение в ее пределах связано с мезозойскими интрузиями — нижне- и верхнемеловыми.

В пределах Янской рудной зоны встречаются месторождения различных типов, причем их размещение зависит от положения относительно Колымского срединного массива. Так, вблизи него расположены непромышленные скарновые и касситерит-скарновые месторождения, несколько далее касситерит-силикатные и касситерит-сульфидные, еще далее развито свинцово-цинковое оруденение. Пространственно и генетически оловянные месторождения связаны с многофазными интрузиями гранитоидов повышенной основности, относимыми по возрасту к нижнему и верхнему мелу, и контролируются глубинными разломами. Месторождения обычно располагаются в зоне экзоконтакта и представлены простыми и сложными жилами, зонами минерализации и метасоматическими телами. В пределах зоны выделяются три крупных рудных района — Северо-Янский, Центрально-Янский и Южно-Янский.

В Северо-Янском районе находятся Депутатское, Дьяхтардахское, Одинокое, Полярное, Укачилканское коренные месторождения, а также россыпи.

Депутатское месторождение силикатного промышленного типа (касситерит-силикатной формации) приурочено к северному крылу синклинальной складки, сложенной песчано-сланцевыми отложениями среднеюрского возраста. Месторождение находится в экзоконтакте гранитной интрузии мелового возраста, находящейся на глубине 600—800 м, на пересечении двух крупных зон разлома. Рудовмещающими структурами являются сколовые и разрывные трещины, а также трещины оперения и отдельности вблизи указанных нарушений. Рудные тела представлены главным образом минерализованными зонами дробления мощностью до 10 м, а также вытянутыми штокверковыми телами и жилами выполнения. Штокверковые зоны сложены сериями прожилков и маломощных жил мощностью до 5—7 см, при мощности зон от 1 до 10 м. Жилы выполнения имеют подчиненное значение, мощность их от 0,5 до 20 м. Руды кварц-сульфидные с флюоритом, кварц-турмалиновые и кварц-карбонатные. Обычно содержание олова от 0,3 до 2,5 %. С коренным месторождением связаны россыпи, содержащие от 600 до 1400 г/т касситерита.

К юго-востоку от Депутатского месторождения среди осадочных пород мезозоя и недалеко от небольшого штока гранит-порфиров расположено Дьяхтардахское месторождение. Оруденение представлено там минерализованными зонами дробления и жилами выполнения. Рудные тела имеют мощность от 0,4 до 10 м. Месторождение сопровождается небольшими россыпями.

К северу от Депутатского месторождения на северном склоне хребта Полоусного располагаются россыпи р. Тенкели, содержащие до 1 кг касситерита на кубический метр песков. На крайнем севере района имеется небольшое месторождение Полярное, сопровождаемое россыпями, содержащими кроме касситерита вольфрамит. Еще севернее на побережье Ледовитого океана в районе Ванькиной губы выявлена прибрежно-морская россыпь, прослеживающаяся на значительное расстояние вдоль берега при мощности продуктивного слоя 4—5 м. На северном склоне Полоусного хребта находится почти не изученное Укалчиканское месторождение, на котором выявлен ряд жил и минерализованных зон дробления мощностью от 0,2 до 4,6 м. Содержание олова от следов до 4,79 %. Месторождение может быть отнесено к касситерит-сульфидному типу. Руды содержат по отдельным пробам до 35 % свинца и цинка и до 0,5 % сурьмы. Месторождение мало изучено.

Недавно открыто еще одно месторождение олова — Одинокое, представленное штокверком оруденелых грейзенизированных даек кварцевых порфиров среди ороговикованных осадочных пород. Содержание олова 0,3—0,5 %.

На юге района находится интересное месторождение Чыыбагалаах. Месторождение приурочено к скарнам, образующимся в карбонатных породах палеозоя, прорываемых нижнемеловыми гранитами. Рудные тела представлены согласными залежами сульфидизированных пироксеновых и пироксен-гранатовых скарнов и жилообразными телами ожелезненных амфиболовых скарнов. Содержание олова в пироксеновых скарнах около 1 %, в амфиболовых — несколько ниже.

Центрально-Янский район сложен песчано-сланцевыми породами верхнетриасового и юрского возраста, прорываемыми интрузиями гранитоидов нижнемелового возраста, приуроченными к северо-восточным и широтным зонам разломов. В районе известны три месторождения — Эге-Хая, Кестер и Улахан-Эгелях.

На месторождении Эге-Хая оруденение представлено минерализованными брекчиями сланцев в зонах дробления. Месторождение относится к силикатному геолого-промышленному типу. Мощность рудных тел 3—4 м. Южнее находится месторождение Улахан-Эгелях. Рудные тела приурочены там к ороговикованным песчаникам и сланцам и представлены минерализованными зонами дробления и смятия мощностью от 0,1 до 1,9 м. Месторождение того же типа. Расположенное между указанными месторождение Кестер находится в зоне грейзенизации в эндоконтактовой части штока аляскитов, прорывающих биотитовые адамеллиты. Месторождение относится к касситерит-кварцевой формации. Оруденение носит штокверковый характер. Содержание олова невысокое.

Месторождения олова в Южно-Янском районе находятся в зоне разломов северо-восточного простирания, секущей песчано-сланцевые породы верхнего триаса и юры, к которой приурочены массивы гранитоидов, дайковые тела и участки ороговикования. Зона эта прослеживается более чем на 150 км при ширине 8—15 км. Оруденение представлено минерализованными зонами дробления и относится к касситерит-сульфидной формации. Встречаются небольшие штокверки, относящиеся к касситерит-кварцевой формации. В районе известны три примерно равного значения месторождения — Илинтас, Бургочан и Алыс-Хая.

На месторождении Илинтас рудные тела представляют собой минерализованные зоны дробления, реже жилы замещения мощностью 0,5—3,0 м. Рудные минералы — касситерит и вольфрамит; довольно много в руде халькопирита и арсенопирита. Месторождение Алыс-Хая располагается к юго-западу от описанного выше. Рудные тела — минерализованные зоны дробления, оруденение которых выражено системой прожилков, линз и мелких кулисообразно расположенных жил, сложенных кварцем, кальцитом и сульфидными рудами с касситеритом. На месторождении Бургочан, расположенном далее к юго-западу, известны рудные тела, представленные оруденелыми брекчиями песчаников мощностью от 0,2 до 7,4 м. Отмечается повышенное содержание меди и висмута.

Кроме указанных месторождений в районе известны совершенно неизученное месторождение Бургавли, где в ороговикованных породах мезозоя выявлено штокверковое оруденение с невысоким содержанием олова и несколько минерализованных зон дробления средней мощностью 0,5—1 м, и месторождение Барлыглыэлах, где имеется ряд минерализованных зон дробления той же мощности, содержащих 0,35—2,0 % олова. Все месторождения Юж-

но-Янского района относятся к различным формациям, но к одному силикатному геолого-промышленному типу.

В 1968 г. в Западном Верхоянье по р. Дулгалах в пределах Верхоянского синклинория выявлен новый Дулгалахский район. Коренное рудопроявление (месторождение Аномальное) представлено серией минерализованных зон, развитых в полосе длиной 6 и шириной 2 км. Содержание олова более 1 %. Здесь же выявлены россыпи по четырем ручьям.

В пределах Чукотской оловорудной зоны выделяются два рудных района: Амгуэмский в восточной части и Чаунский в западной. На площади зоны развиты осадочные образования верхнего триаса, юры и нижнего мела, прорываемые верхнемезозойскими интрузиями гранитоидов, с которыми связывается оруденение. Все эти месторождения независимо от формационной принадлежности относятся к силикатному геолого-промышленному типу.

В пределах Амгуэмского района наиболее крупным месторождением является Иультинское. Оно относится к касситерит-кварцевой формации и представлено жилами крупнокристаллического кварца с касситеритом и вольфрамитом. Мощность рудных жил колеблется от нескольких сантиметров до 2—4 м. Коренное месторождение дает небольшие россыпи. К северу от Иультина находится месторождение Светлое, где оруденение представлено кварцевыми и кварц-топазовыми жилами. Главные рудные минералы — касситерит, вольфрамит, арсенопирит. Месторождение относится к касситерит-кварцевой формации. В этом же районе находится небольшое Экугское месторождение. Оруденение встречено там в грейзенизированных дайках средней мощностью 6 м, а также в кварцевых жилах. Содержание олова 0,5—0,9 %. Кроме того, в висячем и лежачем боках даек находятся зоны измененных пород мощностью до 14 м, содержащие 0,5—0,6 % олова.

К западу от Иультина находится Телекайский рудный узел, пока еще слабо изученный, включающий три месторождения: Телекайское, на котором в эндоконтакте гранитоидов выявлены касситерит-кварцевые жилы мощностью от 0,2 до 2 м, содержащие 0,1—3 % олова; Водораздельное, представленное жилами касситерит-кварцевого состава среди гранодиоритов; Капитанское, представленное грейзенами в гранитах мощностью 2—3 м. Новые точки оловянного оруденения встречены в Амгенском районе (залив Креста).

В Чаунском рудном районе оруденение связано с верхнемеловыми, реже нижнемеловыми гранитными интрузиями и располагается как внутри них, так и в зонах экзоконтакта. В западной части района находится Валькумейское месторождение. Оруденение там представлено жилами, а также штокверкоподобными зонами в экзоконтакте гранитного массива при преобладании первых. Месторождение относится к касситерит-силикатной формации. Жилы кварц-турмалин-сульфидного состава имеют мощность до 1,5 м. Штокверковые зоны, находящиеся в западной части месторождения, представлены раздробленными и измененными гранодиоритами с кварцево-рудными прожилками.

В этом же районе расположен Красноармейский прииск, отрабатывающий семь россыпных месторождений с содержанием олова от 370 до 600 г/м³. Кроме россыпей, здесь известно штокверковое Пыркакайское месторождение, представленное тремя штокверками — Первоначальным, Крутым и Центральным, расположенными в 500—700 м друг от друга в поле развития осадочных пород верхнего триаса, прорванных дайками лампрофиров. Штокверк Первоначальный — это крупное изометричное в плане рудное тело, оруденение в котором изучено пока до глубины 250 м. Представлен он серией субпараллельных кварц-касситерит-сульфидных прожилков. Остальные два штокверка по существу не изучены.

Колымская рудная зона является наиболее протяженной, ее длина составляет 1000 км. Однако в ее пределах известно только два рудных района — Верхне-Колымский и Омсукчанский, в состав которых входит большое количество мелких (с небольшими запасами) месторождений. В пределах зоны развиты породы верхоянского комплекса (верхняя пермь — верхняя юра). Гранитные интрузии имеют нижнемеловой (Верхне-Колымский район) и верхнемеловой (Омсукчанский район) возраст. Оруденение в первом из районов относится в основном к касситерит-кварцевой, а во втором к касситерит-силикатной формациям или к силикатному геолого-промышленному типу.

Верхне-Колымский район, находящийся в верховьях р. Колымы, занимает значительную площадь, на которой разбросано девять мелких месторождений, часть из которых полностью отработана.

В расположенном южнее Омсукчанском районе развиты также породы верхоянского комплекса, прорываемые интрузиями диоритов и гранитов, а также дайками верхнемелового возраста. Оруденение связано там с гранитными интрузиями и локализуется в зонах эндо- и экзоконтакта. Месторождения в основном касситерит-силикатной формации. Всего здесь на площади 100×150 км выявлено около 50 мелких месторождений и рудопроявлений, из которых 15 признаны промышленными. Наиболее крупным является Ново-Джагынское месторождение, где прослежен ряд рудных зон с рудными телами мощностью 0,2—1 м в нижнемеловых породах. Рудные тела представлены жилами кварц-турмалинового и линзами кварц-турмалин-хлоритового состава.

В пределах Сихотэ-Алинской складчатой области выделяются две рудные зоны — Хингано-Охотская и Сихотэ-Алинская.

В Хингано-Охотской зоне, имеющей сложное строение, месторождения относятся в основном к касситерит-силикатной формации. В пределах зоны выделяют четыре рудных района: Комсомольский (Мяо-Чанский), где сосредоточены основные промышленные месторождения, Хингано-Олонойский с одним месторождением промышленного значения Хинганским, а также Баджальский и Ям-Алинский.

Комсомольский рудный район расположен в зоне меловой складчатости, сложенной юрскими флишоидными песчано-сланцевыми породами и нижнемеловыми осадочно-эффузивными образованиями, прорванными поздневерхнемеловыми гранитоидами и дайками кислых и основных пород. Оруденение представлено зонами турмалинизации вдоль меридиональных тектонических зон дробления, причем участки наибольшего скопления олова находятся вблизи поверхности несогласия между юрскими и меловыми породами. Рудные тела приурочены к экзоконтактовой зоне верхнемеловых гранитных интрузий преимущественно кислого состава. На месторождениях резко выражена вертикальная зональность: вверху проявлена свинцово- или медно-оловянная минерализация, внизу — собственно оловянная.

В настоящее время в районе известно несколько месторождений. На Фестивальном месторождении в пределах минерализованных зон дробления выделяются рудные тела линзообразной или столбообразной формы, местами осложненные пережимами и раздувами. Рудные тела имеют мощность 1—7 м. На Солнечном месторождении в рудной зоне выделяется ряд рудных тел мощностью от 2 до 9,7 м. Остальные месторождения района Лунное, Придорожное и Октябрьское по своему строению аналогичны описанным. Некоторые месторождения Комсомольского района, в частности Фестивальное, имеют повышенное содержание меди и свинца, что усложняет технологию их обогащения. Они принадлежат к касситерит-сульфидной формации и относятся к сульфидному геолого-промышленному типу. Остальные месторождения (около 60 % по запасам олова) принадлежат к касситерит-силикатной сульфидной формации и силикатному геолого-промышленному типу.

Хингано-Олонойский рудный район расположен на юго-восточной окраине Буреинского кристаллического массива в пределах прогиба, выполненного верхнемеловыми эффузивами. Оловянное оруденение связано с кислыми интрузиями, формировавшимися в тесной связи с эффузивами. На Хинганском месторождении меловые кварцевые порфиры прорываются интрузией гранит-порфиров, к осевой части которой приурочено оруденение штокверкового типа. Рудный штокверк представлен серией неправильных коротких прожилков, сложенных кварцем, хлоритом, касситеритом, флюоритом и сульфидами. Мощность их от 1 мм до 15 см.

В Ям-Алинском районе в последние годы выявлен ряд жильных месторождений кварцевой формации, пока не оцененных. Баджальский район, в пределах хребта одноименного названия, представляет значительный интерес как по общей геологической позиции, так и по находкам олова в коренном залегании. Оруденение представлено кварцевыми жилами, содержащими олово от сотых долей до 2 %.

Сихотэ-Алинская оловорудная зона занимает почти всю территорию Приморского края, а на севере захватывает и территорию Хабаровского края. В пределах зоны выделяются шесть рудных

районов: Кавалеровский, Верхне-Иманский, Арму-Иманский, Фурмановский, Верхне-Бикинский и Северо-Сихотэалинский.

Наиболее крупным оловорудным районом является Кавалеровский, где сосредоточены все основные месторождения зоны — Дальнегорское, Хрустальненское, Арсеньевское, Левицкое, Верхнее, и ряд более мелких — Силинское, Перевальное, Лиственное и др.

Рудное поле Дальнегорского месторождения сложено осадочными породами, прорванными штоком гранодиорит-порфиров и многочисленными дайками порфиров и порфиритов. Рудные тела представлены жилами и минерализованными зонами дробления и располагаются вблизи контакта с интрузивом вдоль зон разлома субмеридионального направления. Промышленное значение имеют тела мощностью от 0,1 до 4 м. Месторождение относится к касситерит-силикатной формации и силикатному геолого-промышленному типу. На продолжении месторождения к западу находится месторождение Верхнее, где оруденение имеет штокверковый характер и сосредоточено в двух зонах мощностью до 10—12 м.

Несколько восточнее находится Хрустальненское месторождение, рудные тела которого представлены серией жил, приуроченных к мощной зоне разлома северо-восточного простирания. Основные жилы прослеживаются на глубину более 700 м при мощности 0,15—0,85 м, а в раздувах и больше. Месторождение, как и Рудное, относится к тем же формациям и типу.

Арсеньевское месторождение расположено к западу от Дальнегорского месторождения и также относится к силикатному типу. Оруденение представлено серией жил и минерализованных зон дробления мощностью 0,1—1,5 м. Жилы сосредоточены сериями, с глубиной их количество увеличивается. Левицкое месторождение находится северо-западнее Хрустальненского и представлено типичными жилами выполнения трещин мощностью 0,5—1,3 м. Оруденение столбообразное, до глубины 200—250 м оловянно-полиметаллическое, глубже — собственно касситеритовое, относящееся к касситерит-силикатной формации.

Верхне-Иманский район непосредственно с севера граничит с Кавалеровским. Рудоносные площади обычно выходят в окнах, образуемых эффузивами, причем последние являются экраном для оруденения. Месторождения обычно оловянно-полиметаллические и относятся к сульфидному геолого-промышленному типу. Имеется ряд месторождений промышленного значения, в том числе Смирновское и Дальнее.

Смирновское месторождение связано с гранитоидами, прорывающими осадочные породы верхнего палеозоя — мезозоя и эффузивно-осадочные образования верхнего мела. Оруденение представлено свитами жил, приуроченными к крутопадающим разломам. Мощность жил 0,2—0,4 м. Руды оловянно-полиметаллические, тонковкрапленные. Расположенное на западном склоне Сихотэ-Алиня месторождение Дальнее находится в поле развития осадочных образований нижнего мела. Оруденение приурочено к сбросу и

оперяющим его трещинам. Рудные тела — минерализованные зоны дробления, а также жилы мощностью 0,85—7,3 м.

Еще севернее расположен Арму-Иманский рудный район. Оловянное оруденение связывается там с киммерийскими и позднемеловыми интрузиями. Наиболее крупные месторождения района Дальне-Таежное и Тернистое. Кроме того, есть месторождение достаточно крупное, но сложенное труднообогатимыми сульфидными рудами (Зимнее).

На наиболее крупном Дальне-Таежном месторождении рудные тела представлены минерализованными зонами дробления и брекчирования, реже жилами выполнения. Мощность зон 5—6 м, в раздувах до 25—30 м, мощность жил 0,5—0,8 м. В небольших количествах в рудах присутствуют свинец и цинк, в связи с чем они труднообогатимы. Месторождение относится к сульфидному типу. Тернистое месторождение расположено в 40 км от Дальне-Таежного. Оруденение на нем представлено в виде крутопадающих минерализованных зон дробления, вмещающих рудные тела. Мощность рудных тел 0,3—3,38 м.

В находящемся в южной части Сихотэ-Алиня Фурмановском районе известно несколько месторождений — Нижнее, Юбилейное, Лучистое и ряд рудопроявлений. Оценено пока только месторождение Нижнее, на котором выявлен ряд рудных тел, расположенных в палеозойских осадочных породах и совпадающих с направлением складчатости. Интерес представляют зоны минерализации, имеющие мощность от 3 до 11,2 м.

В Верхне-Бикинском районе у северной границы с Хабаровским краем за последние годы выявлен ряд рудопроявлений; но они пока оценки не получили.

В Северо-Сихотэалинском районе, расположенном в верховьях рек Коппи и Бутту (120—130 км западнее Советской Гавани), также известен ряд рудопроявлений, представленных кварцевыми жилами мощностью до 1,5 м, содержащими 0,34—5,59 % олова.

Крайне интересными являются данные о наличии оловорудных месторождений на Камчатке. Так, в северной части Камчатского перешейка в верхнем течении р. Ункельваям в контакте ункельваямской толщи, представленной эффузивами эоцена, липаритов олигоцена и терригенной толщи верхнего мела со штоками кварцдиоритовых порфиритов среднего миоцена выявлен ряд участков с минерализованными зонами и жилами. Мощность зон до 3 м, содержание олова в них от 0,55 до 2 %.

Месторождения олова Японии расположены на островах Хонсю и Кюсю. Возраст месторождений позднетретичный. Месторождение Акенобе на о. Хонсю представлено сульфидными рудами, содержащими 1,5—1,9 % олова. На о. Кюсю развиты скарновые руды с касситеритом. Общие запасы олова невелики.

Незначительные месторождения олова известны в Южной Корее. Одно из них — месторождение Самгунни в провинции Канвогдо — приурочено к зоне контакта гранитов со сланцами. Зона с промышленным оруденением имеет мощность до 3 м.

Основные месторождения олова КНР сосредоточены на юге страны, где они объединяются в Южно-Китайскую оловоносную провинцию, протягивающуюся вдоль Тихоокеанского побережья от границы с СРВ до Тайваньского пролива. Провинция приурочена к восточной части платформы, а не к области мезозойской складчатости, что характерно для оловянных и оловянно-вольфрамовых месторождений других районов Тихоокеанского пояса. В ее пределах выделяются три рудных пояса — Приморский, тянущийся вдоль побережья в пределах Катазиатского антиклинория, Наньнинский, занимающий часть провинции Хунань, Цзянси и Гуанси-Чжуанского автономного района и располагающийся в пределах платформенного чехла на Южно-Китайской платформе, и Юго-Западный, имеющий северо-западное простирание и размещающийся в провинции Юньнань.

Все оловянные и оловянно-вольфрамовые месторождения провинции связываются с интрузиями яньшаньского магматического цикла (средняя юра — верхний мел). Вмещающие оруденение породы карбонатные, что обусловило преобладание месторождений скарнового типа. Основные россыпные месторождения связаны с разрушением указанных скарновых месторождений.

Основные (80 %) запасы олова в КНР сосредоточены в Юго-Западном поясе, в частности в рудном районе Гэцзю. Общее количество олова, добытого в этом районе, оценивается в 500 тыс. т. Наиболее распространены там скарновые рудные месторождения. Месторождения касситерит-кварцевой формации развиты тоже довольно широко, но их значение как оловянных сравнительно невелико: из них получают значительное количество вольфрама (см. главу VII). Месторождения касситерит-сульфидной формации имеют подчиненное значение. Несмотря на значительное количество рудных оловянных месторождений в районе, почти 2/3 запасов этого металла приходится на долю россыпей.

Основные месторождения рудного района Гэцзю расположены в 7—15 км на юго-восток от главного гранитного массива около крупного меридионального сброса. Наиболее крупные из них месторождения Малагэ и Суншуцзяо в северной части района и Лаочан и Кафан — в южной.

Месторождение Лаочан приурочено к известнякам, прорываемым штоком или мощной дайкой биотитовых гранитов. Оруденение контролируется системой сбросов, причем наиболее крупные рудные тела находятся на их пересечении. Длина рудных тел по простиранию 150—300 м при глубине развития 300—500 м и до 2000 м. Встречаются штокверковое оруденение, а также рудные скарны. Содержание олова в рудах около 1 %, цинка 0,1—1,0 %, меди 0,1—1,8 %, трехокиси вольфрама 0,02 %, в скарнах в небольшом количестве присутствует молибден. Россыпи в районе месторождения занимают площадь в 10 км^2 при мощности рыхлых отложений до 30 м. Среднее содержание в них олова около 1000 г/м^3. Расположенное южнее месторождение Кафан представлено окисленными рудами с содержанием олова 0,5—1 %. Длина

рудных тел по простиранию 800—1000 м, мощность около 3 м. В первичных сульфидных рудах содержание олова 1,5 % и даже достигает 10 %.

Месторождение Суншуцзяо также представлено окисленными и сульфидными рудами, дающими линзообразные залежи в зоне длиной 1000 м. Рудные тела имеют длину по простиранию 35—50 м и по падению 200 м. Мощность их до 20 м, но в среднем составляет 6—7 м. Содержание олова 1,2 % в сульфидных и до 2 % в окисленных рудах. В пределах месторождения широко развиты россыпи площадью от 0,5 до 3,5 км², мощность продуктивных пород от 2—3 до 20—30 м. Содержание олова в россыпях 700—1400 г/м³.

В северо-западной части провинции Цзянси известен рудный район Хэчи-Наньдань с довольно крупным оловянно-полиметаллическим месторождением Таачан. Широко развитые там касситерит-сульфидные жилы и скарновые залежи приурочены к известнякам девона, имеются также и оруденелые зоны дробления в сланцах девона. Общая протяженность рудного поля 5 км. В пределах месторождения разведана 21 жила средней мощностью 0,4 м с содержанием олова 2,2 %, свинца 4—6 % и цинка до 12 %. Содержание олова в зонах дробления 0,2—0,3 %.

В северо-западной части Гуанси-Чжуанского района находится месторождение Лиму, представленное свитой кулисообразно залегающих кварцевых жил с оловом и вольфрамом. Длина рудной зоны 600 м, мощность 300 м. Жилы имеют длину по простиранию 100—200 м и мощность 0,2—0,3 м. Содержание олова 1,1—1,2 %, трехокиси вольфрама 0,4—1,8 %. На другом участке месторождения в аналогичных жилах содержится 0,4—1 % олова и до 2,5 % трехокиси вольфрама. В этом районе широко развиты россыпи суммарной площадью 107 км² с содержанием касситерита от 370 до 1000—1200 г/м³.

Оловорудные и россыпные месторождения известны в провинциях Гуандун и Хунань.

Оловоносный район Пиа-Оак находится в СРВ в районе верхнемелового гранитного интрузива того же названия, имеющего площадь около 20 км² и прорывающего палеозойские и триасовые осадочные и вулканогенно-осадочные образования. Рудные месторождения располагаются как во вмещающих интрузив породах, так и в самих гранитах и представлены зонами грейзенизации (в гранитах), штокверковыми телами из мелких прожилков и секущих кварцевых жил. В рудоносных кварцевых жилах содержатся касситерит, вольфрамит, шеелит, пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит, висмут. Содержание олова от 1,5 до 5 %. Основную промышленную ценность составляют россыпи.

В центре Лаоса к северу от г. Тхаккэк расположено месторождение Фон-Тиу, представленное мощными телами замещения в карбоновых известняках, прорванных более молодыми гранитами. Касситерит в рудах находится совместно с магнетитом и сульфидами, содержание олова в руде 0,4—0,5 %. Запасы олова на этом месторождении оцениваются в 50—70 тыс. т.

Все месторождения олова в Бирмано-Малайском оловоносном поясе связаны с интрузиями двуслюдистых гранитов верхнемелового возраста и обычно локализуются в песчано-сланцевых отложениях в экзоконтакте гранитных массивов, но иногда и в эндоконтакте интрузии. Коренные месторождения этого пояса изучены слабо, основная добыча ведется из россыпей.

Оловорудные месторождения относятся в основном к касситерит-кварцевой и касситерит-сульфидной формациям и образуют штокверковые зоны или зоны вкрапленного оруденения и жилы. Большинство россыпей находятся вблизи от коренных месторождений и имеют плейстоценовый возраст. Мощность аллювиальных россыпей достигает 20—30 м, наиболее обогащена касситеритом их приплотиковая часть.

Наиболее крупным рудным месторождением Бирмы является месторождение Маучи, находящееся в 250 км к северо-востоку от Рангуна. Рудное поле сложено осадочными породами триаса, прорываемыми биотитовыми гранитами. Всего известно около 60 касситерит-вольфрамит-кварцевых жил северо-восточного простирания мощностью от 5—10 см до 1,5 м (в среднем 1,2 м), содержащих кроме касситерита и вольфрамита, шеелит, арсенопирит, пирит, халькопирит, галенит, висмут. Жилы имеют протяженность по простиранию до 500 м, на глубину они прослеживаются до 200 м. Среднее содержание олова на месторождении 1,2 %, трехокиси вольфрама 1,43 %.

В рудном районе Тавой, расположенном на юге страны, известно около 100 оловянно-вольфрамовых месторождений обычно жильного типа. На одном из крупных таких месторождений — Терминчин — известно около 100 жил протяженностью 165—365 м и мощностью 0,25—1,65 м. Жилы обычно кварцевые со слюдистой оторочкой (мусковит), содержат касситерит, вольфрамит и арсенопирит. Среднее содержание олова 0,4—0,5 %, трехокиси вольфрама 0,8—1,0 %.

Наибольшее количество мезо-кайнозойских россыпных месторождений олова сосредоточено на сравнительно небольшом отрезке Тихоокеанского складчатого пояса, простирающемся от южной части КНР через Бирму, Лаос, Таиланд и Малайзию вплоть до Индонезии. Общие запасы олова, включая добытое, на этой территории оцениваются в 8,5 млн. т, из которых 6,6 млн. т приходится на долю россыпей. В литературе северная часть этой полосы (без юга КНР) именуется Бирмано-Малайским поясом, а самая южная — Индонезийским.

Россыпные месторождения представлены несколькими типами, среди которых первое место занимают аллювиальные или аллювиально-делювиальные россыпи высоких уровней древнечетвертичного времени и современные аллювиальные россыпи. Большое промышленное значение имеют также россыпи древних долин и пло-

ских водоразделов, погруженных под уровень моря и перекрытых прибрежными морскими отложениями, а иногда и коралловыми постройками. Известны также прибрежно-морские россыпи высоких террас, образовавшихся в результате размыва оловоносных пород при трансгрессиях моря в неогеновое время. Меньшее значение имеют элювиальные россыпи, хотя они обычно отличаются более высоким содержанием олова.

Индонезийский оловоносный пояс идет вдоль цепи островов Бинтан, Б. Каримун, Кундур, архипелага Линга, Синкеп, Банка, Белитунг. За время эксплуатации здесь добыто около 1,5 млн. т олова. Бóльшая часть запасов находится в элювиальных и прибрежных (морских и погребенных аллювиальных) россыпях. Рудные месторождения Индонезии не разрабатываются и изучены слабо. Они относятся к касситерит-кварцевой и касситерит-сульфидной формациям и представлены жильными или штокверковыми телами. Имеются также пластовые жилы и минерализованные зоны.

Основные оловорудные месторождения восточной части Тихоокеанского складчатого пояса находятся в Боливии, где они развиты в полосе длиной 1000 км при ширине 100—200 км, протягивающейся в близком к меридиональному направлении вдоль так называемого палеозойского блока Центральных и Восточных Кордильер и заходящей на территорию Северной Аргентины, где известны оловорудные месторождения. Палеозойский блок сложен песчано-сланцевыми образованиями ордовика, силура и девона, которые несогласно перекрываются породами мелового возраста; все породы прорваны различными интрузиями гранитоидного состава, а также эффузивными телами.

Ф. К. Шипулин и В. Н. Казанский [48] и ряд других авторов среди оловорудных месторождений Боливии выделяют два генетических типа. К первому типу относятся наиболее крупные месторождения; обычно они принадлежат к касситерит-сульфидной формации и сульфидному геолого-промышленному типу, и образование их связывается с малыми интрузивами и субвулканическими телами, сложенными породами преимущественно среднего состава, вероятно, происходящими из глубинных очагов основной магмы. Обычно эти месторождения приурочены к субширотным разломам и имеют миоцен-плиоценовый возраст. Второй тип месторождений, развитый в северной части страны, представлен кварцевыми жилами с касситеритом и вольфрамитом и связан с гранитоидными интрузиями триас-юрского возраста.

Наиболее крупные месторождения Боливии находятся в средней части оловянного пояса между двумя зонами широтных разломов Ариле-Элбоу на севере и Севаруйо-Потоси на юге. К северной зоне разломов тяготеют рудные районы Вилоко и Караколес, к южной — рудный район Потоси. Между ними находятся месторождения Сан-Хосе, Морококала, Уануни и Лаллагуа. Рудные тела месторождений размещаются или в штоках субвулканогенных интрузий, переходя на глубине во вмещающие породы, или

в зонах нарушений среди палеозойских пород вне связи с интрузивными телами.

Из рудных минералов наиболее развиты пирит, пирротин, сфалерит, галенит, халькопирит, касситерит, вольфрамит, висмутин, арсенопирит и др. Для всех месторождений характерны дорудные изменения — хлоритизация, серицитизация, каолинизация, а также окварцевание, связанное с процессом рудоотложения.

В рудном районе Вилоко развиты рудные тела двух типов: кварцевые жилы с вольфрамитом и молибденитом, находящиеся в ороговикованных сланцах и песчаниках девона в 2 км от контакта с гранодиоритами массива Кимса-Крус, и касситерит-сульфидное оруденение в зонах рассланцевания, представленное системой касситерит-турмалин-сульфидных жилок в большем удалении от контакта. Оруденение неравномерное и дает рудные столбы. Так, рудный столб жилы Принсипаль имеет длину по простиранию 500 м при мощности 1,5 м и прослеженности по вертикали на 550 м. Содержание олова в нем до 6 %. Содержание олова в других телах колеблется от 0,15 до 15 %. На месторождении за последние 60 лет добыто около 50 тыс. т олова.

В рудном районе Караколес выявлено несколько сот рудных жил с касситеритом и вольфрамитом, которые залегают как среди силурийских песчано-сланцевых пород, так и среди гранодиоритов. Они локализуются в сколовых трещинах. Рудные минералы представлены касситеритом, пиритом и висмутином с примесью вольфрамита. Среднее содержание олова в руде 1,7 %.

Месторождение Потоси в одноименном рудном районе, являющееся одним из наиболее крупных в стране, приурочено к штоку кварцевых порфиров-дацитов миоценового возраста, прорывающему ордовикские песчано-сланцевые породы. Месторождение представляет собой крупный штокверк, содержащий значительное число рудных зон и жил северо-северо-восточного простирания при среднем содержании олова в минерализованных зонах 0,5 % (при 300 г/т серебра), а в жилах 1,3 %. Общие запасы олова составляют около 110 тыс. т.

Месторождение Лаллагуа приурочено к штоку Салвадоре, представляющему собой жерло вулкана, выполненное порфиритами и порфиритовыми брекчиями. Площадь штока уменьшается с глубиной от 1700×1050 м вверху до 1000×700 м внизу. Оруденение концентрируется в рудных жилах и имеет столбовое распределение, причем в отдельных столбах содержание олова составляет 25 %.

Рядом с Лаллагуа находится месторождение Сигло-XX, приуроченное к штоку кварцевых порфиров миоценового возраста. Многочисленные рудные жилы в основном северо-восточного простирания обычно находятся в пределах штока и относятся к сульфидному типу. Общие запасы месторождений Лаллагуа и Сигло-XX около 50 тыс. т при содержании олова в руде около 0,6—0,8 %, а с учетом выработанных руд 160 тыс. т.

К штокам, сложенным измененными кварц-латитовыми порфирами и представляющими, по-видимому, жерла вулканов, приурочено оруденение на месторождении Оруро. Кроме порфиров здесь развиты зоны брекчий в песчаниках и сланцах силура. Рудная зона имеет длину до 2 км. В ней находятся четыре крупные группы рудных жил. В зонах контакта порфиров со сланцами и в дорудных брекчиях оруденение богаче, чем в сланцах, где мощность жил уменьшается, а сами они разветвляются. Рудные минералы представлены касситеритом, сфалеритом, галенитом и рядом минералов серебра. За период отработки месторождения в 200 лет здесь добыто более 30 тыс. т олова. Содержание олова в настоящее время около 1,7 %, свинца до 15 %, содержание серебра очень высокое и достигает 8 кг/т.

В северной части Боливии известны пегматитовые месторождения. Пегматитовые тела имеют небольшую мощность (1—3 м) и пригодны для эксплуатации лишь на отдельных участках, обогащенных касситеритом, где содержание олова достигает 1 %. Кроме касситерита в пегматитах довольно много станнина, сфалерита, пирита и халькопирита. В последние годы в Боливии стали обращать внимание на бедные руды, дающие довольно крупные штокверки размером до 1—2 км^2, но содержащие 0,2—0,3 %, реже до 0,6 % олова. Они приурочены к стратовулканическим порфировым штокам и представлены прожилково-вкрапленным оруденением в гидротермально измененных породах (серицитизированных, пропилитизированных и силицитизированных). Будучи похожими по геологической обстановке на меднопорфировые месторождения они получили название оловяннопорфировых. Такие месторождения имеются в районах Оруро, Потоси и Лаллагуа, причем запасы олова в двух последних районах составляют около 130 тыс. т. Общие запасы олова в Боливии оцениваются в 1150 тыс. т.

Кроме описанных выше коренных, в Боливии известны и россыпные месторождения. Так, в бассейне рек Антакера и Авикайя (330 км к югу от г. Ла-Пас) россыпи содержат 37 тыс. т олова при содержании его около 0,5 кг/м^3, а в бассейне р. Эл-Родео 48 тыс. т при содержании его 0,2 кг/м^3.

В Аргентине месторождения олова известны в ее северной части, в провинции Жужуй. Здесь находятся месторождение Пиркви-тас и его продолжение месторождение Серро-Галан, где оруденение представлено касситерит-сульфидными жилами, содержащими до 8—10 % олова. Месторождения в значительной мере выработаны.

Месторождения олова в Перу — Серро-Влиедадо в районе г. Куско и Тамбильос на севере страны — представлены рудными жилами мощностью 0,4—0,5 м и протяженностью 100—600 м, содержащими полиметаллические руды с 0,6—0,7 % олова.

В США в последние годы выявлено и разведано месторождение Лост-Ривер на Аляске, находящееся на полуострове Сьюард в 135 км к северо-западу от г. Ном. Оруденение на месторождении связывается со штоками измененных биотитовых гранитов и локализуется как в них, так и в рассланцованных дайках риолитов. Руды оловянно-вольфрамовые с флюоритом и сульфидами. На месторождении выявлено несколько рудных зон, из которых наиболее крупной является пологопадающая зона № 1, мощность которой достигает в отдельных местах 60 м. Среднее содержание в руде олова 0,286 %, трехокиси вольфрама 0,038 % и флюорита 14,5 %. Запасы олова определены в 53 тыс. т.

Незначительные месторождения олова имеются также в шт. Новая Мексика. Представлены они гнездами и прожилками с деревянистым оловом в третичных эффузивах и небольшими россыпями.

Помимо месторождений олова в Тихоокеанском поясе последние известны также в зонах мезозойской тектоно-магматической активизации, которая наиболее изучена в пределах СССР в Восточном Забайкалье. Эта активизация проявилась там возобновлением тектонических движений по глубинным зонам разлома и внедрением малых интрузий мезозойских гранитоидов, несущих как вольфрамовое и молибденовое оруденение, так и оловянное. Эти движения и интрузии начали проявляться одновременно с начальными этапами формирования Тихоокеанского складчатого пояса.

Все тектонические структуры, созданные в период активизации, располагаются почти перпендикулярно к направлению складчатости Тихоокеанского пояса. Начинаясь от границы с ним на востоке в районе Хингано-Буреинского массива, зона активизации протягивается на запад вдоль южной границы Алданского щита и юго-восточной оконечности Сибирской платформы. На меридиане оз. Байкал эта зона отклоняется к югу и уходит на территорию Монголии, не появляясь больше в СССР. Указанная зона совпадает с Монголо-Охотским поясом А. Е. Ферсмана.

В СССР на этой территории известно Шерловогорское месторождение и не имеющие промышленного значения из-за низкого содержания олова — Тарбальджайское штокверковое (0,10 % олова), Ингодинское (0,13 % олова) и Лево-Ингодинское (0,12 % олова) жильные.

Шерловогорское месторождение приурочено к мощной зоне нарушений, идущей по контакту мезозойских кварцевых порфиров и их туфов с палеозойскими порфиритами, и находится среди поля развития первых в виде штокверковой залежи, распространяющейся на глубину до 300 м. Месторождение относится к касситерит-сульфидному типу. Оруденение несут кварц-турмалиновые и кварц-сульфидные прожилки; в виде тонкой вкрапленности касситерита олово присутствует также и во вмещающих прожилки породах. В брекчированных зонах, рассекающих площадь штокверка, оруденение более богатое. Содержание олова составляет от 0,02 до 0,22 %, свинца и цинка до 0,7—0,8 % каждого; кроме штокверковых залежей сопки Большой и Аплитового отрога, известно жильное оруденение на Кварцево-Турмалиновом отроге. В этом

районе довольно широко развиты россыпи, содержащие от 300 до 600 г/м³ олова.

К Восточно-Забайкальской зоне активизации относятся оловорудные месторождения Монгольской Народной Республики, расположенные в восточной и южной частях страны и генетически связанные с мезозойскими гранитоидными интрузиями. Оловоносность связана в основном с юрским модотинским интрузивным комплексом, характеризующимся оловянным и вольфрамовым оруденением, в меньшей степени — с триасовыми гранитоидными интрузиями.

В последнем случае она проявлена в виде пегматитовых жил с крупными кристаллами касситерита, не дающими промышленных скоплений. Небольшое оловянное оруденение известно в позднегерцинских гранитах Южно-Монгольской складчатой зоны. Представлено оно кварцевыми жилами с касситеритом в песчано-сланцевых образованиях пермо-карбона.

В модотинском комплексе оловянное оруденение связано с жилами: кварц-касситеритовыми с топазом (Баин-Мод), кварц-полевошпатовыми (Абдуранту), кварц-гранатовыми с касситеритом (Чулуту-Бакан), кварц-касситерит-вольфрамовыми (Нижний Кумар, Цзундортагол), кварц-касситерит-сульфидными (Модото) и др.

Имеются также данные о проявлении оловянного оруденения, связанного с проявлением мезозойской активизации в Западной Африке. Однако эти данные еще недостаточно обоснованы. Вообще надо подчеркнуть, что роль оловянного оруденения в процессах мезозойской активизации последнее время значительно преувеличивалась.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Наиболее примечательными в Европе являются оловянные месторождения Корнуолл в Великобритании, приуроченные к контакту осадочных и эффузивно-осадочных пород палеозоя с пермо-карбоновыми порфировидными гранитами, находящимися в северо-западной части Арморикансного срединного массива. В основном месторождения относятся к касситерит-силикатной и касситерит-сульфидной формациям.

Крупные запасы олова были сосредоточены в горнорудном районе Редрут-Кэтборн-Сеинт-Дэй, находящемся на западе Корнуолла, где добыто около 1 млн. т олова, т. е. 1/2 из общей добычи в Корнуолле. Самым крупным месторождением здесь является месторождение Долкоатс, приуроченное к северной окраине гранитного массива Карн-Бри. Всего в рудном поле известно около 15 жил средней мощностью около 1 м. При этом в верхней части крупных жил (Главная, Южная) развито медное оруденение, с глубиной сменяющееся медно-оловянным и собственно оловянным. Жила Главная имеет мощность от 3,5 в верхней части до 5,5 м в нижней, с раздувами до 12,5 м. Оловянное оруденение прослежено на глубину до 1000 м, причем на этой глубине оруденение не промышленное. Месторождение Саус-Крофти также представлено 15 жилами, залегающими в метаморфизованных породах.

Второй по запасам (с учетом отработанных) район Корнуолла Сеинт-Джаст в настоящее время представлен одним месторождением Дживор, оруденение в котором сосредоточено в серии довольно мелких минерализованных жил.

В последние годы в пределах старых рудников Уил-Джейн и Уэст-Уил-Джейн на глубине около 300 м разведана пологопадающая рудная зона, представленная жилами в породах нижнего девона и прослеженная на 3 км. Среднее содержание олова 1,25 %, запасы порядка 60 тыс. т. Рудная зона мощностью около 14 м, прослеживающаяся по простиранию на 1 км и по падению на 450 м при содержании олова 1,37 %, выявлена также в районе старого рудника Маунт-Уелингтон. Запасы олова этого нового месторождения оцениваются в 45—50 тыс. т. Разведуется также месторождение Пендрарайвз около действующего рудника Саус-Крофти.

Месторождения Франции, находящиеся в Бретани и связанные с герцинскими интрузиями, являются продолжением Корнуоллского пояса Англии и находятся на противоположном конце Арморикансного массива. Известное здесь месторождение Аббаретц представлено кварц-касситеритовыми жилами с халькопиритом, формирующими штокверковую зону в турмалиновых грейзенах среди силурийских сланцев. Из-за низкого (0,12 %) содержания олова в рудах месторождение не разрабатывается.

Оловянные месторождения Чешского массива расположены в основном в северной его части и принадлежат грейзеновому и касситерит-кварцевому типам касситерит-кварцевой формации. Формирование их связано с позднегерцинским временем. Месторождения локализуются обычно по периферии Чешского массива в пределах Рудных гор, образуя зону протяженностью 140 км при ширине до 50 км. Известны они и южнее этой зоны в Славковском Лесу в Чехословакии и севернее в Фогтланде в ГДР.

Основное промышленное значение имеют месторождения грейзенового типа. Оруденение там обычно тяготеет к купольным частям небольших интрузивов в их эндоконтактовых и экзоконтактовых зонах. Наиболее крупными являются месторождения Циновец (Циннвальд), Альтенберг, Эренфридерсдорф в Рудных горах и месторождения штоков Губского и Шнэда в Славковском Лесу.

Месторождение Циновец связано со штоком гранитоидов, вытянутым в субмеридиональном направлении и сложенным гранит-порфирами и среднезернистым гранитом, который прорывает нижнекарбоновые кварцевые порфиры. Оруденение на месторождении представлено жилами пологого и крутого падения в верхней части месторождения и зонами грейзенов, расположенных под жилами. Жилы имеют мощность 0,3—1 м и содержат касситерит и вольфрамит. Зоны грейзенов имеют пологое падение при мощности, достигающей 20—30 м, и протяженности на глубину в сотни метров.

В 20 км к северу в аналогичной геологической обстановке на-

ходится месторождение Альтенберг. Оловянное оруденение здесь приурочено к апикальной части штока герцинских гранитов, прорывающих указанные выше кварцевые породы. В верхней части месторождения ранее разрабатывались богатые касситерит-кварцевые жилы, в настоящее время руды добываются из залегающего глубже рудного грейзена, образующего тело размером 250×350 м. Грейзен состоит из кварца, слюды и топаза с касситеритом, в подчиненном количестве встречаются вольфрамит, молибденит, висмут и ряд сульфидов.

Месторождение Эренфридерсдорф находится в средней части Рудных гор и представлено кварцевыми жилами, находящимися в гнейсово-сланцевой толще и частично в гранитах. Мощность жил от 0,6 до 2—3 м. Оруденение связано как с жилами, так и с оторочками во вмещающих породах. В выступах гранита под жильными телами находятся грейзеновые рудные тела, имеющие длину до 400 м при мощности 5—25 м.

В СССР оловянное оруденение промышленного значения, имеющее герцинский возраст и относимое к касситерит-кварцевому (иногда с вольфрамом) типу, развито на Северном Тянь-Шане в пределах Киргизской ССР. Встречены также проявления олова на простирании этой зоны к западу — в Зеравшано-Гиссарском районе Таджикистана и в Зирабулак-Зиаэтдинских горах Узбекистана.

Оловорудные месторождения Киргизии сконцентрированы в двух рудных районах — Учкошконском (Западном) и Иныльчекском (Восточном). В Учкошконском районе месторождения приурочены к северной окраине большого массива амфибол-биотитовых гранитов, а в Иныльчекском — к внутренним частям и экзоконтактовым оторочкам небольших гранитоидных тел верхнепалеозойского возраста.

Площадь месторождения Учкошкон сложена ороговикованными терригенными породами среднего карбона, прорванными дайками жильных дериватов гранитной магмы и апофизами Акшийряк-Сарыджаского интрузивного массива, в экзоконтакте которого и расположено месторождение. Рудные тела представлены кварц-турмалин-касситеритовыми жилами, которые вблизи контакта с гранитами частично скарнированы. На месторождении известен ряд тел мощностью от 0,1—0,2 до 12 м в раздувах. В последнее время там выявлена довольно крупная зона штокверкового оруденения. Недалеко от указанного месторождения находятся два более мелких месторождения — Сары-Булак и Темир-Таш. Они расположены также в экзоконтактовой зоне, но в известняках верхнего девона — нижнего карбона. На каждом из них выявлено по одному трубообразному рудному телу, содержащему 0,54—1,32 % олова и до 4 % свинца и цинка.

Наиболее крупным месторождением Иныльчекского района является месторождение Трудовое, рудные тела которого располагаются как в мраморизованных известняках и роговиках верхнего силура, так и в прорывающих их ташкоринских биотитовых

порфировидных гранитах. На месторождении выявлен ряд рудных тел мощностью от 0,3 до 12 м. Содержание олова колеблется от 0,05 до 3 % и более. В рудах присутствует вольфрам в виде шеелита. На месторождении Ташкоро-Суходол выявлен ряд рудных тел мощностью 0,5—2,5 м. Содержание олова от 0,4 до 1,5 %, трехокиси вольфрама от 0,3 до 0,6 %. На месторождении Ак-Джайляу рудные тела представлены межпластовыми залежами в сланцево-известняковой толще силура, вблизи контакта с гранитами. Всего здесь насчитывается 20 рудных тел мощностью от 0,5 до 12 м.

Оловорудные месторождения Австралии локализуются в основном в Тасманской складчатой зоне палеозойского возраста и известны в штатах Квинсленд, Новый Южный Уэльс и на о. Тасмания.

На северо-западе Тасмании известен ряд оловорудных месторождений, наиболее крупными из которых являются Ренисон-Белл и Маунт-Кливленд. Месторождение Ренисон-Белл представлено тремя пологопадающими рудными телами, согласными с вмещающей их красноцветной толщей кембрия и сложенными в основном пирротином, пиритом и кварцем. Рудные залежи имеют пластообразную форму при мощности от 8 до 15 м, приурочены к горизонтам, сложенным доломитами. Касситерит образует мелкие кристаллы, включенные в кварц или сульфиды. Содержание касситерита в рудах близко к 1 %. Общие запасы олова на месторождении оцениваются в 105 тыс. т.

На месторождении Маунт-Кливленд среди кембрийских вулканогенно-осадочных пород согласно с ними залегают оловянно-медные рудные тела, приуроченные к тонкослоистым карбонатно-глинистым сланцам. Рудные минералы приурочены обычно к доломитовым прослоям и представлены сульфидами — пирротином, пиритом, халькопиритом, марказитом, арсенопиритом, сфалеритом и станнином, присутствует также касситерит и вольфрамит. Среднее содержание олова в рудных телах 0,80 %, меди 0,43 %. Запасы олова оцениваются в 30 тыс. т. В последние годы начата разведка нового оловянно-полиметаллического месторождения Зиан, где руды кроме касситерита содержат свинец, цинк и серебро. Содержание олова 0,8—1,6 %. В рудах много станнина.

В. Л. Барсуков [1] полагает, что оловянное оруденение в данном случае не является одновозрастным с полиметаллическим, а обусловлено более молодыми магматическими проявлениями среднего и кислого состава и связанными с ними постмагматическими процессами. При этом, по его мнению, известную роль в концентрации олова в кембрийских колчеданных месторождениях играло наличие доломитов и существенно пирротиновый состав руд.

В Квинсленде основные оловорудные месторождения связаны с нижнекарбоновым интрузивным циклом и представлены в основном касситерит-сульфидным типом, хотя встречаются месторождения и более высокотемпературные, касситерит-кварцевые. К первому типу относится оловорудное поле Гербертон, в пределах которого оруденение развито в осадочных породах силура —

девона вблизи контакта с гранитами и в редких случаях непосредственно в гранитах. Рудные тела жильного типа со столбообразным распределением оруденения. Рудные минералы — касситерит, галенит, халькопирит, висмутин. В рудном поле Куктаун оруденение локализуется непосредственно в гранитах и представлено кварц-турмалиновыми и кварц-полевошпатовыми жилами с касситеритом.

В Новом Южном Уэльсе выделяется ряд рудных полей: Торрингтон, Эммавил и Ардлтан. В первом из них оруденение связано с гранитами, прорывающими пермские вулканогенно-осадочные породы, приурочиваясь к кварцевым жилам в экзоконтакте гранитов. В поле Эммавил оруденение более низкотемпературное и имеет жильный и штокверковый характер.

Наиболее крупным месторождением в штате является месторождение Ардлтан. Оно находится в поле развития палеозойских осадочных образований, прорываемых нижнекарбоновыми гранитами и гранодиоритами, с которыми связывается оруденение. Месторождение относится к кварц-касситеритовой формации. Общие запасы месторождения около 20 тыс. т при среднем содержании олова около 0,6 %. В районах всех описанных месторождений имеются россыпи, которые интенсивно отрабатываются.

Месторождения олова, относящиеся к герцинскому металлогеническому циклу, известны также в Северной Америке — в Аппалачской складчатой области, обрамляющей с юго-востока Северо-Американскую платформу. Оловорудные проявления в этой области, по данным С. Ф. Лугова, представлены различными типами: оловоносными пегматитами, а также касситерит-кварцевой и касситерит-силикатной формациями. Промышленного значения две первые формации не имеют и интерес представляют только месторождения касситерит-силикатной формации или силикатного геолого-промышленного типа.

К последним относится крупное месторождение Маунт-Плезант, расположенное на юге провинции Нью-Брансуик в Канаде. Рудное поле месторождения сложено в основном каменноугольными вулканическими породами, представленными потоками кислых и средних лав. Породы эти интенсивно окварцованы и брекчированы и на 80 % состоят из кварца. Оруденение приурочено к каолинизированным дайкам микрогранитов близкого к широтному направления, а также к зонам брекчирования в окварцованных и хлоритизированных породах. В целом оно образует штокверковую зону, сложенную грейзенами с топазом, флюоритом, касситеритом, вольфрамитом, молибденитом и арсенопиритом. На штокверк накладывается оруденение в виде кварцевых жил с касситеритом и с более поздним сфалеритом и галенитом. Наиболее крупной на месторождении является рудная зона № 1 мощностью 2—6 м, прослеженная по простиранию на 600 м и на глубину 170 м при среднем содержании олова 0,6 %. Руды месторождения представлены четырьмя типами: касситерит-сульфидным, являющимся основным, кварц-флюорит-касситеритовым, грейзеновым и свинцово-цинковым. Выявленные на месторождении запасы олова составляют 16,5 тыс. т при содержании его в руде 0,55 % (3 млн. т руды) и при содержании цинка 1,86 %. Общая прогнозная оценка запасов месторождения 150—250 тыс. т олова.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОКЕМБРИЙСКОГО ВОЗРАСТА

В Центральной Африке на территории Заира в провинции Киву, Катанга и частично на территории Руанды находится ряд пегматитовых оловянных месторождений, образующих Центрально-Африканский рудный район. Оловоносные пегматиты района имеют верхнепротерозойский возраст и приурочены обычно к апикальным частям и экзоконтактам гранитных массивов. Наиболее значительными месторождениями являются: Маноно-Китотоло и Митваба в провинции Катанга, Северное Лугулу, Мибанга и Кабунга в провинции Киву.

На наиболее крупном месторождении Маноно-Китотоло выявлены два крупных пегматитовых тела длиной по 5 км и шириной до 400 м. Рудные минералы представлены касситеритом, колумбит-танталитом, а жильные — сподуменом, микроклином, альбитом и рядом других минералов. Содержание касситерита невысокое и составляет около 0,1 %.

Месторождение Северное Лугулу занимает площадь 100×10 км, в пределах которой развито значительное количество изолированных пегматитовых тел, залегающих в основном среди докембрийских песчаников в экзоконтакте с крупными гранитными массивами. Пегматиты представляют собой линзы, залегающие согласно с вмещающими породами и имеющие длину до 40 м и мощность до 15 м, обычно пегматиты сложены измененным полевым шпатом в ядре и кварцем с мусковитом во внешней зоне. В ядре кроме касситерита развивается сподумен и колумбит, во внешней зоне только касситерит. В небольшом количестве встречается турмалин, шерл и циркон. Основную ценность в районе составляют не коренные месторождения, а россыпи, причем промышленные концентрации касситерита в них прослеживаются на 2—5 км от контакта с гранитами.

На месторождении Кабунга оловоносные пегматитовые тела в виде жил и линз мощностью до 30—40 м, состоящие в основном из полевого шпата, кварца и мусковита, залегают среди докембрийских сланцев. Рудные минералы — касситерит, колумбит, танталит, вольфрамит, арсенопирит и золото. Касситерит обычно приурочен к центральным частям пегматитовых жил, вольфрамит — к периферическим.

Оловорудные месторождения Нигерии, относимые к касситерит-кварцевой формации, развиты в северной части страны на плато Джос, сложенном метаморфическими породами докембрия. Возникновение месторождений связано с докембрийской эпохой. С ними связаны зоны грейзенизации в эндоконтакте массивов, несущие касситерит и вольфрамит. Рудные тела обычно представлены

штокверками кварцевых жил и прожилков с грейзеновой оторочкой. Мощность рудных жил колеблется от нескольких сантиметров до десятков метров при протяженности по простиранию до нескольких километров. В частности, на месторождении Лируэн-Кано главная зона Лируэн-Майн прослежена на 5 км. Надо сказать, что коренные месторождения олова пока не имеют большого значения в указанной стране, а основную массу олова получают из россыпей, обычно из молодых аллювиальных, хотя известны и более древние. Содержание олова в молодых россыпях колеблется от 150—300 г/м³ до 1 кг/м³, иногда достигая 6,5 кг/м³ (долина р. Нгелл). Длина россыпей достигает 5—15 км.

Основным оловорудным районом Зимбабве является Каматива, расположенный к востоку от г. Уанки. Здесь в полосе длиной 40 км и шириной 1600—3200 м развиты пологопадающие жилы грейзенизированного пегматита мощностью от 1 до 20 м, содержащие 0,4—1,5 % олова, а также литиевые минералы и колумбит-танталит. Запасы олова определяются в 40 тыс. т. В стране известны также редкометальные пегматиты с касситеритом, но они практического значения не имеют.

В Намибии известны месторождения оловосодержащих пегматитов, жилы которых достигают мощности 30 м и связаны с докембрийскими гранитами, залегая как в них, так и в кристаллических сланцах архея. Кроме того, к западу от горного массива Брандберг развиты кварцевые жилы с касситеритом и вольфрамитом, представляющие месторождение Брандберг-Уэст. На этом месторождении среднее содержание олова составляет 0,18 %, трехокиси вольфрама 0,09 %. Запасы оцениваются в 14 тыс. т олова и 7 тыс. т трехокиси вольфрама. Месторождение Уйс, расположенное к северо-западу от г. Усакос, представлено оловоносными пегматитами, содержащими олово в количестве 0,12—0,17 %. Запасы его оцениваются в 40 тыс. т. В 130 км к северу от г. Свакопмунд разведано еще одно месторождение, связанное с пегматитами с запасами около 10 тыс. т олова.

Основные месторождения олова в Южно-Африканской Республике находятся в Трансваале. Это месторождения Зайплатс к северо-западу от г. Потхитерсрюс и Ройберг, Леопорт к западу от Уормбатса. Все они представлены хлорит-сульфидными жилами, залегающими в докембрийских гранитах бушвельдского комплекса или в породах его кровли. Масштабы месторождений небольшие, и суммарные их запасы, по-видимому, не превышают 20 тыс. т олова. Содержание олова в рудах довольно высокое и составляет 1—2 %.

Небольшие месторождения олова известны в северо-западной части Конго. Они представлены небольшими минерализованными зонами с касситеритом, вольфрамитом и колумбит-танталитом и россыпями, содержание касситерита в которых достигает нескольких килограммов на 1 м³.

В центральной части Нигера, к северо-востоку от г. Агадеса известны небольшие месторождения олова, связанные с докембрийскими биотитовыми гранитами, дающими аллювиальные россыпи. Такие же россыпи обнаружены и в Свазиленде, однако масштабы их очень невелики.

Оловорудные месторождения Бразилии представлены в основном оловоносными пегматитами докембрийского возраста, содержащими кроме касситерита колумбит-танталит, берилл и литиевые минералы. Подобные пегматиты известны в шт. Минас-Жерайс на месторождении Волта-Гранди. Имеются также аллювиальные россыпи (месторождение Пайон).

В последние годы в Рондонии в бассейне р. Мадейра выявлены богатые россыпи, связанные с разрушением оловоносных гранитов. Мощность продуктивного слоя в россыпях достигает 4 м при содержании касситерита до 20—60 кг/м³. Полагают, что этот район будет наиболее крупным оловоносным районом страны.

В Западной Австралии известен ряд рудных месторождений, приуроченных к гранитным интрузиям нижнепротерозойского возраста. Это в основном месторождения пегматитового типа, хотя встречаются и грейзеновые зоны. Однако, как и для всех древних месторождений, наибольший интерес представляют россыпи, формирующиеся на базе этих месторождений. По подсчетам австралийских геологов эти россыпи могут дать не менее 100—115 тыс. т олова со средним содержанием порядка 0,6 кг/м³.

Докембрийские оловорудные проявления скарнового типа известны в Карелии, где они связаны со скарнированными известняками на их контакте с гранитами-рапакиви. В районе Северного Приладожья известны два оловорудных месторождения, расположенных недалеко друг от друга — Питкяранта и Кителя. Оловянное оруденение на месторождении Питкяранта является наложенным на скарны. Месторождение ранее разрабатывалось и в своей центральной части выработано. В настоящее время там выявлены новые рудные тела мощностью от 2 до 5 м, с содержанием олова до 0,5 % при содержании меди 0,2—0,8 % и цинка 0,5—3 %. На месторождении Кителя скарновые зоны имеют мощность около 2 м и протяженность по падению около 300 м. Основное оруденение концентрируется в рудных телах мощностью 0,6—1,5 м. Содержание олова 0,3—0,5 %, цинка до 3 %, меди до 1 %. В районе этого месторождения также выявлен ряд новых скарново-рудных тел.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ ОЛОВОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И РАЙОНОВ В СССР

Как следует из всего изложенного выше, в настоящее время на территории СССР достаточно четко устанавливается приуроченность оловорудных месторождений к следующим двум районам: Тихоокеанскому складчатому поясу и Южно-Тяньшаньской складчатой области. Кроме того, небольшие месторождения мезозойского возраста могут быть встречены в Восточно-Забайкальской

зоне мезозойской активизации и докембрийского возраста в районах Балтийского щита. Вряд ли они будут иметь какое-либо значение в общих запасах олова в СССР, хотя отдельные небольшие месторождения могут быть и промышленными.

Мезо-кайнозойские месторождения Тихоокеанского складчатого пояса. Как представляется в настоящее время, перспективы выявления новых месторождений, а следовательно, и запасов олова различны для разных районов Тихоокеанского пояса. Наиболее благоприятной в этом отношении следует признать Янскую зону, располагающуюся в пределах Яно-Колымской синклинорной зоны между Колымским срединным массивом на востоке и Верхоянской антиклинорной зоной на западе. В пределах этой зоны уже известен ряд месторождений, таких, как Депутатское в северной ее части, Дьяхтардахское и Улахан-Эгелях в центральной и Алыс-Хая, Бургочан и Илинтас в южной, которые пока не осваиваются промышленностью. Учитывая, что эта территория из-за своей удаленности до последнего времени изучалась слабо, и поисковые работы проводились там в очень небольших объемах, можно ожидать там выявления новых оловорудных месторождений. Кроме того, северная часть Янской зоны является наиболее перспективной в СССР на выявление легко осваиваемых россыпных месторождений касситерита.

Учитывая значительные прогнозные запасы Янской зоны, целесообразно уже теперь приступить к выявлению и оценке на стадии предварительной разведки всех известных и вновь выявляемых рудных месторождений с тем, чтобы составить экономические расчеты ближайшего освоения этого района в целом. Это приведет, по-видимому, к коренной переоценке значимости Янской зоны и позволит говорить о создании нового минерально-сырьевого района для ряда отраслей цветной металлургии страны.

Высоко оцениваются перспективы также Чукотской зоны и особенно ее Чаунского района. До настоящего времени в этой зоне известно два достаточно крупных месторождения: Валькумейское и Иультинское, которые эксплуатируются давно и находятся в стадии отработки; недавно разведанные месторождения Светлое и Экугское не имеют особого значения. В то же время прогнозные запасы этого района оцениваются очень высоко и почти в 9 раз превышают разведанные. Основные перспективы здесь связываются с штокверковым оруденением типа имеющегося на штокверке Первоначальном на Пыркакайском месторождении, а также с новым Чаанайским районом развития жильных месторождений кварц-касситеритовой формации. Характерной чертой штокверков является сравнительно невысокое содержание олова, компенсирующееся значительными размерами месторождений, возможностью открытой разработки и минимальным количеством пустых пород в контуре карьеров. Всего в районе насчитывается около 10 таких штокверков; нахождение их в районе действующего Красноармейского прииска может значительно сократить затраты по их освоению.

Примерно одинаковы перспективы южной части Хингано-Охотской и Сихотэ-Алинской зоны. В первой из них прогнозные запасы в 2,5 раза больше разведанных. Новые месторождения могут быть там выявлены в пределах всех уже известных рудных районов.

Сложнее дело с выявлением новых месторождений в Сихотэ-Алинской зоне. Южная часть ее, благодаря своей доступности и наличию ряда эксплуатируемых месторождений, изучена довольно детально, и новых более или менее крупных месторождений до настоящего времени там не выявлено. Поэтому, хотя предполагается, что в этом районе запасы могут быть удвоены, следует подчеркнуть трудность их выявления, так как, вероятнее всего, что они могут быть получены за счет месторождений, залегающих сравнительно глубоко и не дающих проявлений на поверхности. Северная часть Сихотэ-Алиня также перспективна на нахождение новых месторождений, но она по существу еще не изучена. Общие перспективы Комсомольского района еще не раскрыты и в его пределах могут быть выявлены новые месторождения.

Настало время обратить серьезное внимание и на самые северные районы Тихоокеанского рудного пояса, т. е. на районы севера Камчатки и Корякского нагорья, где в последние годы выявлен ряд крайне интересных месторождений сульфидно-касситеритового типа, связанных не с мезозойскими, а с кайнозойскими кислыми интрузиями, что позволяет относить их к боливийскому типу оруденения. Месторождения эти пока не имеют аналогов среди месторождений советской части Тихоокеанского пояса. Кроме того, структурное положение этих районов несколько иное, они находятся не во внешней, а во внутренней зоне пояса и представляют собой обособленную и совершенно иную по металлогении территорию. Отнесение ее к Чукотско-Охотской зоне является, по-видимому, неоправданным и снижает перспективы.

Как уже указывалось, в пределах Восточно-Забайкальской зоны активизации известны мелкие жильные месторождения олова, не имеющие промышленного значения, а также Шерловогорское штокверковое месторождение с довольно большими запасами олова, но при его невысоком содержании в руде и одновременном наличии свинца и цинка. Имеются также там небольшие россыпи. В целом зона мезозойской активизации перспективна на выявление новых месторождений олова и работы по ее изучению должны быть продолжены, хотя особенно крупные месторождения в ней, очевидно, не появятся.

Верхнепалеозойские месторождения. Работы, проведенные в последнее время в Южно-Тяньшаньской герцинской складчатой области, привели к открытию новой, Среднеазиатской, оловорудной провинции. Проявления олова здесь были известны давно, но существовавшее долгое время мнение о бесперспективности этого района на олово тормозило развитие работ. Здесь выявлен весьма перспективный Сарыджазский оловорудный район, в котором разведаны два промышленно ценных месторождения — Учкошконское и Трудовое. Перспективы их еще до конца не раскрыты и

рудные поля постепенно расширяются. Кроме того, в этом районе установлен еще ряд весьма перспективных рудопроявлений. Контуры оловорудной провинции не ограничиваются территорией севера Киргизии. На запад от Сарыджазского района в пределах Северного Таджикистана выявлены рудопроявления олова в районах Такобикульской и Кумархской интрузий, напоминающие по своему характеру месторождение Трудовое, а также ряд других точек проявления олова.

Кроме того, в Южном Казахстане выявлено оловорудное месторождение Карагайлы-Актас, где оруденение связано с дайкой верхнепалеозойских гранит-порфиров и представлено минерализованными зонами дробления в гранит-порфирах и мелкими жильными проявлениями во вмещающих их карбонатных породах. Из-за низкого содержания олова это месторождение признано не имеющим промышленного значения, однако сам факт наличия оруденения и в этом районе говорит в целом о значительной перспективности и обширности всей оловорудной провинции.

Из всех приведенных выше материалов и из табл. 18 видно, что основные перспективы по олову на территории СССР связываются с двумя регионами: Тихоокеанским складчатым поясом и Среднеазиатской оловорудной провинцией при главенствующей роли месторождений мезозойского возраста.

Таблица 18

Распределение разведанных и прогнозных запасов олова в СССР по геолого-промышленным типам и возрасту месторождений

Геолого-промышленный тип	Сумма разведанных и прогнозных запасов месторождений, %				Итого
	докембрийских	палеозойских	мезозойских	кайнозойских	
Силикатный					
Жилы	—	13,7	43,4	—	57,1
Штокверки	—	2,3	16,0	—	18,3
Итого	—	16,0	59,4	—	75,4
Сульфидный					
Жилы	—	—	14,7	2,3	17,0
Штокверки	—	—	—	—	—
Итого	—	—	14,7	2,3	17,0
Скарновый	1,1	—	—	—	1,1
Пегматитовый	—	1,8	—	—	1,8
Россыпи	—	—	—	4,7	4,7
Всего	1,1	17,8	74,1	7,0	100,0

Наиболее перспективными районами являются:

— Янская рудная зона с Депутатским месторождением и новыми месторождениями, которые должны быть приурочены к западной и юго-западным границам Колымского срединного массива;

— южная часть Хингано-Охотской рудной зоны, в том числе Комсомольский (Мяо-Чанский) рудный район, перспективы которого на выявление новых месторождений еще довольно значительны, а также районы Баджальский и Ям-Алинский;

— Чукотская рудная зона с месторождениями штокверкового типа, подобными штокверкам Пыркакайского месторождения, а также новый Чаанайский район с проявлениями олова, расположенный на юго-запад от Иультинского месторождения, где может быть обнаружен ряд новых очень интересных жильных месторождений кварц-касситеритовой формации;

— Среднеазиатская оловорудная провинция с месторождениями Трудовое и Учкошконское и др., относимыми по времени образования к палеозою;

— Сихотэ-Алинская рудная зона, где также есть перспективы на выявление новых месторождений, в первую очередь связанные с месторождениями, не выходящими на дневную поверхность, а расположенными в северных районах;

— Камчатско-Корякский оловорудный район, где имеются все перспективы на выявление промышленно-ценных сульфидных месторождений боливийского типа кайнозойского возраста.

Глава VII

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВОЛЬФРАМА

Бóльшая часть вольфрамовых месторождений мира является жильными и характеризуется небольшими запасами. Так, только немногим более 30 месторождений из 600 (более или менее разведанных) имеют или имели запасы трехокиси вольфрама более 25 тыс. т, а число месторождений с запасами более 100 тыс. т не превышает 10. Среди эксплуатируемых месторождений очень часто встречаются такие, на которых запасы трехокиси вольфрама не более 1—3 тыс. т.

Размещение вольфрамовых месторождений на земном шаре очень сходно с размещением оловянных месторождений, что ука-

Таблица 19

Распределение мировых запасов трехокиси вольфрама по геолого-промышленным типам и возрасту месторождений

Геолого-промышленный тип	Запасы трехокиси вольфрама в месторождениях, %				Итого
	докембрийских	палеозойских	мезозойских	кайнозойских	
Скарновый	—	9,8	39,3	0,2	49,3
Штокверковый	—	17,6	7,0	1,3	25,9
Жильный	1,0	6,3	16,0	1,5	24,8
Всего	1,0	33,7	62,3	3,0	100,0

зывает на генетическую общность этих двух металлов. При этом жильные и штокверковые месторождения вольфрамит-кварцевой грейзеновой формации (по В. К. Денисенко), заключающие в себе до 45 % мировых запасов вольфрама очень часто бывают комплексными оловянно-вольфрамовыми. Во второй формации, имеющей широкое развитие, — шеелит-гранат-пироксеновой скарновой, заключающей в себе около 30 % мировых запасов вольфрама, олово не встречается и основным минералом вольфрама является не вольфрамит, а шеелит. Разделение мировых запасов вольфрама по геолого-промышленным типам и времени формирования месторождений показано в табл. 19.

Из этой таблицы и рис. 2 видно, что основной эпохой вольфрамового оруденения явилась мезозойская и представлена она всеми типами месторождений, развитых в основном в пределах Тихо-

океанского и в меньшей мере Средиземноморского складчатого пояса.

В отличие от жильных, скарновые месторождения обычно имеют более крупные размеры. Так, на долю 12 крупных скарновых месторождений приходится 90 % всех запасов вольфрама этого геолого-промышленного типа. Крупными размерами обладают обычно и штокверковые месторождения, относимые к группе промышленно-ценных.

В СССР основные запасы вольфрама сосредоточены в сравнительно небольшом числе скарновых и штокверковых месторождений палеозойского и мезозойского возраста. Жильные месторождения заключают в себе сравнительно небольшие запасы. Они обычно учитываются в том случае, если содержание трехокиси вольфрама в них превышает 1 %, а запасы ее составляют не менее 8—10 тыс. т.

СКАРНОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЗОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Как уже отмечалось, бóльшая часть скарновых месторождений вольфрама мезозойского возраста расположена в пределах Тихоокеанского складчатого пояса как на территории Северной Америки (США и Канада), так и в Азии (советский Дальний Восток, Южная Корея, КНР, Малайзия).

К этой же группе следует отнести Тырныаузское молибден-вольфрамовое месторождение на Северном Кавказе (СССР), не имеющее аналогов в мире по характеру оруденения. Это месторождение расположено в центральной части зоны Передового хребта Кавказской мезо-кайнозойской складчатой области. Эта зона представляет собой сравнительно узкую (3—4 км) полосу палеозойских и нижнеюрских образований среди пород кристаллического фундамента, отделенную от него крупными субширотными глубинными разломами.

Породы палеозоя и юры прорваны дайками и штоками интрузивных пород. Месторождение находится в южном крутом крыле антиклинальной складки северо-восточного простирания, сложенной мраморами, биотитовыми и амфиболовыми роговиками нижнего карбона, переходящими выше в песчаники и сланцы нижней юры.

Оруденение приурочено к скарнам и мраморам и образует несколько пластообразных залежей. Основной рудной залежью является Главный скарн, представляющий собой седловидную залежь на контакте с перекрывающими мраморы роговиками. От Главного скарна на верхних горизонтах ответвляются Центральный скарн и Апофиз. На продолжении Главного скарна по простиранию известняков находятся Северо-Западный и Юго-Западный скарны, а еще южнее располагаются Южный скарн и Слепая залежь. Мощность скарновых рудных тел от 10 до 50 м. Кроме того, в мраморах на некотором удалении от скарнов встречаются секущие жилы, мощность которых достигает 10 м. Рудные минералы

в скарнах представлены шеелитом, молибденитом, висмутином, халькопиритом, пирротином, сфалеритом, галенитом, арсенопиритом, пиритом и магнетитом.

Все месторождения восточной ветви Тихоокеанского складчатого пояса, как правило, приурочены к внешней зоне пояса у его границы с древними платформами. Наиболее крупное в этой части Тихоокеанского пояса скарновое месторождение Флат-Ривер (Северо-Западные территории Канады) представлено скарново-сульфидной зоной, образовавшейся за счет замещения известняков в контакте с ороговикованными аргиллитами. Оруденение контролируется крутопадающим разломом северо-восточного простирания. Главное рудное тело — пологопадающая пластообразная залежь — прослеживается по простиранию на 200 м и по падению на 90 м при средней мощности 20 м. Рудные минералы — шеелит, халькопирит, пирротин, в меньшей мере сфалерит и кубанит. Шеелит встречается как в виде прожилков, так и в виде вкрапленности. Содержание трехокиси вольфрама составляет 1,68 %, в рудах содержится также 0,45 % меди. Общие запасы месторождения определяются в 65 тыс. т трехокиси вольфрама. Кроме того, на месторождении подсчитаны запасы трехокиси вольфрама в более бедных рудах (содержание 0,18 %), где они составляют еще около 15 тыс. т.

В настоящее время в Канаде на границе Юкона и Северо-Западных территорий в районе Уайтхорс разведуется еще одно крупное месторождение шеелитоносных скарнов Мак-Миллан-Пасс. Среднее содержание трехокиси вольфрама в руде этого месторождения 0,9 %, запасы ее 243 тыс. т, но ожидается, что они достигнут 325 тыс. т.

Там же в Канаде известны более мелкие скарновые месторождения Норд-Каунти с запасами трехокиси вольфрама 12 тыс. т при ее содержании в руде 0,87 % и более мелкое месторождение Инвинсибл с запасами 3 тыс. т при содержании 0,83 %. Известен ряд других месторождений.

Месторождения шеелитоносных скарнов, связанных с интрузиями мелового возраста, в США расположены в основном между Скалистыми горами и Сьерра-Невадой. Рудные тела мощностью 1,5—1,8 м приурочены к пластам известняков и имеют длину по простиранию 150—300 м, на глубину они распространяются до 400 м. Содержание трехокиси вольфрама в среднем 1—1,5 %. Наиболее крупным из известных на этой территории месторождений является Пайн-Крик в шт. Калифорния. Оруденение находится в зоне длиной около 4,5 км и приурочено к гранат-пироксеновым скарнам на контакте верхнепалеозойских известняков с мезозойскими кварцевыми монцонитами. Рудные тела имеют пластообразную форму и прослеженность по простиранию и падению на несколько сотен метров. Мощность их от 1—2 до 10 м и более. Кроме вольфрама в рудах присутствуют медь и молибден. Среднее содержание трехокиси вольфрама в руде 0,4 %. Запасы трехокими вольфрама около 60 тыс. т. Кроме того, известны месторождения Милл-Сити в Неваде и Калверт-Крик в Монтане с запасами порядка 10 тыс. т на каждом при содержании трехокиси вольфрама 0,9 %.

Небольшие скарновые месторождения известны в Мексике. Наиболее крупное из них и очень своеобразное месторождение Морелос находится в штате Чиуауа. Оруденение на нем представлено купрошеелитом при содержании в руде 2 % трехокиси вольфрама, 2,2 % свинца, 2,5 % цинка и около 0,3 % меди. Запасы месторождения не превышают 3 тыс. т.

В западной части Тихоокеанского пояса, северная часть которого приходится на территорию СССР, известны месторождения: Агылкинское в Якутии, Восток-2 и Лермонтовское в Приморье.

Месторождение Агылкинское (скарновое) находится в южной части Верхоянской антиклинальной зоны в нижнетриасовых песчано-сланцевых с карбонатными прослоями породах, прорываемых верхнемезозойскими гранитами. Скарны с сульфидно-шеелитовым оруденением приурочены к известняковым прослоям в нижнетриасовой толще. Всего выявлено несколько рудных тел, из которых главное тело представляет пластообразную залежь в известняках мощностью 3,5—4 м. Кроме шеелита в скарнах находится значительное количество различных сульфидов, в том числе халькопирит. В районе Агылкинского месторождения имеются и другие рудопроявления шеелита — в бассейне р. Хунхади, где обнаружено рудное тело мощностью около 3,5—4 м с высоким содержанием трехокиси вольфрама, и на восток от Агылкинского месторождения, где на значительной площади устанавливается устойчивая шеелитоносность рыхлых отложений.

Месторождение Восток-2 в Приморье приурочено к контакту штока верхнемеловых гранитоидов с пачкой известняков и роговиков мощностью 60 м, залегающей среди мезозойской песчано-сланцевой толщи. Оруденение связано с пироксеновыми скарнами в известняках и роговиках. Всего на месторождении вскрыто пять рудных тел, из которых основным является Главная скарновая залежь, имеющая крутое (50—88°) падение и мощность от 1,4 до 53,6 м. Главные рудные минералы — шеелит, пирротин, халькопирит.

Лермонтовское месторождение, находящееся на западном склоне Сихотэ-Алиня, представлено скарновой залежью в карбонатных породах, сохранившихся в кровле гранитной интрузии в виде изолированного блока. Для этого месторождения характерно высокое содержание трехокиси вольфрама, достигающее на отдельных участках 12—16 %.

Южнее в пределах Тихоокеанского складчатого пояса скарновые вольфрамовые месторождения известны на территории Японии, Корейского полуострова, КНР, Таиланда и Малайзии.

Скарновые месторождения Японии связаны с интрузиями позднемезозойского возраста и представлены известковыми скарнами в отложениях палеозоя и мезозоя. Это месторождения Куга и Фуд-

зигатани на о. Хонсю. Запасы их не превышают 6 тыс. т трехокиси вольфрама при содержании ее в руде порядка 0,5—0,6 %.

В южной части Кореи известно крупное месторождение скарнового типа — Санг-Донг, приуроченное к контакту кембрийских и ордовикских известняков с гранит-порфирами мелового возраста. Оруденение представлено шеелитовыми скарнами, залегающими в роговиковых породах кембрия под известняками ордовика с наложенным на них кварц-вольфрамит-висмутовым оруденением. Главная скарновая залежь сложена диопсид-гранатовой породой с шеелитом, флюоритом, кварцем и имеет протяженность по простиранию до 1,5 км и по падению не менее 250 м при мощности 4—5 м. Шеелит находится в скарнах в виде вкрапленности, а также вместе с молибденитом и висмутином в кварцевых прожилках. Содержание вольфрама в среднем составляет 0,78 %, висмута 0,046 %, молибдена 0,02 %. Запасы трехокиси вольфрама определяются в 162 тыс. т. Кроме того, за время эксплуатации добыто еще 44 тыс. т трехокиси при ее содержании в добытой руде 1,3 %.

На юго-востоке КНР все известные месторождения располагаются на восточном выступе Китайской платформы, испытавшем значительные тектонические напряжения во время формирования Тихоокеанского пояса, сопровождавшегося внедрением верхнемезозойских (яньшаньских) гранитных интрузий, приведших к образованию вольфрамовых месторождений. Этот выступ приходится на Цзянси-Гуансийский каледонский синклинорий, в пределах которого и сформировались крупные скарновые и жильные месторождения.

Скарновые месторождения в КНР связаны с известняками от ордовикского до триасового возраста. При этом считается, что более крупные месторождения приурочены к горизонтам переслаивающихся известняков со сланцами, а не к толщам чистых известняков. Форма рудных тел различная — пластовая, линзообразная, трубчатая, столбчатая и жильная. Длина тел по простиранию от нескольких до 1800 м, мощность от 20—30 см до 80 м и более. Глубина развития рудных тел, считая по их падению, до 1300 м.

Месторождение Яогансень, расположенное на юге провинции Хунань, представлено пластообразными залежами шеелитовых скарнов, образовавшихся в контакте девонских известняков и песчаников на некотором удалении от прорывающих их гранитов мезозойского возраста. Общая длина скарновой зоны достигает 3 км, мощность ее от 10 до 40 м. Залежи падают под углом 30—40° и прослежены без выклинивания на глубину 1400 м. Шеелит равномерно рассеян в скарнах в виде мелких зерен размером 0,5 мм. Среднее содержание трехоокиси вольфрама в скарнах 0,5 %, в боковых породах 0,2 %. Запасы месторождения могут быть более 100 тыс. т.

А. М. Быбочкин (1965 г.) приводит данные еще о трех скарновых месторождениях КНР. Месторождение Чен-Чан находится

в 60—70 км к северу от г. Даюй в провинции Цзянси и приурочено к скарнам в известняках карбоно-пермского возраста у их контакта с биотитовыми гранитами. Месторождение представлено тремя рядом расположенными участками, из которых основным является восточный. На этом участке на протяжении 1000 м выявлено 14 пологопадающих (30—40°) скарновых тел площадью от 100 до 10 500 м². Протяженность скарновых тел по падению 100 м и несколько более. Рудные минералы — шеелит, галенит, сфалерит, молибденит, пирротин, пирит, халькопирит в разных соотношениях. Содержание трехокиси вольфрама колеблется от 0,15 до 1 %, составляя в среднем 0,5—0,6 %. На месторождении Хуанподи (провинция Цзянси) скарновые тела находятся в обстановке, аналогичной вышеописанной. Всего на месторождении известно 11 рудных тел, имеющих длину по простиранию 200—900 м, прослеживающихся по падению до 300 м при мощности двух наиболее крупных тел 15 и 28 м и остальных 2—7 м. Содержание трехокиси вольфрама в среднем около 0,28 %.

Месторождение Лянхуаньшань расположено на северо-востоке провинции Гуандун. Рудные тела приурочены к контакту метаморфизованных песчаников и кварцевых порфиров нижнеюрского возраста. В пределах общей зоны оруденения выделяются два участка с промышленным содержанием вольфрама, находящегося в виде шеелита, вольфрамита и ферберита. Содержание трехокиси вольфрама от 0,38 до 0,71 %.

Скарновое месторождение Крамат-Пулай известно в Малайзии (шт. Перак). Оруденение связано с мезозойскими гранитами и представлено неправильными рудными телами с шеелитом, флюоритом и кварцем в зоне контакта гранитов с известняками и биотит-амфибол-пироксеновыми сланцами. Запасы трехокиси вольфрама составляют 12 тыс. т.

СКАРНОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Наибольшее число скарновых месторождений палеозойского возраста находится в СССР, имеются они также в Австралии, Турции, Австрии, Франции, Швеции и Бразилии, будучи приурочены к областям палеозойской (каледонской и герцинской) складчатости. В СССР эти месторождения в основном расположены в Южно-Тяньшаньской герцинской складчатой области, приурочиваясь к полосе гранитных верхнекарбоновых и нижнепермских интрузий от месторождения Ингичке на западе на территории Узбекистана до месторождения Майхура в северо-восточной части Таджикистана. Оруденение обычно связано со скарнами по известнякам силура — карбона вблизи от контакта последних с прорывающими интрузиями или на некотором удалении от него, обычно на границе карбонатных и алюмосиликатных пород. Состав скарнов, как правило, геденбергитовый и гроссуляр-геденбергитовый. В послед-

ние годы выявлено скарновое месторождение Северный Катпар и в Джунгаро-Балхашской складчатой области.

Район месторождения Северный Катпар сложен известняками нижнетурнейского возраста, прорванных лейкократовыми пермскими гранитами. Оруденение приурочено к скарновым телам и жилам гранат-пироксенового и гранатового состава, развитым в межпластовых трещинах и образующих зону, вытянутую в широтном направлении. Рудные тела состоят из сближенных скарновых тел и по внутреннему строению имеют штокверковый характер. Они прослеживаются по простиранию на 100—380 м каждое, при мощности, местами доходящей до 200 м. Основные рудные минералы — шеелит, молибденит и халькопирит. Кроме них в меньшем количестве присутствуют сфалерит, пирит, борнит, висмутин и вольфрамит. Содержание трехокиси вольфрама колеблется от 0,005 до 0,95 %.

Месторождение Ингичке приурочено к юго-восточному контакту гранитного интрузива, прорывающего мраморизованные известняки верхнего силура. Оруденение связано с пироксеновыми скарнами. Большая часть рудных тел представляет собой пологопадающие пластообразные залежи, расположенные вдоль контакта гранитов и известняков. Мощность залежей составляет 0,9—2,0 м, увеличиваясь в раздувах до 10—15 м. Кроме пластообразных рудных тел на месторождении известны жилообразные секущие тела, а также межпластовые тела в известняках. Шеелит содержится в скарнах в виде более или менее равномерной вкрапленности.

Месторождение Яхтон находится недалеко от Самарканда и представлено скарновыми залежами на контакте известняков с гранитами. Залежи имеют среднюю мощность 1,5 м и содержание трехокиси вольфрама от 0,24 до 2,5 %. Кроме того, на месторождении выявлена межпластовая залежь в известняках, выклинивающаяся по удалению от контакта с гранитами.

Месторождения Койташ и Угат, расположенные также в Узбекистане, представлены мелкими скарново-рудными телами. Месторождения отрабатываются длительное время, однако периодически в их районе обнаруживаются небольшие рудные тела. На месторождении Койташ присутствует молибден.

Месторождение Майхура находится в Таджикистане и представлено скарновыми телами, залегающими около контакта среднепалеозойских известняков с прорывающими их герцинскими гранодиоритами. Распределение оруденения внутри пироксен-гранатовых скарновых тел очень непостоянное. Рудные тела в пределах скарновых залежей имеют мощность от 1,5 до 4,5 м. Содержание трехокиси вольфрама колеблется от 0,2 до 2—2,5 %. Руды содержат также касситерит.

К небольшим относятся также месторождения Чорух-Дайрон и Джилау в Таджикистане. На первом из них, расположенном в пределах гор Моголтау, рудные тела обычно имеют мощность 2—3 м и прослеживаются по простиранию на небольшом протя-

жении, а руды являются комплексными вольфрам-молибденовыми. Вольфрамовое оруденение в скарнах на контакте с гранитами установлено также в Киргизии в верховьях г. Сарыджаз.

Наиболее крупным месторождением Австралии является Кинг-Айленд, расположенное на о. Кинг, находящемся рядом с о. Тасмания. В пределах месторождения на контакте известковистых сланцев с прорывающими их герцинскими гранитами развита зона гранат-пироксеновых шеелитоносных скарнов общей протяженностью около 450 м и мощностью 50—70 м, среди которых выделяется ряд рудных тел мощностью 7—27 м со средним содержанием трехокиси вольфрама 0,90 %. Запасы месторождения определены в 89 тыс. т трехокиси вольфрама.

В Канаде в провинции Нью-Брансуик на ранее разрабатывающемся месторождении Бернт-Хилл разведаны три рудные зоны, представленные шеелитоносными скарнами мощностью от 4 до 15 м. Запасы трехокиси вольфрама при среднем содержании 0,75—1,0 % определены в 12 тыс. т. Кроме того, в руде содержится по 0,1 % молибдена и олова.

В Европе скарновые месторождения известны в Австрии, Франции и Швеции. В Австрии в последние годы выявлено месторождение Митерзиль, которое представлено скарнами с содержанием трехокиси вольфрама 0,7—1,0 % при ее запасах в 21 тыс. т. Во Франции известны скарновые месторождения Костабани и Монредон с суммарными запасами трехокиси вольфрама в 13 тыс. т при ее содержании в руде порядка 0,7 %. В южной части Швеции на месторождении Юкшё развиты зоны скарнов, образовавшиеся в линзах кристаллических известняков докембрия. В состав скарнов наряду с геденбергитом, пироксенами, флюоритом и сульфидами входит шеелит. Содержание трехокиси вольфрама составляет 0,32 %. Запасы месторождения невелики и не превышают 3 тыс. т.

Месторождение Улудаг находится в северо-западной части Турции, юго-восточнее г. Бурсы. Шеелитовое оруденение приурочено к скарнам в мраморизованных известняках на контакте с интрузией палеозойских гранитов. Мощность скарновой зоны достигает 27 м. Содержание трехокиси вольфрама в скарнах 0,58 %, в оруденелых известняках 0,3 %. Среднее содержание по месторождению 0,43 %. Запасы трехокиси вольфрама на месторождении определяются в 45 тыс. т. В 1965—1966 гг. в 10 км от месторождения Улудаг выявлено месторождение Тепекёй, где шеелитсодержащие линзы находятся также в скарнах и содержат 0,25—0,36 % трехокиси вольфрама и запасы его около 2 тыс. т.

ШТОКВЕРКОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОГО И МЕЗОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Штокверковые месторождения известны в СССР и в ряде других стран. Так, к ним можно отнести такие месторождения как Маунт-Плезант в Канаде, Глен-Иннес в Австралии, Гленорхи в Но-

вой Зеландии и небольшое месторождение Ботл-Хилл в Великобритании.

Штокверковые месторождения в СССР, пространственно и генетически ассоциируясь с жильными, развиты в двух районах: Джунгаро-Балхашской складчатой области и Восточно-Забайкальской зоне активизации.

Самое крупное в Джунгаро-Балхашской складчатой области Верхне-Кайрактинское штокверковое молибден-вольфрамовое месторождение связано генетически с пермскими (герцинскими) гранитами, но локализуется в отдалении от них, в ороговикованных песчано-сланцевых отложениях верхнего силура. Последние интенсивно раздроблены и окварцованы по зонам дробления и пересечены многочисленными кварц-касситерит-шеелитовыми прожилками, образующими крупную штокверковую зону пологого склонения. В составе рудных минералов преобладает шеелит, в меньшем количестве присутствует вольфрамит. Среднее содержание трехокиси вольфрама невелико, однако в центральной части месторождения могут быть выделены участки, где содержание трехокиси вольфрама повышается. Несколько севернее Верхне-Кайрактинского месторождения находится небольшое штокверковое месторождение Ак-Мая, где среднее содержание трехокиси вольфрама несколько выше. Рудными минералами там являются вольфрамит и молибденит.

В южной части Джунгаро-Балхашской области в песчано-сланцевых отложениях ордовика, прорываемых герцинскими гранитами, находится Богутинское месторождение. Оруденение там приурочено к ороговикованным породам и представлено рядом минерализованных зон, имеющих прожилково-вкрапленный характер. Рудные минералы — шеелит, пирит, в меньшем количестве молибденит, халькопирит, вольфрамит, висмутин. Мощность минерализованных зон по отдельным пересечениям от 20 до 180 м.

В центральной части Джидинского рудного поля в Забайкалье располагается Инкурский штокверк, представленный комплексными вольфрамитовыми рудами. Штокверк образован радиально-перекрестной системой крутопадающих кварцевых жил и прожилков с гюбнеритом и шеелитом в дробленых кварцевых диоритах, а на флангах — в осадочных породах палеозоя.

В Восточно-Забайкальской зоне активизации (Читинская область) находятся Спокойненское и Барун-Шивеинское вольфрамовые месторождения. Спокойненское месторождение приурочено к эндоконтактовой зоне в апикальной части штока мусковитовых гранитов, интенсивно альбитизированных и грейзенизированных, содержащих вольфрамит в виде рассеянной вкрапленности и гнездообразных скоплений, а также в виде кварц-вольфрамитовых жил и прожилков. Оруденелая штокверковая зона представляет собой пологопадающую под углом 15—20° залежь мощностью от 5—6 до 20—30 м. Кроме того, на месторождении зафиксированы кварц-вольфрамитовые жилы мощностью 0,2—0,5 м, большая часть которых попадает в контур штокверка.

На Барун-Шивеинском месторождении оруденение локализуется в пласте нижнепалеозойских кварцитов, интенсивно брекчированных вдоль зоны надвига. Рудные тела залегают в пласте кварцитов параллельно друг другу и в совокупности с отходящими от них апофизами образуют как бы ветвящийся штокверк. Основной рудный минерал — ферберит, образующий тонкие прожилки и вкрапленность.

Месторождение Маунт-Плезант в Нью-Брансуике в Канаде представлено прожилково-вкрапленными рудами, содержащими вольфрамит, молибденит, висмутин, самородный висмут и др. Штокверковое оруденение развито на протяжении 300 м при ширине зоны 30—120 м. Запасы руды определены в 30 млн. т при содержании трехокиси вольфрама 0,15 %, молибдена 0,09 % и висмута 0,07 %. Месторождение находится в зоне каледонской складчатости и имеет, по-видимому, нижнепалеозойский возраст.

На юге Великобритании вблизи Плимута известно штокверковое месторождение Ботл-Хилл. Штокверк кварцевых прожилков с вольфрамитом и касситеритом находится в метаморфизованных песчаниках и сланцах и в прорывающих их герцинских гранитах. Содержание трехокиси вольфрама невысокое и составляет 0,1 %. Общие запасы 4 тыс. т.

Месторождение Гленорхи в районе оз. Уакатику на о. Южном (Новая Зеландия) представлено бедными шеелитовыми рудами. Хотя оно известно более 100 лет, запасы его не определялись из-за низкого содержания трехокиси вольфрама (около 0,1 %). Оруденение распространено на площади около 30 км² и представлено кварцево-прожилковыми зонами мощностью до 3 м и протяженностью до 1,6 км. Запасы извлекаемой трехокиси вольфрама превышают 100 тыс. т.

Месторождение Глен-Иннес в Австралии находится в шт. Новый Южный Уэльс и представлено штокверковой залежью ферберит-висмутовой руды, содержащей 0,35 % трехокиси вольфрама и 0,03 % висмута. Запасы трехокиси вольфрама 87,5 тыс. т.

ЖИЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЗОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Жильные месторождения вольфрама, относимые по времени образования к мезозою, имеют более широкий ареал распространения, чем скарновые месторождения того же возраста. Кроме территорий, где встречаются скарновые месторождения, они развиты также в южной части восточной ветви Тихоокеанского пояса (Южная Америка), в пределах Средиземноморского пояса (Болгария, Югославия) и в зоне мезозойской активизации в Забайкалье на территории СССР и МНР.

В Южной Америке месторождения вольфрама указанного возраста сосредоточены в полосе развития палеозойских пород, переработанных мезо-кайнозойской складчатостью и концентрируются в северной части Боливии и северо-западной части Перу.

Вольфрамовые месторождения Боливии — Чикоте, Чохлья, Болса-Негра, Вилоко — развиты преимущественно в департаменте Ла-Пас. Обычно это кварц-вольфрамитовые жилы мощностью от 0,3 до 1,0 м, содержащие подчиненное количество шеелита и иногда касситерит и залегающие в приконтактовых частях мезозойских гранитоидных интрузий. Жилы прослеживаются по простиранию от 300 до 1000 м. Содержание трехокиси вольфрама в среднем составляет 1—2 %, достигая 4,5 %. Известны небольшие делювиальные и элювиальные россыпи, содержащие 0,1—0,3 % трехокиси вольфрама. Кроме перечисленных четырех, более или менее крупных месторождений, известно большое число мелких.

Наиболее крупным месторождением является Чохлья. Оруденение приурочено к приконтактовой зоне массива гранитов триасюрского возраста, прорывающего нижнепалеозойские осадочные породы. В апикальных частях массива развиты микропегматиты и грейзены, переходящие в кварцевые жилы мощностью 1,4—2,0 м, сильно разветвляющиеся в верхних горизонтах. Рудными минералами являются вольфрамит, пирит, пирротин, касситерит, станнин, висмутин, галенит, сфалерит. Содержание трехокиси вольфрама около 1 %, олова около 0,7 %. Запасы трехокиси вольфрама не менее 16 тыс. т.

На месторождении Чикоте оруденение приурочено к блоку турмалинизированных роговиков. Жилы не имеют значительной протяженности, но прослеживаются на глубину до 1300 м. Рудные минералы — пирротин, вольфрамит и немного арсенопирита и сфалерита. Содержание трехокиси вольфрама 0,24 %.

В Перу наиболее крупное месторождение Пасто-Буэно приурочено к зоне нарушения в массиве третичных биотитовых гранитов, прорывающих юрские сланцы. Кварц-гюбнеритовая жила, прослеживающаяся по простиранию на 475 м и на глубину 900 м при мощности, достигающей 8 м, содержит в среднем 0,6 % трехокиси вольфрама. Запасы месторождения определены в 6,6 тыс. т трехокиси вольфрама. В департаменте Анкаш разведано месторождение Акопалька, представленное рудами, содержащими 4 % трехокиси вольфрама при запасах ее в 1,5 тыс. т.

В Чили известно несколько жильных вольфрамовых месторождений, формирование которых связано с третичными интрузиями. Жилы имеют кварц-турмалиновый состав и кроме шеелита содержат небольшое количество сульфидов. Наиболее крупные месторождения — Льямука и Копьяпо.

Жильные месторождения мезозойского возраста (обычно мелкие или средние) в пределах Восточно-Забайкальской зоны активизации как на территории СССР, так и в МНР, приурочены к полосе протерозойских и палеозойских пород, слагающих южную половину Станового хребта, Джидино-Прибайкальский каледонский синклинорий и расположенные южнее Онон-Газимурский и Хэган-Хантейский антиклинории герцинского возраста. Вся описываемая территория разбита значительным количеством разломов восточно-северо-восточного направления, по которым внедря-

лись верхнемезозойские интрузии, вызвавшие вольфрамовое оруденение.

На территории СССР в пределах зоны мезозойской активизации известны три жильных месторождения. Наиболее крупное из них Холтосонское расположено в пределах Джидинского рудного поля в верхнем течении р. Джида. Это рудное поле находится в зоне контакта пород нижнего кембрия с нижнепалеозойскими кварцевыми диоритами. Оруденение связывается со штоком мезозойских лейкократовых гранитов и гранит-порфиров. Оно представлено кварц-гюбнеритовыми жилами, залегающими как в кварцевых диоритах и контактирующих с ними метаморфических породах, так и в молодых гранит-порфирах. На месторождении известен ряд жил широтного и субширотного простирания, падающих на юг под углом 45—50°. Мощность жил от 5—6 см до 3—4 м, в раздувах до 6—12 м.

Булуктаевское месторождение, расположенное в этом же регионе, представлено крутопадающими жилами с гюбнеритом и молибденитом мощностью 0,2—0,75 м. В районе Петровска-Забайкальского разведано Бом-Горхонское месторождение, представленное кварц-вольфрамитовыми жилами, залегающими в юрских биотитовых гранитах, прорывающих палеозойские гранит-порфиры. Жилы пологопадающие, средняя мощность их 1,1—1,2 м. Кроме того, в Восточном Забайкалье известны небольшие месторождения кварц-вольфрамового типа Букукинское и Дедова Гора.

Месторождения вольфрама в Монгольской Народной Республике связываются с юрским этапом интрузивной деятельности и приурочены к двум интрузивным комплексам — шараходинскому и егдзирскому. В шараходинском комплексе в основном развиты жильные проявления вольфрама, представленные кварц-мусковит-вольфрамитовыми, кварц-шеелитовыми, кварц-полевошпатовыми и кварц-вольфрамит-гематитовыми жилами, с егдзирским комплексом связана в основном минерализация грейзенового типа. Месторождения обычно небольшие. Наиболее крупное из них Их-Хаирханское представлено кварц-вольфрамитовыми жилами в зоне контакта мезозойских гранитов среди верхнепалеозойских андезитовых порфиритов с прослоями альбитофиров. Мощность жил от 0,65 до 3,25 м, содержание трехокиси вольфрама от 0,68 до 2,24 %. Падение жил крутое. В 17 км восточнее находится второе месторождение Хар-Чуку, представленное жилами мощностью 0,3—1 м. Содержание трехокиси вольфрама по отдельным пробам от 0,8 до 15,2 %.

Юго-западнее Улан-Батора в ороговикованных сланцах и песчаниках палеозоя установлено несколько жил мощностью 0,3—0,8 м. Содержание трехокиси вольфрама от 0,5 до 2 %. Аналогичные месторождения известны в Западной Монголии, в Монгольском Алтае и ряде других районов. В ряде районов имеются и вольфрамит-касситеритовые россыпи. Наиболее интересные из них россыпи р. Модото, содержащие два металлоносных пласта мощностью до 18 м. Содержание трехокиси вольфрама 150—200 г/м^3.

Жильные кварц-вольфрамитовые месторождения на территории КНДР приурочены к протерозойским гнейсам и кварцитам, а также к прорывающим их мезозойским гранитам. Мощность жил обычно невелика и составляет от 0,2 до 1—1,5 м. Содержание трехокиси вольфрама от 0,2—0,7 до 1 % и более. Довольно известным является вольфрамовое месторождение Коксан, представленное серией крутопадающих кварцевых жил с вольфрамитом, пиритом, халькопиритом, галенитом и сфалеритом. Протяженность жил по простиранию обычно порядка 200 м, но отдельные жилы прослеживаются и до 2500 м. Мощность жил 0,6—1,5 м. Содержание трехокиси вольфрама 0,7 %.

В Южной Корее в районе Сеула и Кэсона известно более 100 мелких жильных кварц-вольфрамитовых месторождений, в некоторых из которых присутствует молибден. Рудные тела залегают там как в гранитных интрузивах мелового возраста, так и во вмещающих их палеозойских осадочных породах. Жилы прослеживаются по простиранию до 750 м при мощности, не превышающей 1 м.

Многочисленные мелкие жильные месторождения Японии представлены кварцевыми жилами с вольфрамитом, а иногда и шеелитом в гранитных интрузивах позднемезозойского и раннетретичного возраста или во вмещающих их породах палеозоя и мезозоя. Наиболее значительны среди них месторождения Отани, Кансути, Эбису и Такатори на о. Хонсю и Якусима на о. Кюсю. Общие запасы всех жильных месторождений Японии оцениваются в 20 тыс. т.

С жильными месторождениями КНР связывается основное количество запасов трехокиси вольфрама в стране. Эти месторождения залегают в палеозойских песчаниках, сланцах и филлитах у их контакта с верхнемезозойскими гранитоидами, реже в апикальных частях самих интрузий. Мощность жил колеблется от 5 см до 3 м, наиболее часто она составляет 0,5—1 м. Длина жильных полей по простиранию от 200—300 до 1500—1800 м, ширина от 40—60 до 250—300 м. Жилы в пределах рудных полей имеют протяженность от 30—40 до 200—300 м и редко до 1500 м. На глубину по падению жилы обычно разведаны на 300—400 м, отдельные из них прослежены до 700 м. Минеральный состав жил простой — кварц, кальцит, полевой шпат (иногда), вольфрамит и в отдельных месторождениях касситерит. Содержание трехокиси вольфрама около 1 %, в мелких месторождениях 0,4—0,7 %.

Общее число жильных вольфрамовых месторождений в КНР очень велико. В одной только провинции Цзянси их около 100. Однако обычно это мелкие месторождения с запасами 1—2 тыс. т, причем значительная часть месторождений имеет невысокое содержание трехокиси вольфрама. Наиболее крупными месторождениями являются Дацзишань, Гуймэйшань, Сихуашань, Пангушань в провинции Цзянси.

Месторождение Дацзишань представлено тремя зонами крутопадающих параллельных жил в отложениях силура — ордовика в

нескольких километрах от контакта с массивом яньшаньских гранитов. Протяженность жильных зон около 1000 м, ширина 200—300 м. Всего на месторождении выявлено 50 жил, из которых 20 имеют мощность от 1 до 2 м, при длине по простиранию 200—500 м и по падению 400—500 м. Среднее содержание трехокиси вольфрама в жилах 1,6—2,3 %. На месторождении Гуймэйшань рудная зона, имеющая длину 1500 м и ширину 250—300 м, включает 30 рудных кварц-вольфрамитовых жил суммарной мощностью 20 м. Содержание трехокиси вольфрама 0,5 %. На месторождении Сихуашань в яньшаньских гранитах на площади в 3 км^2 зафиксировано несколько сот крутопадающих вольфрамитовых жил мощностью от 0,1 до 0,5 м при длине по простиранию 100—600 м и по падению 150—250 м. Среднее содержание трехокиси вольфрама 0,75—0,80 %. Месторождение Пангушань (Шанпин) представлено тремя рудными зонами в песчаниках и сланцах девона, прорываемых широтной дайкой гранит-порфиров мощностью 25—85 м, протягивающейся на 1 км. Наибольший интерес представляет нижняя зона, имеющая длину 1000 м и ширину 150—200 м. Находящиеся в ней рудные жилы имеют среднюю мощность 0,6 м и длину 300—500 м, на глубину они прослеживаются до 350—400 м. Среднее содержание трехокиси вольфрама 1,3 %. Кроме того, в жилах содержится висмут в количестве 0,1—0,2 %.

Довольно широко развиты месторождения и рудопроявления вольфрама в Социалистической Республике Вьетнам, но несмотря на длительную историю их эксплуатации, изучены они очень слабо.

В районе Пиа-Оак, расположенном в 250 км севернее Ханоя, известен ряд месторождений оловянно-вольфрамовых руд, представленных кварцевыми жилами, грейзенами и пегматитами, причем последние два типа оруденения промышленного значения не имеют. Кварц-вольфрамитовые жилы имеют мощность от 0,2 до 0,8 м при протяженности по простиранию до 500 м. Содержание трехокиси вольфрама колеблется от 0,3 до 1,0 %. Однако основную роль в районе играют оловянно-вольфрамовые россыпи с довольно высоким содержанием в них металлов. Коренные оловянно-вольфрамовые месторождения известны также в районе Там-Дае. Оруденение приурочено там к кварц-турмалиновым жилам в протерозойских и триас-юрских образованиях. Месторождения почти не изучены. Вольфрамовое оруденение Вьетнама связано с интрузиями мезозойских двуслюдяных порфировидных гранитов.

Жильные вольфрамовые месторождения Бирмы связаны с упоминавшимся в предыдущей главе поясом оловянно-вольфрамовых месторождений. Наиболее крупным месторождением считается Маучи в автономном государстве Кая, где выделено 60 жил мощностью до 1 м, содержащих в среднем 0,75 % трехокиси вольфрама и 1,54 % олова. Месторождение интенсивно отрабатывалось. Оставшиеся запасы трехокиси вольфрама определяются в 3,5 тыс. т. Учитывая данные по его разработке в прошлые годы, можно предположить, что общие запасы его составляли около 25 тыс. т. Мел-

кие вольфрамитовые месторождения сосредоточены в районе Тавой в провинции Таинтайи.

Вольфрамовые месторождения Таиланда, связанные, как и в Бирме, с мезозойскими интрузиями, представлены кварцевыми жилами с вольфрамитом, частично с сопутствующим ему касситеритом. Основные месторождения сосредоточены северо-западнее Бангкока и на крайнем северо-западе страны. Наиболее крупное месторождение Ванг-Пре имеет запасы трехокиси вольфрама 6 тыс. т при ее содержании в руде 1,1 %.

Имеются также жильные месторождения вольфрама мезозойского возраста, связанные с зонами активизации в Европе — в краевых частях Чешского срединного массива.

В ГДР вольфрамовое месторождение Пехтельгрюн находится в Фогтланде. Оруденение представлено там большим количеством очень мелких кварц-вольфрамитовых прожилков суммарной мощностью 0,4—0,6 м. Мощность рудной зоны около 8 м, по простиранию она прослеживается на 1300 м, а на глубину до 400 м. Вольфрамовые минералы — шеелит, гюбнерит и ферберит.

В Югославии в районе Благоев Камен известно около 30 кварцевых жил в палеозойских метаморфизованных породах, в которых оруденение представлено шеелитом. Мощность жил от 0,2 до 1,1 м при их длине более 100 м. Содержание трехокиси вольфрама достигает 3,5 %.

ЖИЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Палеозойские жильные месторождения вольфрама известны в СССР, Франции, Великобритании, США и Австралии.

Жильные месторождения палеозойского возраста в СССР находятся в основном в Джунгаро-Балхашской герцинской складчатой области и лишь одно (Колгутинское) — известно в Алтае-Саянской каледонской складчатой области.

В Джунгаро-Балхашской области среди большого числа жильных проявлений вольфрама выделяются два более или менее крупных молибден-вольфрамовых месторождения — Акчатауское и Караобинское. Рудные тела представлены там кварцевыми, кварц-полевошпатовыми, кварц-топазовыми, слюдяно-кварцевыми жилами с грейзеновыми оторочками, а также прожилково-грейзеновыми зонами. Главные рудные минералы — вольфрамит, молибденит, касситерит, висмутин и пирит.

На Акчатауском месторождении установлено более 300 крутопадающих жил кварцевого состава, сопровождаемых грейзеновыми оторочками, что позволяет в ряде случаев объединить их в кварц-грейзеновые зоны. Мощность жил колеблется от 0,05 до 1,0 м, а грейзеновых зон от 1 до 30 м.

На Караобинском месторождении установлено около 100 кварцевых жил. Кроме того, там имеется ряд грейзеновых зон, идущих параллельно жилам. Мощность жил от 0,1 до 1,0 м, а оторочек 0,5—0,6 м, грейзеновые зоны имеют мощность от 1 до 10—15 м.

В центральной части месторождения, в пределах гранитного штока, содержится значительное количество рудных кварцевых прожилков, составляющих совместно с жилами и зонами грейзенов довольно крупный штокверк.

В Алтае-Саянской складчатой области известно более 150 проявлений вольфрама, бóльшая часть которых представлена кварц-вольфрамитовыми жилами, иногда с молибденом. Все они генетически связаны с герцинскими биотитовыми гранитами и приурочены к зонам их контакта с вмещающими породами. Однако до сих пор на этой территории выявлено только одно месторождение — Колгутинское, находящееся в труднодоступной местности. Рудные тела залегают там в пределах герцинского гранитного массива и в прорываемых им девонских эффузивных кварцевых порфирах, создавая рудную зону длиной около 2 км. По вертикали она прослеживается по высотным отметкам рельефа на 400 м. На месторождении известно более 600 жил обычно мощностью 0,1—0,25 м, реже 0,5—1,1 м. Выделяются вольфрамовые, вольфрам-молибденовые и молибденовые жилы. Рудные минералы — вольфрамит, молибденит, висмутин, халькопирит.

Вольфрамовое оруденение в Португалии развито в северных районах страны, причем кварц-вольфрамитовые жилы, иногда с небольшим количеством касситерита залегают или в краевых зонах послепермских гранитных массивов, или в породах кровли. Интрузии, с которыми связано оруденение, представлены небольшими массивами гранит-порфиров и двуслюдяных гранитов.

Наиболее крупное в Европе месторождение Панаскейра приурочено к палеозойским сланцам, в которых развиты многочисленные кулисообразно залегающие пологие кварцевые жилы (линзы) с грейзеновыми оторочками с ферберитом мощностью от нескольких сантиметров до 1,2 м. Эти жилы находятся в пределах рудного поля, имеющего длину около 8 км. Среднее содержание трехокиси вольфрама в рудах несколько более 1 %. Кроме ферберита в жилах наблюдаются в подчиненном количестве касситерит, пирит, арсенопирит, халькопирит, галенит и сфалерит.

Ферберит встречается либо в виде крупнокристаллической вкрапленности или образует прослойки вдоль зальбандов внутри жилы. Запасы месторождения около 20 тыс. т, но следует учесть, что с начала эксплуатации месторождения, т. е. с 1937 г., уже добыто 20 тыс. т трехокиси вольфрама. В Португалии имеется еще ряд мелких месторождений кварц-вольфрамитового типа, содержание трехокиси вольфрама в которых составляет от 0,4 до 1,2 %.

В Испании известно большое количество мелких месторождений, представленных кварц-вольфрамитовыми жилами, содержание трехокиси вольфрама в которых составляет 0,3—0,7 %.

Во Франции в пределах Центрального массива известно несколько десятков мелких вольфрамовых месторождений. В районе Монтминз, в 50 км к западу от г. Виши, развиты многочисленные кварцевые жилы с вольфрамитом, залегающие в гранитах и слюдяных сланцах, содержащие в среднем 0,22 % трехокиси вольфра-

ма. Наиболее крупное месторождение района Монредон-Лабессонье представлено кварц-вольфрамитовыми жилами мощностью 0,3—1,6 м и многочисленными маломощными прожилками в слюдяных сланцах и гранулитах. В последние годы на юге Франции, в Пиренеях, выявлено новое месторождение Саро, где запасы трехокиси вольфрама оцениваются в 7 тыс. т при содержании ее в руде 1,45 %.

Из жильных месторождений Великобритании наиболее крупным является Касл-Ан-Динас, представленное кварцевыми жилами с вольфрамитом, турмалином, циннвальдитом, арсенопиритом и флюоритом в турмалинизированных девонских сланцах на контакте с гранитами. В Корнуолле близ границы с Девонширом начата разведка оловянно-вольфрамового месторождения, представленного жильной зоной мощностью 1,5 м, содержащей 0,62 % трехокиси вольфрама.

В США жильные месторождения верхнепалеозойского возраста известны на востоке страны. Вольфрамовое оруденение связано там с верхнепалеозойскими интрузиями в зоне герцинской складчатости. На месторождении Хемм (Тангетен-Крик) запасы определены в 5,5 тыс. т трехокиси вольфрама при ее содержании в руде 0,5—0,55 %.

В Австралии вольфрамовое оруденение жильного типа связано в основном с палеозойскими гранитами и развито преимущественно вдоль его восточного побережья и на о. Тасмания. Наиболее крупным из них является месторождение Сториз-Крик; содержание трехокиси вольфрама там от 0,5 до 3 %, но в среднем близко к 1 %. Наряду с вольфрамом в рудах этого месторождения присутствует олово.

В северной части Квинсленда известно два месторождения, представленных трубообразными кварцевыми жилами, залегающими в грейзенизированных гранитах у контакта их со сланцами (месторождение Вольфрам-Кемп) и в грейзенизированных кварцевых порфирах у контакта с гранитом (месторождение Батфорд-Петфорд). На первом месторождении выявлено и отработано 250 жильных тел, основными рудными минералами которых являются вольфрамит, молибденит и шеелит. Содержание в руде трехокиси вольфрама 3 %, молибдена 1,25 %, висмута 0,5 %. Запасы трехокиси вольфрама около 5 тыс. т. Второе месторождение значительно меньше по запасам. Вольфрамовое месторождение Маунт-Корбайн в Квинсленде связано с пегматитовыми жилами близ контакта кристаллических сланцев с палеозойскими гранитами. Средняя мощность этих кварц-полевошпатовых жил 1,8 м. Содержание трехокиси вольфрама 2,7 %.

В Северных территориях Австралии находится месторождение Хатчесс-Крик. В пределах этого месторождения развиты осадочные и эффузивные породы, прорванные палеозойскими гранитами. На площади в 40 км² выявлено более 50 рудных тел в виде серий маломощных кварц-слюдяных жил, содержащих от 1,5 до 3,6 % трехокиси вольфрама. Оруденение представлено как вольфрамитом, так и шеелитом. В 300 км к северо-западу от Хатчесс-Крик выявлено еще одно месторождение Улучоа, в пределах которого имеются три жильных рудных тела среди серицит-кварцитовых сланцев. Рудные минералы — вольфрамит, шеелит, пирит, молибденит и висмутин. Присутствует флюорит. Содержание трехокиси вольфрама от 0,5 до 1,0 %.

Жильные вольфрамовые месторождения Бразилии находятся на юго-востоке страны вблизи побережья Атлантического океана и представлены небольшими кварц-вольфрамитовыми жилами, связанными с палеозойскими гранитами и находящимися в метаморфических породах архея и протерозоя. Наиболее крупное из них Иньянджария имеет запасы трехокиси вольфрама порядка 5 тыс. т при содержании ее в руде 1 %.

Многочисленные мелкие жильные месторождения вольфрама известны в центральной части Аргентины. Они приурочены к докембрийским кристаллическим сланцам и гнейсам и связаны генетически с прорывающими их верхнепротерозойско-нижнепалеозойскими гранитами. Среднее содержание трехокиси вольфрама колеблется от 0,4 до 1,1 %, причем, как правило, оруденение на небольшой глубине выклинивается. Наиболее крупным месторождением является Лос-Кондорес.

Месторождение Лос-Кондорес находится в пределах массива Сьера-Пампа и представлено вольфрамит-шеелит-кварцевыми жилами среди филлитов и слюдяных сланцев протерозойского возраста. Жилы имеют мощность от 0,8 до 1,5 м и прослеживаются по простиранию до 650—700 м. Кроме вольфрамита и шеелита в жилах присутствуют висмутин и самородный висмут, а на глубине появляются пирит, сфалерит и халькопирит. Общие запасы трехокиси вольфрама составляют 6,2 тыс. т.

Там же известны месторождения Лос-Вьехос и Сан-Антонио, представленные рудными жилами мощностью 0,2—1 м и длиной до 300 м среди докембрийских кристаллических сланцев. Рудные минералы — вольфрамит и пирит, при небольшом количестве бериллия и колумбит-танталита. Содержание трехокиси вольфрама от 1 до 3 %. Запасы каждого из месторождений не более 1 тыс. т трехокиси вольфрама.

В Патагонском массиве известно месторождение Сан-Мартинес-Гуаличе, представленное субвертикальными кварц-полевошпатовыми жилами. Рудные минералы в них — гюбнерит, шеелит, вольфрамит, галенит, халькопирит. Содержание трехокиси вольфрама 1,3 %. Запасы трехокиси 1,6 тыс. т.

ЖИЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОКЕМБРИЙСКОГО ВОЗРАСТА

Жильные месторождения докембрийского возраста не имеют большого значения в мировых ресурсах вольфрама, так как запасы трехокиси вольфрама в них составляют не более 1 % мировых. Они известны на африканском материке и в Индии.

Все вольфрамовые месторождения на территории Африки связаны с позднедокембрийскими гранитами, прорывающими метаморфизованные породы архея и протерозоя, и представлены кварцевыми жилами с вольфрамитом, иногда касситеритом. Месторождения, как правило, небольшие. В Конго, где общие запасы их оцениваются в 6 тыс. т трехокиси вольфрама, эти месторождения развиты в горном районе Маниема в провинции Киву. В Алжире известно вольфрамовое месторождение в докембрийском массиве Ахаггар в Сахаре. Оруденение представлено кварцевыми жилами и грейзенами с вольфрамитом и касситеритом. Запасы трехокиси вольфрама определены в 5 тыс. т. В Зимбабве, Руанде, Уганде и ЮАР известны также очень небольшие жильные вольфрамовые месторождения, имеющие крайне незначительные запасы. Так, в Зимбабве вольфрамовое месторождение Бирдмор имеет запасы трехокиси вольфрама в 1,3 тыс. т при содержании его в руде 1,28 %. В Уганде в районе Масака открыто вольфрамовое месторождение, представленное несколькими кварцевыми жилами мощностью 0,9—1,3 м с неравномерным оруденением.

В Индии в шт. Раджастхан известно месторождение Деган в виде кварцевых жил мощностью 0,15—0,45 м с содержанием 0,5—1,0 % трехокиси вольфрама. Месторождение связано с докембрийскими гранитными интрузиями. Жилы приурочены к трещинам скола во вмещающих граниты сланцах.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ ВОЛЬФРАМОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И РУДНЫХ РАЙОНОВ В СССР

Анализ имеющихся материалов по геологии месторождений вольфрама позволяет считать для территории СССР перспективными следующие группы месторождений (в порядке их значимости):

— штокверковые месторождения палеозойского возраста;
— жильные и скарновые месторождения мезозойского возраста;
— штокверковые месторождения мезозойского возраста;
— скарновые месторождения палеозойского возраста.

Штокверковые месторождения палеозойского возраста. До настоящего времени в СССР были известны только два штокверковых месторождения вольфрама, относимых к палеозойскому возрасту, — Верхне-Кайрактинское и Ак-Мая в Центральном Казахстане. При этом первое из месторождений считалось нерентабельным из-за низкого содержания вольфрама, а второе из-за незначительности запасов. Поэтому нахождение новых месторождений штокверкового типа палеозойского возраста не прогнозировалось.

Изменение отношения к штокверковым палеозойским месторождениям обязано двум событиям: во-первых; открытию Богутинского месторождения, характеризующегося сравнительно высоким содержанием трехокиси вольфрама в руде и весьма значительными запасами; во-вторых, пересмотру представления о генезисе Караобинского жильного месторождения, в результате которого оно было отнесено к категории штокверковых. Дело в том, что центральная часть рудного поля этого месторождения, насыщенная большим числом мелких жил и прожилков с вольфрамитом, касситеритом, молибденитом и висмутином, может рассматриваться как штокверковое месторождение, в котором среднее содержание трехокиси вольфрама на рудную массу штокверка обеспечивает рентабельную его эксплуатацию открытыми работами. Поскольку прогнозные запасы этих двух месторождений достаточно высоки и, кроме того, район их расположения достаточно благоприятен для выявления новых месторождений в аналогичной геологической обстановке, то данную группу вольфрамовых месторождений следует отнести к достаточно перспективным на территории СССР.

Нахождение Верхне-Кайрактинского и Богутинского месторождения в ороговикованных породах ордовика и силура вблизи от контакта с герцинскими гранитоидами позволяет предполагать, что наиболее перспективны блоки каледонских структур, которые в процессе герцинской складчатости и внедрения гранитных интрузий вели себя как жесткие глыбы, что привело к созданию систем частых трещин, явившихся путями для проникновения рудных растворов. По-видимому, во вмещающих породах присутствовало довольно значительное количество кальцита, что обусловило образование не вольфрамита, а шеелита. С этой точки зрения наибольший интерес представляет южная часть Джунгаро-Балхашской герцинской складчатой области и ее ближайшее обрамление.

Жильные и скарновые месторождения мезозойского возраста. Приведенные в настоящей главе данные по жильным и скарновым вольфрамовым месторождениям показывают следующее:

— месторождения связаны с кислыми интрузиями верхнемелового времени;

— основная часть месторождений, причем наиболее крупных, приурочена к внешней части Тихоокеанского складчатого пояса у его смыкания с древними платформами или с областями палеозойской складчатости;

— месторождения, как правило, локализуются в породах более древних, чем вовлеченные в складкообразование, и претерпевших благодаря своей консолидации не пликативную, а дизъюнктивную тектонику;

— скарновый либо жильный характер месторождений определяется составом вмещающих пород;

— для большинства жильных месторождений характерна металлогеническая связь вольфрама с оловом и стерильность в отношении молибдена.

Исходя из этих представлений, наиболее перспективными районами для выявления жильных и скарновых месторождений в СССР можно считать:

— Верхоянскую антиклинальную зону от устья р. Лены на севере до бассейна р. Юдомы на юго-востоке, в пределах которой находятся месторождения Агылкинское и Илинтасское;

— площадь развития нижнемезозойских образований в северной части Чукотского полуострова;

— центральную часть Сихотэ-Алинского антиклинория, район Баджальского хребта и северную часть Буреинского хребта.

Штокверковые месторождения мезозойского возраста. Перспективной на выявление месторождений мезозойского возраста является Восточно-Забайкальская зона мезозойской активизации.

Особую ценность в этом районе представляют штокверковые месторождения типа Инкурского, Спокойненского и даже Бугдаинского (молибден-вольфрамового), пониженное содержание трехокиси вольфрама в рудах которых по сравнению с жильными, компенсируется крупными запасами и возможностью добычи открытыми работами всей массы руды.

Все известные штокверковые месторождения локализуются непосредственно в телах интрузивов, иногда выходя за их пределы во вмещающие породы палеозоя. Представлены они комплексными рудами — флюорит-вольфрамитовыми или вольфрам-молибденовыми. Рудным минералом в первом случае является гюбнерит, во втором — шеелит. В последние годы в этой зоне зафиксирован ряд новых рудопроявлений штокверкового типа. Все это позволяет считать указанные выше геологические структуры перспективными на выявление месторождений штокверкового и жильного типа на тех площадях, где протерозойские и палеозойские образования прорываются мезозойскими интрузиями, наличие которых может считаться основным поисковым признаком.

Скарновые месторождения палеозойского возраста. Как уже указывалось, все скарновые месторождения вольфрама палеозойского возраста на территории СССР сосредоточены в Южно-Тяньшаньской и Джунгаро-Балхашской герцинских складчатых областях. Все они связаны с верхнекаменноугольными — нижнепермскими интрузиями и приурочены к контактам последних с карбонатными породами от силура до карбона. Скарны обычно геденбергитовые и гроссуляр-геденбергитовые. Содержание трехокиси вольфрама в отдельных рудных телах достигает 2,5—3 %, но обычно колеблется от 0,3 до 0,8 %. Рудным минералом является шеелит. На некоторых месторождениях встречается в небольшом количестве молибден и олово.

Перспективы этих областей вольфрамового оруденения изучены далеко в недостаточной степени; в последнее время в них встречен ряд новых скарновых проявлений вольфрама. Можно ожидать, что запасы трехокиси вольфрама в этом районе могут быть значительно увеличены.

Жильные месторождения палеозойского возраста. В настоящее время в СССР известны только три месторождения жильного типа, относимых по времени образования к палеозою: два из них (Акчатауское и Караобинское) находятся в Джунгаро-Балхашской

складчатой области и одно (Калгутинское) в Алтае-Саянской. В Алтае-Саянской области известно еще около 150 проявлений вольфрама, совершенно не оцененных, что позволяет считать ее достаточно перспективной на выявление новых месторождений.

В последнее время высказывается соображение о возможном наличии жильных месторождений вольфрама в Уральской складчатой области, связанных с верхнепалеозойскими интрузиями, однако, несмотря на многолетние поисковые работы, до сих пор там не выявлено ни одного из них.

Приведенные в настоящей главе материалы позволяют сделать следующие выводы:

— как по разведанным, так и по прогнозным запасам вольфрама основное значение в СССР имеют месторождения штокверкового типа герцинского возраста (табл. 20), сосредоточенные в

Таблица 20

Распределение разведанных и прогнозных запасов трехокиси вольфрама в СССР по геолого-промышленным типам и возрасту месторождений

Геолого-промышленный тип	Сумма разведанных и прогнозных запасов трехокиси вольфрама в месторождениях, %		Итого
	палеозойских	мезозойских	
Штокверковый	38,3	9,2	47,5
Скарновый	6,3	30,7	37,0
Жильный	2,9	12,6	15,5
Всего	47,5	52,5	100,0

южной половине Джунгаро-Балхашской области. На основании геологических данных следует отдать предпочтение штокверковому типу, как формирующему наиболее крупные месторождения, пригодные для отработки в крупных карьерах. Штокверковые месторождения верхнепалеозойского возраста в Казахстане, а может быть, и в Средней Азии, по-видимому, будут основной сырьевой базой для дальнейшего развития вольфрамовой промышленности в нашей стране;

— учитывая большую роль жильных и скарновых вольфрамовых месторождений мезозойского возраста в зарубежных странах, вероятно, можно ожидать повышения их относительного значения и в СССР, особенно в Тихоокеанском складчатом поясе. Перспективной также является и Восточно-Забайкальская зона мезозойской активизации, где могут быть открыты достаточно крупные месторождения не только жильного типа, но, очевидно, и штокверкового.

Глава VIII

МЕСТОРОЖДЕНИЯ МОЛИБДЕНА

Крупные молибденовые месторождения в мире представлены двумя разновидностями: штокверковыми собственно молибденовыми и молибденово-меднопорфировыми, по существу своему являющимися производными одного и того же рудообразующего процесса, конечной (третьей) разновидностью месторождений которого являются собственно меднопорфировые месторождения без молибдена. Поэтому первые, как не имеющие среди рудных минералов сульфидов меди, отнесены к группе штокверковых, а те, в которых медь преобладает над молибденом и последний является попутно извлекаемым, отнесены к группе меднопорфировых. Суммарно в этих двух группах заключено 96,4 % мировых запасов молибдена (табл. 21), причем бóльшая их часть (57 % мировых

Таблица 21

Распределение мировых запасов молибдена по геолого-промышленным типам и возрасту месторождений

Геолого-промышленный тип	Запасы молибдена в месторождениях, %				Итого
	докембрийских	палеозойских	мезозойских	кайнозойских	
Штокверковый	—	7,0	19,6	30,4	57,0
Меднопорфировый	—	2,0	3,7	33,7	39,4
Скарновый	—	0,2	3,7	—	2,9
Жильный	0,2	0,1	0,3	0,1	0,7
Всего	0,2	9,3	26,3	64,2	100,0

запасов) находится в собственно молибденовых месторождениях. На два других типа месторождений молибдена приходится всего только 3,6 % мировых запасов, в том числе 2,9 % на скарновые и только 0,7 % на жильные. Характерным для формирования месторождений молибдена является усиление интенсивности рудообразования по мере движения от древних эпох к молодым. Так 2/3 всех запасов мира приходится на кайнозойское, главным образом неогеновое время. Что же касается докембрия, то здесь известны только небольшие жильные месторождения.

Географическое распределение запасов молибдена в мире тоже крайне неравномерно. Основная их часть (72 %) относится к Тихоокеанскому складчатому поясу. В Средиземноморском поясе находится только 6 % запасов. Остальные запасы приурочены

к областям мезозойской активизации и каледоно-герцинской складчатости.

Для собственно молибденовых штокверковых месторождений характерны крупные размеры. Так, на долю 10 месторождений таких, как Клаймакс, Гендерсон, Квеста-II, Маунтин-Эмманс и Маунт-Толмен в США, Эндако, Алис-Арм и Руби-Крик в Канаде, Ододепе в Мексике и Кварц-Хилл на Аляске (последнее по времени формирования относится к мезозойскому времени, тогда как все остальные к кайнозойскому), приходится 93 % всех запасов штокверковых молибденовых месторождений в восточной части Тихоокеанского пояса и 65 % мировых запасов мезо-кайнозойских штокверковых месторождений.

ШТОКВЕРКОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЙНОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Все штокверковые месторождения молибдена кайнозойского возраста находятся в восточной части Тихоокеанского пояса на территории Северной Америки.

В США известны месторождения Клаймакс, Гендерсон, Маунтин-Эмманс, Квеста-II и др., в Канаде Эндако, Алис-Арм и Руби-Крик, в Мексике Ододепе.

Все указанные месторождения приурочены к внешней границе Тихоокеанского мезо-кайнозойского складчатого пояса и располагаются в краевой зоне Северо-Американской платформы на участках, испытавших влияние тектонических движений кайнозойского времени. Эти движения приводили к созданию зон разлома в краевой части платформы, по которым происходило перемещение отдельных консолидированных блоков. Тектонические напряжения, возникавшие в них, не могли привести к проявлению складчатости ввиду жесткости глыб, но создавали крупные зоны трещиноватости, служившие путями для проникновения малых интрузий кислого состава и местом последующего оруденения. Поэтому бóльшая часть месторождений образовалась восточнее пояса меднопорфировых месторождений.

Наиболее крупным штокверковым месторождением мира является Клаймакс в шт. Колорадо, приуроченное к брекчированным докембрийским гранитам и в меньшей мере к окварцованным и серицитизированным кристаллическим сланцам. Оруденение там связано со штоком монцонит-порфиров эоценового возраста, вокруг которого, и на глубине и в нем, развита кольцевая измененная зона с молибденовым оруденением штокверкового типа. Мощность оруденелой зоны колеблется от 100 до 300 м, прослежена она на глубину до 800 м. Зона окисления довольно значительная и распространяется до глубины 150 м. Среднее содержание молибдена в рудах месторождения в настоящее время 0,19 %, а в добытой ранее руде составило 0,246 %, вольфрама 0,03 %. Кроме того, на месторождении развиты руды с содержанием менее 0,1 % молибдена, которые при подсчете запасов не учитывались. Общие

запасы молибдена по месторождению превышают 1800 тыс. т (вместе с добытыми 920 тыс. т).

В семидесятые годы в шт. Нью-Мексико вблизи рудника Квеста, отрабатывавшего богатые кварц-молибденовые руды жильного типа, открыто штокверковое месторождение Квеста-II. Здесь под нижнетретичными эффузивами, залегающими в виде покрова, на глубине от 360 до 600 м и в зоне их контакта с более поздними третичными гранит-порфирами выявлено молибденовое оруденение на площади 1,6×1,2 км мощностью в несколько сот метров. Среднее содержание молибдена в рудной зоне 0,11 %. Запасы его 225 тыс. т. Позднее было выявлено еще одно рудное тело Гоут-Хилл с запасами 165 тыс. т молибдена при его содержании в руде 0,22 %. В 1979 г. появилось сообщение об открытии еще одного рудного тела с запасами 830 тыс. т молибдена при еще более высоком содержании (0,33 %).

Штокверковое месторождение Гендерсон открыто недавно в шт. Колорадо вблизи месторождения Юрад. Молибденовое оруденение на месторождении развивается в контактовой зоне штока миоценовых монцонит-порфиров с докембрийскими гранитами и сланцами, перекрываемыми юрско-меловыми осадками. Верхняя граница молибденового штокверка находится на глубине 700 м от дневной поверхности. Запасы молибдена очень велики и оцениваются в 965 тыс. т при содержании его в руде 0,25 %.

В Канаде со штокверковыми месторождениями связано более 50 % запасов молибдена. Наиболее крупные месторождения Эндако, Алис-Арм и Руби-Крик находятся в Британской Колумбии.

Молибденовое месторождение Эндако расположено в 560 км к западу от г. Ванкувер. Месторождение приурочено к тектоническому блоку в центральной части верхнеюрского массива кварцевых монцонитов. Рудное тело представляет собой штокверк вытянутых в широтном направлении кварц-молибденовых жил. Длина его 3500 м и ширина 380 м. Штокверк падает на запад, где оруденение распространяется на глубину 300 м. Рудные минералы — молибденит, пирит, магнетит, в небольшом количестве присутствует халькопирит. Нерудный минерал — кварц. На месторождении развиты мелкие прожилки мощностью до 60 мм, а также более крупные жилы полосчатого строения мощностью от 0,25 до 1,25 м. Расстояние между прожилками от 5 см до 1—2 м. Среднее содержание молибдена 0,048 %; запасы его 195 тыс. т.

По возрасту месторождение относится к периоду от средней юры до эоцена, так как породы интрузивного комплекса прорывают эффузивную толщу и туффогенно-осадочные породы верхнего триаса и перекрываются эоценовыми андезитовыми базальтовыми лавами. Последнее положение делает определение возраста достаточно условным, поскольку верхняя его граница может быть значительно выше. По общей геологической позиции района месторождение нами отнесено к числу кайнозойских.

Месторождение Алис-Арм представлено штокверковой зоной оруденения в монцонитах, прорывающих осадочные породы. Содержание молибдена в руде 0,095 %, запасы его 102 тыс. т. В районе медного месторождения Кэсиноу-энд-Канадиен-Крик выявлено новое месторождение Маунт-Хаскин, на котором оруденение развито в роговиках на их контакте с гранитным штоком. Среднее содержание молибдена 0,1 %; запасы его 12 тыс. т.

В 12 км от г. Атлин разведуется месторождение Руби-Крик, представленное оруденением штокверкового типа в монцонитах. Размеры рудного тела по поверхности 450×900 м, на глубину оруденение прослеживается до 300 м. Запасы молибдена 255 тыс. т при его содержании в руде 0,1 %.

Штокверковое молибденовое месторождение Ододепе выявлено в последнее время в северной части Мексики. Запасы молибдена оцениваются там в 180 тыс. т, содержание его в руде 0,12 %.

В Средиземноморском складчатом поясе пока известно только одно месторождение молибденовых руд кайнозойского возраста — Мачкатица. Оно находится в Югославии недалеко от границы с Болгарией. Оруденение там связано со штоком дацитов палеогенового возраста, прорывающим кристаллические сланцы, и представлено штокверком из кварц-молибденовых прожилков как в дацитах, так и во вмещающих породах. Содержание молибдена 0,10 %.

ШТОКВЕРКОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЗОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Штокверковые молибденовые месторождения мезозойского возраста известны на востоке КНР, где они связаны с внедрением яньшаньских (меловых) гранитов, и в Восточно-Забайкальской зоне мезозойской активизации на территории СССР и в МНР. В последние годы несколько месторождений этого типа выявлено на Аляске.

Характерным для этих месторождений является их приуроченность к небольшим массивам мезозойских гранитов и гранит-порфиров, находящихся недалеко от зон глубинных разломов. При этом оруденение находится или непосредственно в этих интрузиях, или во вмещающих их породах, сосредоточиваясь вблизи зон нарушения и в окварцованных и роговиковых породах.

Наиболее крупными месторождениями в КНР являются Цзындуйчен, Дахешань, Мачанчан и Луанчен. Месторождение Цзындуйчен находится в провинции Шэньси (север КНР) в 180 км к юго-востоку от г. Сиань. В районе месторождения развиты андезитовые породы позднего и среднего синия, прорванные верхнемезозойскими порфировидными гранитами. Оруденение приурочено как к андезитовым породам, превращенным в биотитовые роговики, так и к дайке гранит-порфиров и образует крупный штокверк при отношении длины к ширине 4 : 1, на глубину оно прослеживается до 800 м и более. Содержание молибдена в руде 0,12—0,15 %, причем в центральной части штокверка сконцентрированы более богатые руды.

Второе крупное месторождение Дахешань (Ченцоло) находится в провинции Гирин, в 55 км от г. Гирин. Гранитоидные породы прорывают досинийские и синийские образования. Штокверковое оруденение в виде кварц-молибденитовых прожилков приурочено к окварцованным и серицитизированным гранитам. Оруденение распространяется до глубины 300 м. Среднее содержание молибдена 0,05 %. В центральной части штокверка могут быть выделены более богатые руды с содержанием 0,07—0,08 % молибдена.

В провинции Юньнань находится месторождение Мачанчан, в пределах которого яньшаньские граниты прорывают девонские песчаники и амфиболиты. Оруденение приурочено к эндоконтактовой зоне массива и образует два крутопадающих рудных тела мощностью 30—40 м. Содержание молибдена 0,07—0,1 %.

Наиболее богатым по содержанию молибдена является месторождение Луанчен в провинции Хэнань. Район месторождения сложен протерозойскими мраморами, прорванными гранодиорит-порфирами. В пределах кровли и в меньшей мере в самих гранитах развиты прожилково-вкрапленные руды с содержанием молибдена от 0,11 до 0,23 %.

Наиболее крупным месторождением мезозойского возраста в СССР является Бугдаинское в юго-восточной части Читинской области. Район месторождения сложен биотитовыми и биотит-амфиболовыми среднезернистыми гранитами герцинского возраста. Указанные граниты прорваны мелкими гранитоидными интрузиями и дайками аплитов, аплитовидных гранитов, порфиров, фельзитов и лампрофиров. Рудное поле месторождения расположено вокруг небольшого штока гранит-порфиров, окаймленных зоной интенсивного окварцевания. Вокруг этой зоны развиты осветленные окварцованные и серицитизированные герцинские граниты, в которых имеется прожилково-вкрапленное оруденение, образующее штокверк, прослеженный на глубину до 600 м без признаков уменьшения оруденения. Молибденит дает тонкодисперсные чешуйки в кварцевых прожилках и жилках, а также развит в виде вкрапленности в серицитизированных гранитах.

Несколько меньшие размеры имеет Жирекенское месторождение, расположенное в поле развития гранитоидов среднепалеозойского и нижнемезозойского возраста, прорывающих метаморфические породы нижнего палеозоя. В районе месторождения широко распространены тектонические нарушения, по которым иногда развиваются рудоносные штокообразные и дайковые тела верхнеюрских интрузий. Главным рудным телом является штокверк изометричной формы, падающий на северо-восток под углом 60—70°. Оруденение распределяется в зависимости от трещиноватости пород и представлено в основном вкрапленностью, а также кварц-молибденитовыми прожилками.

Расположенное в бассейне р. Витим Орекитканское месторождение приурочено к тектонической зоне вдоль восточного экзоконтакта массива раннемезозойских порфировидных гранитов. В пределах зоны выделяется ряд рудных тел пластообразной формы при мощности 36—62 м. Оруденение проявляется в виде кварц-молибденитовых прожилков.

В юго-западной части Забайкалья находится Джидинское рудное поле, в пределах которого, кроме описанных в предыдущей главе, Холтосонского и Инкурского вольфрамовых месторождений, находится Первомайское (Джидинское) месторождение молибдена, расположенное к востоку от них. Штокверковое оруденение на месторождении приурочено к апикальной части штока раннемезозойских гранит-порфиров и во вмещающих его кембрийских сланцах. Оруденение представлено системой коротких прожилков кварц-молибденитового и кварц-полевошпат-молибденитового состава. Мощность прожилков обычно 0,3—2,5 см, реже до 10 см.

В юго-восточной Аляске находятся два молибденовых месторождения мезозойского возраста Кварц-Хилл и Кетикан. На первом из них запасы молибдена оцениваются в 585 тыс. т при его содержании в руде 0,09 %, на втором в 150 тыс. т при содержании в руде от 0,12 до 0,21 %.

ШТОКВЕРКОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Штокверковые месторождения палеозойского возраста известны в СССР, в Алтае-Саянской и Джунгаро-Балхашской складчатых областях и в Гренландии.

В пределах Алтае-Саянской складчатой области находится довольно значительное месторождение Сорское, расположенное на восточном склоне Кузнецкого Алатау в центральной части крупного Уйбатского плутона, имеющего каледонский возраст. Рудное поле месторождения сложено в основном сиенит-диоритами, прорванными лейкократовыми породами. Последние в свою очередь прорываются фельзит- и сиенит-порфирами, с которыми генетически и связывается оруденение.

В Джунгаро-Балхашской складчатой области молибденовое оруденение, связанное генетически с герцинскими интрузиями, представлено двумя молибденовыми штокверковыми месторождениями — Коктенкольским и Шалгия. Кроме того, небольшое количество молибдена имеется и в описанных выше молибден-вольфрамовых месторождениях — Верхне-Кайрактинском и Ак-Мая.

Коктенкольское месторождение представлено крупной штокверковой залежью в гидротермальных породах, пронизанных сетью тонких кварц-полевошпатовых прожилков и развито на значительной площади. Содержание молибдена в рудах от 0,01 до 0,3 %.

Месторождение Шалгия, имеющее несколько меньшие масштабы, расположено в западной части складчатой области. Главное рудное тело месторождения приурочено к штоку гранит-порфиров, прорывающих более древнюю интрузию основного состава. Оруденение развито в беризитизированных дайках фельзит-порфиров,

а также по зонам дробления во вмещающих гранит-порфиры амфиболитах.

Крупное штокверковое месторождение молибденовых руд Местерс-Виг выявлено на юго-восточном побережье Гренландии. Среднее содержание молибдена в руде 0,15 %, запасы металла 180 тыс. т. Учитывая, что месторождение находится в зоне палеозойской складчатости, можно считать возраст его не древней палеозойского.

МЕДНОПОРФИРОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЙНОЗОЙСКОГО И МЕЗОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Месторождения меднопорфировых руд, в том числе и содержащих молибден, описаны в главе «Месторождения меди»; в данном разделе дается их характеристика только применительно к этому молибдену; причем учитываются только те месторождения, из руд которых молибден извлекается при обогащении или по которым запасы его определены в предвидении ближайшего использования.

В США молибден содержат по меньшей мере 10 меднопорфировых месторождений. Наиболее крупными из них являются: Бингем в шт. Юта, Моренси, Твин-Бьюттс, Эсперанса, Сан-Мануэль и Минерал-Парк в Аризоне. Среднее содержание молибдена в меднопорфировых рудах составляет около 0,01—0,02 % при содержании меди 0,7—1,0 %. В последнее время вблизи рудника Эсперанса в Аризоне разведано новое месторождение Сьеррита. Руды его содержат 0,3 % меди и 0,028 % молибдена. Общие запасы молибдена во всех меднопорфировых месторождениях США определяются в 945 тыс. т. Оруденение большинства указанных месторождений связывается с монцонит-порфирами палеоцен-эоценового возраста.

В Канаде молибденовое оруденение известно на меднопорфировом месторождении Лорнекс в рудном районе Хайленд-Велли в Британской Колумбии. Содержание молибдена здесь колеблется от 0,01—0,02 до 0,03—0,07 % при содержании меди 0,427 %. Оруденение приурочено к нижнеюрскому батолиту кварцевых диоритов, прорванных более молодыми (по-видимому, нижнетретичными) кварцевыми диоритами и дайками дацитовых порфиров. Запасы молибдена порядка 30 тыс. т. В последние годы в этом районе выявлены еще два новых месторождения. На первом из них оруденение установлено на площади 850×520 м и до глубины 300 м. Руда содержит 0,018 % молибдена и 0,44 % меди. Запасы молибдена 56 тыс. т. На втором месторождении выявлены две рудные зоны. В первой содержание молибдена 0,052 % и меди 0,275 %, во второй — молибдена около 0,097 % и очень мало меди. Запасы молибдена около 40 тыс. т. В 22 км к северо-западу от г. Пигланд в Британской Колумбии находится месторождение Бренда (район Оканаган-Велли). Медно-молибденовое оруденение приурочено к

диоритам. Содержание молибдена в среднем 0,049 %, меди 0,183 %. Запасы молибдена 73 тыс. т.

На о.Ванкувер разведано месторождение меднопорфировых руд Айленд-Коппер, запасы молибдена в котором составляют 44 тыс. т при содержании его в руде 0,017 %. Содержание меди в среднем 0,52 %. На месторождении Кэсиноу-энд-Канадиен-Крик запасы молибдена составляют 240 тыс. т при его содержании в руде 0,024 %.

В Мексике молибден попутно извлекается из меднопорфировых руд месторождения Ла-Кананеа при содержании его в 0,005 % (меди 1,1 %).

Молибденовое оруденение в Чили известно в меднопорфировых месторождениях Чукикамата, Эль-Теньенте и Эль-Сальвадор, относящихся по времени формирования к эоцену. Содержание молибдена в рудах месторождения Чукикамата 0,006 %, Эль-Теньенте 0,012 % и Эль-Сальвадор 0,01 %.

В Перу, как и в Чили, молибденовое оруденение связано с меднопорфировыми рудами месторождений Токепала, Келловеко и Куахоне, имеющими кайнозойский возраст. Содержание молибдена в руде 0,01—0,02 %. И, наконец, на Филиппинах молибденовое оруденение известно на медно-молибденовом месторождении Сипалей на о. Негрос.

В СССР в настоящее время известны три месторождения кайнозойского возраста: Каджаранское, Дастакертское и Агаракское, находящиеся на территории Армении, в зоне Средиземноморского мезо-кайнозойского складчатого пояса.

Каджаранское месторождение приурочено к северной части Ордубад-Мегринского плутона эоценового возраста, представленного в пределах месторождения монцонитами, и ограничивается с юго-запада региональным Дебаклинским разломом, являющимся основной рудоконтролирующей структурой. Вблизи него монцониты претерпели гидротермальные изменения и оруденение. В пределах рудного поля широко развиты дайки гранодиорит-порфиров и фельзитов. Оруденение представлено прожилково-вкрапленным типом и образует крупный штокверк северо-западного простирания. На глубину оруденение развивается до 500 м. Прожилки, несущие оруденение, делятся на кварцевые, кварц-сульфидные и карбонатные. Мощность их от долей миллиметра до 2—5 см. Распределение оруденения неравномерное, на верхних горизонтах месторождения преобладают прожилковые руды, на глубине вкрапленные. В целом более высокие концентрации молибдена приурочены к зонам дробления, параллельным Дебаклинскому разлому и вдоль контакта даек гранодиорит-порфиров. В прожилково-вкрапленных рудах содержание молибдена колеблется от 0,13 до 0,15 %, в жилах содержание молибдена 0,5—1,5 %.

На Агаракском месторождении оруденение приурочено к гидротермальноизмененным сиенито-гранитам и гранодиорит-порфирам и является также прожилково-вкрапленным. Установлено по-

вышение содержания молибдена с глубиной при одновременном снижении содержания меди.

Рудовмещающими породами на Дастакертском месторождении являются сильно окварцованные, гидротермальноизмененные порфириты, гранодиориты и кварцевые диориты. Распределение оруденения неравномерное.

СКАРНОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Скарновые месторождения молибдена известны в СССР и в КНР. Единичные небольшие месторождения имеются в Южной Корее, Румынии и США.

Собственно молибденовых скарновых месторождений в СССР не известно. Обычно это или молибденово-вольфрамовые, или молибденово-медные месторождения; на некоторых небольших месторождениях молибден преобладает над медью и месторождения могут быть названы медно-молибденовыми.

Наиболее значительное молибден-вольфрамовое Тырныаузское месторождение, описанное в главе VII, находится в Кавказской складчатой области и относится по времени формирования к юрскому возрасту.

В Джунгаро-Балхашской складчатой области в районе развития описанных выше молибденовых штокверковых месторождений находятся два небольших медно-молибденовых месторождения Каратас-I и Каратас-IV. Месторождение Каратас-I сложено несколькими линзообразными рудными линзами в висячем и лежачем боках скарнового тела. На месторождении Каратас-IV серповидное рудное тело приурочено к брекчированным гранодиоритам на участке пересечения трех нарушений. Мощность его изменяется от 7 до 45 м. Кроме того, молибден зафиксирован в южной части области на Саякском медном месторождении.

Скарновые молибден-вольфрамовые месторождения известны и в Южно-Тяньшаньской складчатой области. Это описанные в главе VII месторождения Койташ и Чорух-Дайрон.

В КНР из месторождений скарнового типа наиболее крупными являются Янцзычжанцзы и расположенное в 10 км от него — Бейсуншумао. Оба эти месторождения находятся в провинции Ляонин в 60—70 км от г. Цзиньчжоу. Пластообразные скарновые залежи на месторождении Янцзычжанцзы приурочены к известнякам и сланцам кембро-силура вблизи их контакта с гранитами. На площади 6—8 км² выделяются три рудных участка, в пределах которых развиты скарновые тела длиной от 100 до 600 м. Содержание молибдена в рудах 0,1—0,3 %. На втором месторождении скарновая залежь приурочена к контакту мощной дайки гранит-порфира с известняками кембрия. Длина рудного тела по простиранию 900 м, по падению 400 м, мощность 13—15 м. От основного рудного тела ответвляются более мелкие. Содержание молибдена 0,08—0,14 %.

В Румынии известно крупное скарновое месторождение Бэнца — Бихорутуй, приуроченное к контакту известняков пермо-карбона и мезозоя с третичной интрузией банатитов.

В США молибден известен в скарновом вольфрамовом месторождении Пайн-Крик, где содержание молибдена на отдельных участках достигает 0,6 %, составляя в среднем 0,2—0,3 %. Запасы молибдена не превышают 5 тыс. т. Молибден известен и в шеелитовых скарнах месторождения Санг-Донг в Южной Корее, где содержание его составляет 0,02 %.

Небольшое скарновое месторождение Азегур известно в Марокко. Зоны скарнов образуются там под воздействием герцинских гранитов в докембрийских известняках. Молибден в зоне скарнов содержится в количестве 0,15—0,2 %. Месторождение отработано.

ЖИЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Жильные месторождения молибдена, как правило, имеют незначительные запасы и встречаются как в пределах платформ и щитов, имея докембрийский возраст (Канада, Норвегия, Индия), так и в палеозойских (СССР, Италия) и мезо-кайнозойских (США, Канада, МНР, СССР и др.) складчатых областях.

В Канаде до 1963 г. жильное месторождение Ла-Корн в Квебеке было единственным эксплуатирующимся месторождением. Пегматитовые и кварцевые жилы приурочены к контакту архейских гранитов и кристаллических сланцев и имеют мощность от 0,3 до 2 м. Среднее содержание молибдена в руде 0,2 %, запасы (оставшиеся) около 2 тыс. т. В настоящее время к западу от данного месторождения в районе Прейссак разведаны еще два жильных месторождения со средним содержанием молибдена 0,2—0,3 % и запасами в 6—7 тыс. т на каждом месторождении.

В Британской Колумбии известны два жильных месторождения Босс-Маунтин и Ред-Маунтин. На первом из них содержание молибдена в руде составляет 0,15 % и запасы оцениваются в 8 тыс. т. Второе месторождение, по-видимому, более мелкое.

В Мексике жильные месторождения представлены кварц-молибденовыми жилами. Наиболее крупное из них в шт. Халиско имеет руды, содержащие 2,5 % молибдена; запасы его 1,25 тыс. т. В Перу известно жильное месторождение Янчискоча с содержанием около 1 % молибдена.

В Европе наиболее крупными запасами молибдена располагает Италия. Здесь в северо-восточной части о. Сардиния выявлено жильное месторождение с запасами 30 тыс. т молибдена при его содержании в руде 0,6 %. На отдельных участках содержание металла достигает 4—5 %. Судя по геологическому строению этой части острова, можно предполагать, что формирование его связано с интрузивами герцинского возраста.

Молибденовое оруденение в Норвегии представлено месторождением Кнабен, находящимся в юго-западной части страны и приуроченным к полосе дробления в докембрийских гранитах и гра-

нито-гнейсах. Рудные тела — сложно-ветвящиеся кварцевые жилы и участки минерализованных гранитов с молибденитом и небольшим количеством сульфидов железа и меди. Содержание молибдена в руде 0,2—0,3 %. В 1961 г. в этом районе выявлено новое месторождение с содержанием молибдена в рудах 0,3 %.

Небольшие жильные месторождения в Турции разведывались в 70 км к югу от Бурсы. Содержание молибдена в руде 0,4 %. Запасы его 2 тыс. т. По возрасту месторождение относится к верхнему мезозою.

В Индии молибден в количество 0,005 % содержится в медных рудах жильного месторождения Ракха в шт. Бихар, относимого по возрасту к докембрию.

В Японии известны мелкие жильные молибденовые месторождения Тайе и Хирасе на о. Хонсю. Содержание молибдена в жильной массе 2,95 %, а в руде 0,66 % (за счет разубоживания, так как кварцевые жилы с молибденом очень маломощны).

На Филиппинах на о. Лусон выявлено небольшое жильное месторождение Лобо-Батангаз, руды которого содержат от 2,3 до 4,5 % меди и от 0,77 до 1,51 % молибдена. Запасы молибдена не превышают 2 тыс. т.

В Австралии известен ряд мелких месторождений в восточных штатах — Квинсленд и Новый Южный Уэльс, связанных с герцинскими гранодиоритами и располагающихся в зоне их эндоконтакта. Рудные тела трубчатой формы обычно имеют 1—2 м в поперечнике и содержат от 0,5 до 1,0 % молибдена.

Жильные месторождения молибдена в СССР развиты в тех же складчатых областях, что и штокверковые, бóльшая их часть находится в Восточно-Забайкальской и Джунгаро-Балхашской областях.

В Восточном Забайкалье известно пять жильных месторождений молибдена: Шахтаминское, Давендинское, Сарыгичинское, Амананмакинское и Алексеевское (Ключевское). Шахтаминское месторождение приурочено к тому же Шахтаминскому плутону биотит-роговообманковых гранитов, что и Бугдаинское штокверковое месторождение, описанное выше. Оруденение на месторождении связывается с дайками гранит-порфиров, гранодиорит-порфиров и диорит-порфиров верхнемезозойского возраста. Рудные тела представлены крутопадающими кварцевыми и кварц-карбонатными жилами. Средняя мощность их 0,1—0,6 м. Молибденит в виде мелких чешуек образует прожилки и вкрапленность в кварце. На Давендинском месторождении в такой же геологической обстановке встречено более 20 кварц-молибденитовых жил мощностью 0,3—0,6 м.

В Джунгаро-Балхашской области выявлено четыре жильных месторождения с молибденом, в том числе два молибден-вольфрамовых — Караобинское и Акчатауское, которые описаны в главе VII, и два молибденовых — Северо-Коунрадское и Восточно-Коунрадское (отработано). Восточно-Коунрадское месторождение было представлено кварц-молибденитовыми жилами, сопровождаемыми грейзеновой оторочкой и расположенными в гранитах пермского возраста. Мощность жил 0,4—1,0 м, грейзеновых оторочек — до первых десятков сантиметров. Среднее содержание молибдена 0,4 %. На Северо-Коунрадском месторождении на площади, вытянутой параллельно контакту гранитного массива, вскрыто более 40 кварцевых жил. Мощность жил обычно 0,1—0,5 м, реже до 1 м.

Помимо описанных районов жильные месторождения молибдена встречаются и в других местах. В Закавказье на территории Азербайджанской ССР в Ордубадском районе, недалеко от молибденовых месторождений Армении, разрабатывается мелкое Парагачайское месторождение, жилы которого содержат около 1 % молибдена. В Хабаровском крае в бассейне р. Буреи располагалось (к настоящему времени выработанное) месторождение Умальтинское в виде довольно крупной жилы. Несколько южнее, в бассейне р. Тырмы, известен ряд жильных проявлений молибдена. Рудопроявления молибдена известны и в Охотско-Чаунском районе. Они представлены кварцевыми жилами с молибденитом, но при невысоком его содержании, а также небольшими штокверками и минерализованными зонами дробления. На Полярном Урале известно Харбейское месторождение молибдена. Рудная зона находится в кембрийской гнейсовой толще и представлена четковидными кварц-молибденитовыми жилами, располагающимися параллельно полосчатости гнейсов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И РУДНЫХ РАЙОНОВ В СССР

Приведенные данные о молибденовых месторождениях мира с достаточной убедительностью показывают, что наиболее эффективными для промышленного освоения являются месторождения штокверкового типа как собственно молибденовые, так и медно-порфировые. Основные месторождения молибденовых руд штокверкового типа сформировались в три эпохи рудообразования: палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую (табл. 22). В СССР в настоящее время известны месторождения двух первых эпох, кайнозойские же месторождения, развитые в восточной части Тихоокеанского складчатого пояса, пока на территории СССР не выявлены, хотя перспективы для этого имеются. Вероятнее всего, что они существуют в тех частях Тихоокеанского складчатого пояса, где сохранились блоки древних пород, не переработанных более молодой складчатостью. Такими блоками являются Охотский, Омолонский и Тайгоносский массивы, где на древних докембрийских породах развиты отложения палеозойского платформенного чехла. К перспективным районам могут быть отнесены и краевые части Чукотской плиты, прилегающие к складчатому поясу (северо-восточная часть Чукотки) и восточное окончание Алданской платформы, где в пределах Аяно-Майского района фиксировались проявления молибдена, оставшиеся не изученными. Очевидно, это единственный в настоящее время регион, где можно ожидать вы-

явления месторождений типа североамериканских с повышенным (0,18—0,30 %) содержанием молибдена при крупных масштабах месторождений.

Однако наличие уже известных и прогнозируемых месторождений в районах с развитой промышленностью позволяет не включать перечисленные перспективные площади в число первоочередных для поисков новых молибденовых месторождений.

Таблица 22

Распределение разведанных и прогнозных запасов молибдена в СССР по геолого-промышленным типам и возрасту месторождений

Геолого-промышленный тип	Сумма разведанных и прогнозных запасов в месторождениях, %				Итого
	докембрийских	палеозойских	мезозойских	кайнозойских	
Штокверковый	—	20,5	30,4	12,4	63,9
Меднопорфировый	—	7,1	—	21,5	28,6
Скарновый	—	1,0	7,1	—	8,1
Всего		28,6	37,5	33,9	100,0

Открытия новых месторождений штокверкового типа мезозойского возраста на территории СССР можно ожидать в Восточно-Забайкальской зоне мезозойской активизации. Наиболее перспективными там являются площади проявления мезозойских интрузий, тяготеющих к зонам глубинных разломов субширотного (на север и юг от Станового хребта) и субмеридионального (по восточной и западной окраинам Алданского щита) направлений.

Незначительное число палеозойских штокверковых месторождений в СССР (два — в Джунгаро-Балхашской складчатой области и одно — в Алтае-Саянской складчатой области), к тому же относящихся к разным стадиям (герцинской и каледонской) палеозойского тектоно-магматического цикла, не дают возможности обоснованно прогнозировать районы выявления новых месторождений. Можно лишь предположить, что месторождения описываемого типа могут быть открыты как в Джунгаро-Балхашской, так и в Алтае-Саянской складчатой области.

Вопрос о перспективах выявления молибденсодержащих меднопорфировых месторождений различного возраста рассмотрен в главе II, а молибденового оруденения скарнового типа — в главе VII.

Надо сказать, что географическое распределение прогнозных запасов молибдена в СССР значительно отличается от распределения запасов известных месторождений, что связано с прогнозированием совершенно новых районов, в частности в пределах Тихоокеанского пояса.

На ближайшие годы основными районами для поисков молибдена могут быть:

— Восточно-Забайкальская зона мезозойской активизации, перспективная на выявление штокверковых месторождений мезозойского возраста. Прогнозируемые месторождения будут приурочены к площадям, тяготеющим к глубинным разломам, заложенным в древних породах, при обязательном наличии мелких гранитоидных интрузий мезозойского возраста. Наиболее перспективными в отношении молибденового оруденения являются зоны глубинных разломов и прилегающие к ним площади с юга и севера от поднятия Станового хребта и с западной и восточной окраин Алданского щита;

— юго-восточная часть Джунгаро-Балхашской складчатой области, где развиты каледонские складчатые структуры, и западная часть Алтае-Саянской складчатой области;

— в последующие годы при экономическом освоении северо-восточных районов СССР крупные штокверковые молибденовые месторождения кайнозойского возраста с повышенным содержанием молибдена могут быть выявлены в пределах Тихоокеанского складчатого пояса вдоль восточной окраины Алданского щита, в районах Охотского, Омолонского и Тайгоносского массивов, а также в северо-восточной части Чукотки.

Глава IX

МЕСТОРОЖДЕНИЯ РТУТИ

Размещение промышленных месторождений ртути в мире подчиняется довольно четко установленной закономерности — все они приурочены или к поясам мезо-кайнозойской складчатости (Средиземноморскому и Тихоокеанскому) и их ближайшему обрамлению (прилегающие части эпиплатформ), или к зонам тектономагматической активизации, имеющим возраст не древнее мезозойского (рис. 3).

Около 85 % учтенных к настоящему времени в мире (без СССР) запасов ртути (с учетом добытого из недр количества ртути) приходится на три крупнейших месторождения: Альмаден в Испании, Монте-Амиата в Италии и Идрия в Югославии. Все эти месторождения находятся в пределах Средиземноморского складчатого пояса или его обрамления. Вообще ртутные месторождения известны во всех странах, на территории которых развиты образования этого пояса. При этом наибольшая концентрация ртутных месторождений наблюдается на территориях Алжира, Турции, Кавказа и Закавказья. Масштабы ртутных месторождений при этом находятся в прямой зависимости от геологической обстановки. Везде, где существовало сочетание зон глубинных разломов с участками пологих надвиговых структур, формировались достаточно крупные месторождения, оруденение в пределах которых развивалось по проницаемым (песчаники) или мелкотрещиноватым (известняки, кварциты) породам под непроницаемым экраном, создаваемым или надвинутыми породами (сланцы), или довольно мощными глинами, образовавшимися в зоне надвига. При отсутствии указанных условий возникали более мелкие месторождения трещинного или даже гнездового типа, отложение киновари в которых происходило непосредственно в тектонических зонах.

Как известно, все собственно ртутные месторождения по своим промышленным (в основном морфологическим) признакам могут быть разделены на три основные группы: субпластовые, жильные и мелкие гнездовые. Однако это разделение, имеющее значение для разведки месторождений и практического использования средних и мелких месторождений, зачастую теряет свое значение на месторождениях крупных, где можно встретить ряд промышленных типов. Кроме того, зависимость морфологии рудных тел ртутных месторождений не от их положения в той или иной общей геологической обстановке региона, а от структурной позиции того или иного локального участка, где оно сформировалось, делает не целесообразным выделение геолого-промышленных типов при прогнозировании крупных районов, хотя имеет большое значение при локальном прогнозировании. Поэтому в данной главе описание ведется по крупным геологическим регионам, причем из зарубежных месторождений описываются в основном наиболее крупные месторождения с учтенными запасами.

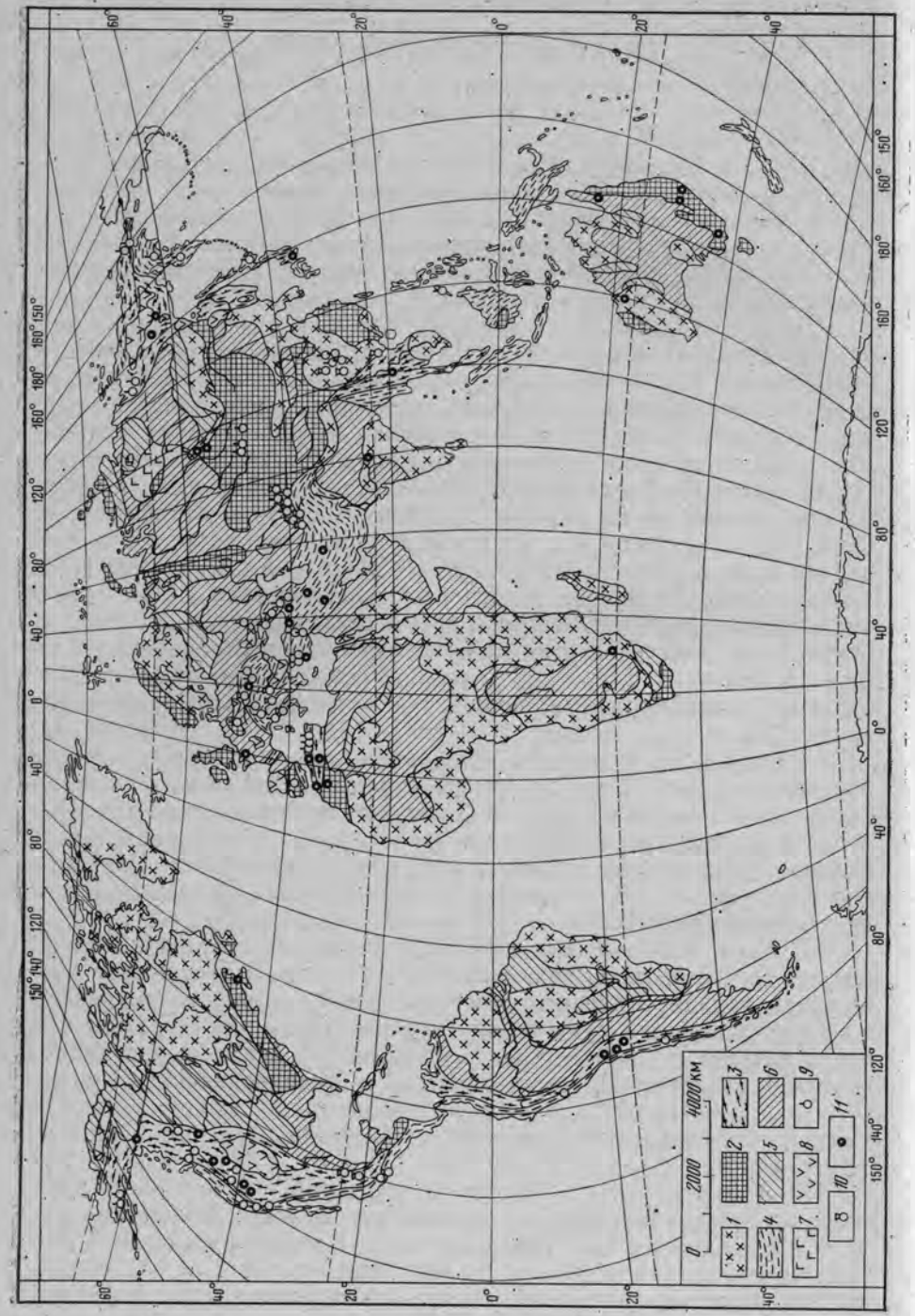
В Испании в районе Альмаден оруденение приурочено к толще переслаивающихся кварцитов, песчаников, известняков и сланцев ордовикского возраста и связано с тремя крутопадающими пластами, получившими название Сан-Николас, Сан-Франциско и Сан-Педро — Сан-Диего. Последний, наиболее богатый, пласт имеет мощность от 6 до 9 м, мощность двух остальных от 7 до 12 м. Оруденение прослеживается на 180—350 м по простиранию и до 700 м на глубину. В пределах месторождения устанавливается надвиг, под которым, как под экраном, по мнению многих исследователей, концентрировалось ртутное оруденение.

Ртутная минерализация в пласте Сан-Педро — Сан-Диего выражена прослойками и неправильными скоплениями, расположенными обычно согласно с плоскостями напластования в песчаниках. В других рудных пластах ртутное оруденение проявляется в виде вкрапленности киновари в промежутках между зернами кварца и в виде мелких прожилков. Содержание ртути в пласте Сан-Педро — Сан-Диего достигало 15—20 %, в то время как в двух остальных оно не превышало 2—2,5 %. В связи с отработкой в первую очередь наиболее богатых руд содержание ртути в товарной руде в 1940 г. было 7,5 %, в 1944 г. — 5,2 %, в 1959 г. — 3,6 %, в 1962 г. — 3,2 %, а сейчас оно снизилось до 1,2 %. Запасы месторождения в настоящее время оцениваются в 200 тыс. т ртути. Если учесть, что с начала эксплуатации месторождения добыто 400 тыс. т ртути, то общие его масштабы будут около 600 тыс. т, что больше имеющихся в настоящее время мировых запасов.

Кроме района Альмаден в Испании известны более мелкие ртутные месторождения на севере страны, в провинции Овьедо. Оруденение здесь представлено киноварью и аурипигментом и приурочено к зоне брекчирования в углистых сланцах и песчаниках мелового возраста. Мощность рудной зоны около 10,5 м, содержание ртути около 1 %. Оруденение с перерывами прослеживается на несколько километров.

В Италии расположено второе по размерам месторождение в мире — Монте-Амиата, находящееся в Тоскане. По существу это большая группа отдельных месторождений, сконцентрированных в зоне длиной более 35 км и шириной около 8 км, простирающейся вдоль восточного склона горы Монте-Амиата. Всего на указанной площади известно 41 месторождение и рудопроявление. Кроме того, одно месторождение — Серрето-Пиано — не входит в состав указанной группы, но находится в ближайшем его окружении (в 15 км к юго-западу).

Район Монте-Амиата сложен известняками и сланцами рэтского яруса триаса, лейаса, сеномана и эоцена, маломощными озерными осадками миоцена и плиоцена и постплиоценовыми образованиями — травертинами и брекчиями осыпей. Все осадочные породы, включая эоценовые, перекрываются трахитами горы Мон-



те-Амиата, образующими мощный покров. Через район месторождений проходит крупный меридиональный разлом с оперяющими его трещинами и значительной зоной дробления, с которыми связывается гидротермальная переработка пород и ртутное оруденение. Эта зона разлома не затрагивает трахитовый покров, который является более молодым и по существу в ряде случаев служит экраном, под которым накапливалось ртутное оруденение.

Оруденение приурочивается как к известнякам, так и к песчаникам; в первом случае киноварь встречается в глинах, заполняющих промежутки между обломками и валунами известняков и образует прожилки и гнезда, обогащенные киноварью. В песчаниках киноварь замещает кальцитовый цемент или овоиды в случае кремнеземистого цемента. Руды в песчаниках обычно содержат больше ртути, чем связанные с известняками. Возраст оруденения считается позднеплиоценовым, так как оруденение проявляется и в породах плиоцена. Наиболее крупными месторождениями группы являются Аббадиа-Сан-Сальваторе и Сиеле. Несколько меньше их месторождение Аргус.

На месторождении Аббадиа-Сан-Сальваторе оруденение приурочено к мощной зоне брекчирования вдоль контакта осадочных пород и перекрывающих их трахитов. Рудная залежь имеет в целом плащеобразную форму и состоит из ряда минерализованных блоков раздробленных сланцев с глыбами известняков, представляющих рудные столбы, распространяющиеся в пределах рудной залежи по вертикали до 150 м. На месторождении Сиеле оруденение тяготеет к зоне сброса Фаглия-Принсипаль, локализуясь вдоль нарушений северо-западного простирания. В верхних горизонтах оруденение приурочено к контакту сланцев с известняками, в нижних — к песчаникам. Среднее содержание ртути в рудах месторождения Аббадиа — 1 %, в рудах Сиеле — 3 %.

На месторождении Аргус оруденение также развивается вдоль нарушений северо-западного простирания, располагаясь в песчаниках, причем наиболее богатые руды находятся в зоне контактов между ними и битуминозными известняками. Мощность рудных тел около 2—5, но достигает и 50 м. Глубина их по падению до 50 м. Среднее содержание ртути составляло в 1950 г. 1,21 %, а к настоящему времени снизилось до 0,4 %. Общие запасы ртути в районе Монте-Амиата оцениваются в 100 тыс. т. Надо учесть, что за время эксплуатации добыто также 100 тыс. т.

В. П. Федорчук [46] считает, что приуроченность месторождений группы Монте-Амиата к периферическим частям массива

Рис. 3. Размещение на земном шаре основных геолого-промышленных типов месторождений ртути и сурьмы и особенности их геологического положения:

1 — древние платформы и щиты с прилегающими к ним областями протерозойской складчатости; *2* — области палеозойской складчатости; *3* — области мезозойской складчатости; *4* — области кайнозойской складчатости; *5* — площади развития палеозойских континентальных образований на платформах; *6* — области развития мезозойских континентальных образований на платформах; *7* — площади развития мезозойской трапповой формации; *8* — срединные массивы в складчатых областях; *9* — месторождения ртути; *10* — месторождения сурьмы, связанные с кремнисто-карбонатными брекчиями; *11* — жильные сурьмяные и золото-сурьмяные месторождения

молодых липаритов дает основание говорить о субвулканическом происхождении отдельных месторождений этого рудного узла. В их образовании, по его мнению, могли принимать участие высокотемпературные газово-жидкие эманации, о чем свидетельствует наличие многочисленных термальных и горячих источников, контролируемых зонами глубоких разломов.

Месторождение Идрия в Югославии расположено в Юлийских Альпах (45 км севернее г. Триест) в области Динарского антиклинория и приурочено к зонам дробления и брекчирования в верхнетриасовых известняках и доломитах, под перекрывающими их сланцами карбона, являвшимися экраном для верхней границы оруденения. Менее интенсивная минерализация наблюдается в сланцах и песчаниках. Оруденение прослеживается в зоне длиной 1500 м при ширине 300—600 м. Всего на месторождении выявлено 14 крупных рудных тел и ряд более мелких. Рудные тела представлены рудными столбами трубообразной формы с ответвлениями в виде более мелких трубок, пластообразных залежей и линз. Рудные столбы в свою очередь состоят из минерализованных участков и участков пустых пород, сложно переплетающихся между собой. Переход рудных тел во вмещающие породы постепенный. Среднее содержание ртути в настоящее время 0,9 %, причем оно все время понижается: в начале эксплуатации месторождения (XV—XVI вв.) в основном добывались штуфные руды, в XIX в. содержание ртути в руде снизилось до 2 %, а в 1935 г. до 0,8 %. Образование месторождения связывается с субвулканическо-гидротермальной деятельностью в верхнем мезозое. Более мелкие месторождения ртути, имеющиеся в Югославии, частично относятся к третичному времени. На месторождении добыто с начала эксплуатации 200 тыс. т ртути.

В Австрии известно месторождение Деллах в бассейне р. Дравы, запасы которого оцениваются в 6 тыс. т ртути. Учитывая, что на этом месторождении запасы руды определены в 2 млн. т, можно предполагать, что содержание ртути в руде составляет около 0,3 %. Это месторождение находится в зоне кайнозойской складчатости, на основании чего можно предположить, что его возраст не древнее верхнего мезозоя, а может быть, и третичный.

В ФРГ известны месторождения ртути в районе земель Рейнланд-Пфальц, расположенные в полосе северо-восточного простирания на протяжении 50 км. Киноварь образует прожилки, гнезда и вкрапленность в песчаниках и сланцах нижнепермского возраста и в брекчированных дайках порфиров. Месторождения интенсивно отрабатывались в XVII—XVIII вв. и в 1935—1944 гг. В настоящее время все известные месторождения выработаны.

Мелкие месторождения ртути известны в Румынии и Чехословакии. В Румынии месторождение Валя-Досолуй находится в долине р. Досу. Киноварь образует вкрапленность и тонкие прожилки в известковистых песчаниках и сланцах нижнего мела на контакте с неогеновыми интрузиями. В Чехословации в Словацких Рудных горах известно ртутное оруденение в третичных вулканогенных породах. Содержание ртути 0,1—0,3 %.

Ртутные месторождения Турции расположены на западе страны в широтной полосе, начинающейся от п-ова Карабурун на западе до г. Конья на востоке. Основная добыча в настоящее время ведется на месторождениях Балта и Кутайя в районе г. Конья. Оруденение здесь представлено прожилками и гнездами киновари, местами с антимонитом, в зонах нарушений среди известняков пермо-триаса вблизи контакта их с филлитами. Содержание ртути в рудах от 0,3 до 2,5 %, а в среднем около 0,5 %.

К востоку от г. Измира разведано месторождение Халикёй, где киноварь развита по трещине, выполненной серой глиной, на контакте гранитов с мусковитовыми сланцами, ширина оруденелой зоны 0,05—0,3 м, содержание ртути в руде 0,44 %. На п-ове Карабурун имеются два ртутных месторождения Карареис и Каледжик. Содержание ртути в руде на первом месторождении 2,0 %, на втором 0,54 %. Оруденение представлено минерализованными пластами окварцованных песчаников, сланцев и туффитов мощностью от 0,2—1,5 до 4—8 м и протяженностью до 100 м. Недавно в районе Кастаману выявлено новое небольшое месторождение ртути с содержанием ртути в добываемой руде 1,23 %. Кроме того, ртутное оруденение наблюдается на вольфрамовом месторождении Гюмюслер; в одной из кварцевых жил этого месторождения мощностью 1 м содержится 3,5—4,5 % трехокиси вольфрама, 3,6—4,7 % сурьмы и 0,16—0,20 % ртути. Общие запасы ртути в стране оцениваются в 8 тыс. т. Все месторождения Турции находятся в зоне кайнозойской складчатости, что позволяет с достаточным основанием считать их также кайнозойскими.

Новая ртутоносная провинция открыта на севере Африканского континента на территории Алжира, Марокко и Туниса. Пока крупные месторождения выявлены только в Алжире, но можно предполагать, что территории этих стран в отношении ртутоносности изучены очень слабо.

В Алжире в 1966—1967 гг. разведаны месторождения Исмаил и Мра-Сма и выявлено месторождение Гениша. Все указанные месторождения, а также ранее известное месторождение Рас-эль-Ма находятся в пределах одной субширотной зоны ртутной минерализации, протягивающейся вдоль северного склона Нумидийского хребта по Северо-Нумидийскому разлому. Месторождения приурочены, как правило, к местам пересечения этого разлома более мелкими косыми разрывными нарушениями.

Месторождение Рас-эль-Ма расположено на западе указанной зоны (близ г. Скинда) и известно более 120 лет. Оруденение на месторождении локализуется в тектонических трещинах среди песчаников, мергелей и известняков среднего эоцена. На расположенном в 4 км восточнее месторождении Исмаил оруденение связано с сопряжением крутопадающего разлома с пологопадающим надвигом и находится в лежачем боку последнего среди гидротермально переработанных известковистых конгломератов, песча-

ников и известняков среднего эоцена. Рудное тело представлено пластовой залежью мощностью 6,4 м, развитой на площади 70×500 м. Основные рудные минералы — киноварь и метациннабарит. Среднее содержание ртути на месторождении около 0,8 %, хотя встречаются и более обогащенные участки с содержанием ее 1,63 %. Месторождение Мра-Сма находится в 10 км восточнее месторождения Исмаил. Оруденение там связано с зоной пересечения Северо-Нумидийского надвига Мра-Сминским разломом и представлено пологопадающими рудными столбами в зоне дробления эоценовых пород под надвигом и жилообразными телами барит-кальцитового состава. Основные рудные минералы — киноварь, галенит, церуссит и смитсонит. На месторождении выделяются соответственно ртутные и ртутно-полиметаллическе руды. Содержание ртути в вкрапленных рудах колеблется от 0,05 до 1,0 %, в массивных от 1 до 20 % и более. Месторождение Мра-Сма по своим запасам является наиболее крупным среди описанных. Месторождение Гениша, расположенное восточнее, относится к тому же типу и связано с породами эоцена.

Новая территория ртутной минерализации в Алжире выявлена также на юго-западном склоне массива Джебель-Сафия на восток от описанных выше месторождений среди карбонатных пород юры и мела, где оруденение приурочено к зонам окварцевания в тектонических брекчиях среди песчаников мела и представлено кальцит-баритовыми жилами с киноварью.

На Кавказе месторождения ртути известны в трех зонах: в зоне Северного склона, в пределах Краснодарского и Ставропольского краев и Северной Осетии, в зоне Южного склона, в пределах Грузии, и в зоне Малого Кавказа, в пределах Азербайджана.

В Краснодарском крае ртутные месторождения залегают среди юрских и меловых флишевых образований и образуют две полосы северо-западного простирания — южную и северную, приуроченные к глубинным разломам. Месторождения находятся в сводовых частях антиклинальных складок и локализуются в основном в песчаниках и конгломератах, но встречаются и среди эффузивных пород и в известняках. Возраст оруденения кайнозойский. Рудные тела обычно имеют пластовую и столбообразную форму и располагаются субпараллельно (Белокаменское месторождение) или кулисообразно (Сахалинское месторождение). Представлены они брекчиями, в цементе которых вместе с кварцем, диккитом и карбонатом присутствует киноварь, а в отдельных случаях и антимонит. Главными месторождениями района являются — Сахалинское, Белокаменское и Перевальное.

Сахалинское месторождение представлено двумя тектоническими разобщенными блоками. Первый из них содержит рудные тела, приуроченные к разломам на крыльях антиклинальной складки и имеющие мощность от 0,5 до 45 м при содержании ртути от 0,07 до 0,93 %. Второй блок представлен зоной мощностью 15—100 м, в которой располагаются рудные тела мощностью 1—3 м. На Белокаменском месторождении оруденение связано с зонами дробления и брекчирования пород нижнего готерива, представленных песчаниками, конгломератами и глинами. Залежи крутопадающие линзовидные мощностью от 0,8 до 11,2 м. Перевальное месторождение приурочено к нижнемеловым терригенным отложениям, пересекаемым серией трещин. Залежь имеет форму рудного столба. В последнее время в этом районе выявлены еще два месторождения: Дальнее и Каскадное.

На востоке Северного Кавказа, в Северной Осетии, находится Наро-Мамисонское рудное поле, приуроченное к широтной полосе песчано-глинистых пород среднего лейаса, вытянутой вдоль надвиговой зоны, где имеется ряд ртутных проявлений.

Вдоль южного склона Кавказского хребта протягивается ртутоносная полоса, в пределах которой зафиксирован ряд проявлений и месторождений ртути и сурьмы, из которых промышленные месторождения ртути (Ахейское и Авадхарское) находятся в западной части полосы, в бассейне р. Бзыбь, а сурьмы (Верхне-Рачинская группа) в восточной, в районе Верхней Рачи.

Ахейское месторождение расположено в зоне развития песчаников и вулканогенных пород лейаса. Рудный горизонт приурочен к зоне интенсивного дробления, окварцевания и диккитизации пород. Представлено оруденение вкрапленностью и пленками киновари по мелким трещинам отдельности в песчаниках. На участках интенсивного дробления оруденение приурочено к цементу брекчий. Мощность рудных тел колеблется от 1,3 до 13,2 м, содержание ртути от 0,01 до 1,9 %. Рудное поле Авадхарского месторождения сложено глинистыми сланцами верхнего лейаса, чередующимися с межпластовыми покровами диабазов и их туфов. Ртутная минерализация приурочена к сводовой части антиклинали, разбитой нарушениями. Представлена она трещинными жилами прожилково-вкрапленных руд.

В Азербайджанской ССР, в пределах Севано-Карабашской зоны, ртутное оруденение встречено в породах от средней юры до миоцена и приурочивается к контактам вулканогенно-осадочных и перекрывающих их карбонатных пород. В зоне известны два месторождения — Шорбулагское и Агятагское — и ряд рудопроявлений.

Агятагское месторождение залегает в вулканогенно-осадочных породах нижнего сенона, причем оруденение локализуется в тектонических зонах внутри указанных пород. Пока на месторождении оконтурено одно рудное тело гнездообразной формы, но вскрыт еще ряд рудных тел в лиственитах мощностью 1—2 м с содержанием ртути 0,15—0,52 %. Шорбулагское месторождение приурочено к тектоническим трещинам, выполненным лиственитами, образующими линзы в контакте серпентинитов с вмещающими их породами. Рудные тела имеют мощность от 1 до 5—7 м. В районе данного месторождения выявлен еще ряд рудопроявлений. Отдельные проявления ртути известны также на территории Армении на продолжении зоны Агятагского месторождения к западу.

В Восточно-Карпатской складчатой области, несмотря на широкое проявление ртутной минерализации, пока известны только три небольших месторождения: Боркут, Большой Шаян и Грендеш, составляющих Вышковское рудное поле. Оруденение связано там с зонами разломов в песчаниках, туфах и диорит-порфиритах верхнемезозойского возраста и представлено разобщенными линзами и гнездами небольших размеров. Характер оруденения прожилково-вкрапленный, но иногда встречаются и гнездовые скопления киновари.

Несмотря на нахождение всех описанных месторождений в пределах Средиземноморского складчатого пояса, время их формирования определяется различно. Так, в связи с тем, что оруденение на месторождении Альмаден развито в силурийских сланцах под надвигом палеозойских глинистых сланцев, его образование связывается большинством исследователей с герцинским интрузивным циклом. Для ряда других месторождений ртути в Испании возраст оруденения определяется как меловой. Для месторождения Идрия, где оруденение развито в верхнетриасовых известняках под надвигом сланцев карбона, возраст оруденения, по-видимому, верхнемезозойский, хотя одновременно описывается ряд близрасположенных месторождений эоценового возраста. Время формирования месторождения Монте-Амиата рядом исследований признается позднеплиоценовым, так как в плиоцене известны в этом районе мелкие проявления ртути, хотя промышленные скопления ее встречаются среди отложений не моложе эоценового возраста. Возраст основных месторождений Алжира определяется как эоценовый, хотя имеются сообщения и о выявлении месторождений мезозойского возраста. Месторождения Турции относятся частично к мезозойскому, а частично к кайнозойскому времени. Верхнемезозойским возрастом датируется время образования большинства ртутных месторождений юга СССР, хотя для части месторождений Закавказья он определяется как эоценовый.

Таким образом, если принять, что в Средиземноморском поясе имеются три крупнейших, но разновозрастных (верхнепалеозойское, верхнемезозойское и кайнозойское) месторождения, сопровождаемых группами более мелких месторождений, то, следовательно, существовала повторяемость процесса ртутного образования большого масштаба в одном и том же локальном районе при различных геологических условиях. Вряд ли можно допустить возможность повторения одного и того же процесса со столь значительным перерывом.

В. И. Смирнов первым отнес основные месторождения ртути в Средиземноморском поясе к альпийскому циклу рудообразования. На возможный мезо-кайнозойский возраст месторождения Альмаден указывает А. Д. Щеглов [49]. Анализируя позицию трех основных месторождений пояса, автор настоящей работы склонен считать, что их формирование произошло в один и тот же тектоно-магматический цикл, возраст которого должен быть определен как эоценовый. Не исключается возможность, что ряд мелких

месторождений Закарпатья и Северного Кавказа в СССР, месторождений Испании, ФРГ, Австрии, Румынии и Турции был сформирован в более раннее время, т. е. в верхнем мезозое. Однако масштабы этого процесса рудообразования были несравненно меньшими и поэтому более или менее крупные месторождения в это время не образовывались.

Вторым по запасам ртути является Тихоокеанский складчатый пояс. Ртутные месторождения находятся как в его восточной (Канада, США, Мексика, Перу, Чили и др.), так и в западной (Чукотка, Камчатка, Япония, Филиппины, Индонезия) части. Как и в Средиземноморском поясе, здесь явно видна зависимость масштаба месторождения от геологических условий его формирования. В случаях, когда имело место экранирование надвигами, возникали относительно крупные месторождения. Такими являются: месторождение Уанкавелика в Перу, где оруденение приурочено к пористым песчаникам и известнякам мелового возраста под надвигом сланцев, месторождение Нью-Альмаден в Калифорнии, на котором оруденение локализуется в юрских песчаниках и известняках под тектоническими глинами на контакте этих пород с серпентизированными перидотитами, Западно-Палянское месторождение на Чукотке (СССР), где часть оруденения связывается с песчаниками под пологопадающей тектонической зоной, и т. д. В случаях, когда месторождения приурочены непосредственно к крутопадающим зонам разломов, ртутное оруденение имеет меньшие масштабы.

В Канаде наиболее крупными являются два месторождения — Пинчи-Лейк и Бралори-Такла в Британской Колумбии. Оруденение приурочено там к брекчированным зонам в доломитизированных известняках пермского возраста, но возраст его является, очевидно, как и на месторождениях США и Аляски, кайнозойским, о чем свидетельствует приуроченность месторождений к области мезо-кайнозойской складчатости. Рудные тела на месторождении Пинчи-Лейк имеют мощность от 1,7 до 6,4 м, содержание ртути в них 0,13—0,33 %.

В последние годы в Канаде изучается ряд новых месторождений ртути близ г. Лиллуэт. К северо-западу от него находится месторождение Силвер-Крик, где запасы ртути определены в 1,8 тыс. т при среднем содержании 0,1 %. В том же районе находится месторождение Ялаком с запасами около 3 тыс. т при содержании ртути в руде 0,165 %. Месторождение Тайтон-Крик имеет основное рудное тело мощностью 8 м при содержании ртути 0,16 % и другие рудоносные участки, содержащие значительные запасы руды (более 1 млн. т) с более низким (0,055 %) содержанием ртути, хотя в пределах последних выделяются участки с содержанием ртути от 0,12 до 0,46 %.

Месторождения ртути США располагаются в основном в западных штатах и на Аляске, т. е. в области мезо-кайнозойской складчатости, хотя известны они также в штатах Техас и Аркан-

зас в пределах развития образований палеозойского чехла на древнем складчатом фундаменте.

Наибольшее число месторождений находится в Калифорнии, среди которых крупнейшими являются Нью-Альмаден, Нью-Идрия и Сульфур-Бенк. Более или менее крупными месторождениями являются также Айдахо-Альмаден в Айдахо, Кордеро в Неваде, Сина в шт. Юта и Ред-Девилл на Аляске. Оруденение на месторождениях Калифорнии приурочено к кремнисто-карбонатным породам, образованным за счет серпентинитов, прорывающих юрско-меловые породы, или к более молодым осадочным и вулканогенным породам третичного возраста.

На месторождении Нью-Альмаден оруденение отмечается в зоне брекчий на контакте серпентинизированных перидотитов с юрскими песчаниками и известняками. В наибольшей степени оно выражено под тектоническими глинами, приуроченными к указанному контакту. Месторождение разрабатывается с перерывами с 1824 г. За это время на нем добыто 40 тыс. т ртути, причем в первые годы разработки содержание ртути составляло 20 %, а в среднем за 1845—1945 гг. — 4 %. Есть предположение, что на глубине свыше 400 м могут появиться новые залежи богатых руд.

Месторождение Нью-Идрия также считалось отработанным, но в последние годы на нем обнаружен новый участок сравнительно богатых руд с содержанием 0,75 % ртути.

Месторождение Сульфур-Бенк разрабатывается с 1875 г. За период до 1957 г. на нем добыто 4,5 тыс. т ртути. Оно образовано термальными водами, несущими серу, отлагавшуюся на поверхности, и киноварь, оседавшую на некоторой глубине среди андезитового покрова, где оруденение представлено жилами и скоплениями мелкой вкрапленности киновари. Оставшиеся запасы ртути на этом месторождении оцениваются в 7 тыс. т. В шт. Невада среди андезитовых лав, туфов и озерных осадков неогенового возраста в последние годы выявлено месторождение Мак-Дермитт, запасы которого оцениваются в 13,4 тыс. т ртути при содержании ее в руде 0,45 %.

Месторождение Ред-Девилл на Аляске приурочено к гидротермальноизмененным дайкам, секущим толщу осадочных пород мелового возраста, причем основные рудные тела локализуются у мест пересечения даек тектоническими нарушениями и имеют призматическую форму при мощности до 0,6 м, длине до 10 м и глубине распространения 100—200 м. Содержание ртути на месторождении Ред-Девилл составляет 0,35—0,55 %, иногда достигает 2 %.

Общие запасы ртути в США оцениваются в 17 тыс. т, что явно занижено в связи с конъюнктурным характером учета запасов ее в США, при котором в годы спада спроса на ртуть оценка запасов снижается за счет исключения запасов мелких месторождений.

Многочисленные (более 200) мелкие месторождения Мексики известны во многих районах страны; наиболее крупные из них

находятся в штатах Герреро, Дуранго, Сакатекас и Сан-Луис-Потоси. Оруденение связано с неогеновыми риолитами или известняками мелового возраста. Наиболее значительным является ртутно-сурьмяное месторождение Гуйтцуко в шт. Герреро, основной рудный минерал там — комплексный сульфид сурьмы и ртути — ливингстонит, подчиненное значение имеет киноварь. Месторождение сложено брекчированными известняками, замещенными ангидритом, впоследствии превращенным в гипс. Оруденение приурочено к карстовым полостям в гипсе, заполненным глинистой брекчией. Среднее содержание ртути в рудах, по разным данным, колеблется от 0,3 до 1 %. На месторождении добыто 2,5 тыс. т ртути. Оставшиеся запасы определяются в 4—5 тыс. т. Общие запасы ртути в Мексике составляют 13 тыс. т.

В Южной Америке мелкие месторождения ртути известны в Чили, Перу и Колумбии. Есть данные об открытии в последние годы ртутного месторождения в Венесуэле.

Ртутные месторождения в Перу приурочены к толще известняков, песчаников и сланцев мезозойского возраста, прорванных дайками андезитов и базальтов палеогенового возраста, и локализуются под экраном, представленным сланцами, в трещинах и карстовых пустотах. Месторождения приурочены к полосе длиной 80 км и шириной около 3 км в департаменте Хуанкавелика. Наиболее крупное месторождение Санта-Барбара (Хуанкавелика) разрабатывалось с 1566 г. За это время здесь добыто 50 тыс. т ртути при содержании ее в руде 5—10 %. Содержание ртути в настоящее время составляет в среднем около 2 % (от 1 до 5 %). Оруденение приурочено к известнякам и песчаникам мелового возраста, перекрываемым сланцами и прорванным дайками третичных андезитов, базальтов и порфиритов. В дробленых песчаниках оруденение локализуется в мелких трещинах и повторяет морфологию вмещающих пород, в известняках оно занимает карстовые полости, формируя линзообразные и гнездообразные залежи.

Небольшие ртутные месторождения известны и на севере Чили в полосе протяжением в 500 км. Ртуть в настоящее время получают при добыче золота и меди из жильного месторождения Лос-Мантос в провинции Кокимбо, где ртуть связана с тетраэдритом и в меньшей степени с киноварью. Содержание ртути в добываемых рудах 0,2—1,0 %.

Основные месторождения ртути Японии расположены на о. Хоккайдо, из них наиболее крупное Итокума. Месторождение представлено семью жилами, имеющими сложное строение и неравномерную вкрапленность ртути. Мощность жил 1—2 м, длина по простиранию и по падению 100—200 м. Вмещающие породы — диккитизированные и каолинизированные глинистые сланцы и основные эффузивы. Содержание ртути в руде 0,35—0,40 %, причем очень часто в ней самородная ртуть преобладает над киноварью. Общие запасы всех ртутных месторождений Японии оцениваются в 7 тыс. т,

На Филиппинских островах известно месторождение Тагбурос на о. Палаван. Киноварь приурочена к трещинам и зонам дробления в гидротермальноизмененных серпентинитах. Содержание ртути в руде 0,12—0,2 %. Запасы месторождения составляют около 1,3 тыс. т ртути. Сейчас на месторождении выявлена вторая залежь, видимо, пластовой формы. В 5 км к западу от Тагбуроса находится второе месторождение Согуд с запасами ртути 500 т при ее содержании в руде 0,4 %. Общие запасы ртути на Филиппинах оцениваются в 7 тыс. т.

В Индонезии в провинции Западный Калимантан выявлен ряд ртутных месторождений и россыпей. Содержание ртути в рудах составляет 0,2—0,3 %. Месторождения не разведаны.

Ртутное оруденение промышленного значения в Тихоокеанском поясе на территории СССР известно в Верхояно-Чукотской складчатой области в двух районах: Чукотском и Верхоянском.

Ртутные месторождения Чукотки размещаются в Паляваямской зоне разлома, простирающейся от Чаунской губы на западе до залива Креста на востоке, согласно с северо-западным направлением складчатых структур этого района. В пределах зоны выделяются три рудных узла (района) — Западный (Западно-Палянское месторождение), Чиринайский (Корякский с Тамватнейским месторождением) и Восточный (с месторождением Пламенное). Ртутные месторождения приурочены к триасовым терригенным осадкам или к меловым эффузивам и туфам кислого и реже среднего состава.

В районе Западно-Палянского месторождения развиты терригенно-осадочные породы верхнего триаса и эффузивно-терригенные породы нижнего мела. Ртутное оруденение локализуется в узлах пересечения двух систем нарушений — меридионального и северо-западного направлений. Оруденелая зона, приуроченная к восточному разлому, имеет мощность брекчированных пород 25—30 м. На месторождении выявлены три залежи различных морфологических типов. Первая, наиболее крупная из них, приурочена к брекчированным породам вблизи нарушения, представляя собой крутопадающую столбообразную залежь. Вторая залежь залегает гипсометрически ниже первой непосредственно в зоне нарушения и имеет пластообразную форму при мощности 20—50 м. Третья, линзовидная, залежь залегает в верхней части пласта песчаников под зоной нарушения и имеет мощность от 2—5 до 35 м.

Тамватнейское месторождение приурочено к разлому, идущему вдоль северной границы массива гипербазитов с осадочными породами верхнего мела. Оруденение локализовано в крутопадающей минерализованной зоне (падение 40—60° на юг), представленной раздробленными лиственитами и кварцитами. Мощность зоны непостоянна и составляет от 1 до 10 м, в ней имеются раздувы и пережимы. Основной рудный минерал — киноварь, в меньшей степени реальгар, аурипигмент, пирит и марказит. Масштабы месторождений крупные.

В районе Пламенного месторождения развиты эффузивные и осадочно-вулканогенные породы нижнего мела, перекрытые покровом крупнопорфировых липаритов того же возраста. Оруденение приурочено к зоне разлома в липаритах, где выделяются несколько линзообразных и гнездообразных рудных тел. Наиболее крупные из них имеют мощность до 10—15 м. Оруденение прожилково-вкрапленное, иногда гнездовое. Содержание ртути в среднем по месторождению 1,35 %.

На территории Якутии в Западном Верхоянье выявлен ртутоносный район протяженностью 400 км, простирающийся вдоль восточного крыла Западно-Верхоянского мегантиклинория. Сложен он песчано-сланцевыми отложениями верхоянского комплекса (пермь — нижняя юра), прорываемыми на отдельных участках штокообразными телами гранодиоритов, диоритовых порфиритов и кварцевых порфиров позднемелового возраста, а также андезитовыми порфиритами палеогенового возраста.

Оруденение приурочено к четырем продольным и одной поперечной зонам разломов. В настоящее время в районе известно 25 месторождений и проявлений ртути. Так, в Улагинской зоне находится месторождение Звездочка, оруденение на котором приурочено к крутопадающей зоне брекчий мощностью от 0,4 до 10 м, идущей вдоль свода антиклинальной складки. Рудные тела имеют мощность до 6—9 м. Представлено оруденение вкрапленностью киновари, реже метациннабарита и еще реже самородной ртути. В небольшом количестве присутствуют халькопирит, пирит, галенит, сфалерит, арсенопирит. К широтной зоне разломов в южной части районе приурочено месторождение Улаге, где вскрыта серия рудных тел мощностью от 1 до 5 м. На отдельных участках встречается равномерное ртутное оруденение в песчаниках под алевролито-сланцевым экраном. Содержание ртути на этих участках достигает 0,5 %. Возраст оруденения определяется как палеогеновый или палеоген-неогеновый, т. е. ртутное оруденение развито не только в породах верхоянского комплекса, но и в порфировых дайках палеогенового возраста.

Рудопроявления и месторождения ртути во внутренней зоне Тихоокеанского складчатого пояса группируются в несколько зон, согласных со складчатыми структурами района. На Корякском нагорье месторождения и рудопроявления в основном монометальные ртутные, но встречаются руды сурьмяно-ртутные и сурьмяно-мышьяково-ртутные, однако сурьма и мышьяк обычно присутствуют в непромышленных содержаниях. Ртутные месторождения промышленного значения известны только в Корякском нагорье. Это месторождения Олюторское, Ляпганайское, Нептун и Тавенское. Располагаются они главным образом в олигоцен-миоценовых терригенных толщах или в эффузивах среднего и кислого состава.

Олюторское месторождение залегает в вулканогенно-осадочных породах верхнеолигоцен-нижнемиоценового возраста. Оруденение связано с крутопадающими зонами дробления и локализуется в виде секущих тел крутого падения мощностью 0,5—1,5 м. Ляп-

ганайское месторождение приурочено к зонам дробления среди олигоценовых осадочных образований и представлено рудными телами секущего типа.

На п-ове Камчатка известны месторождения Галькальское и Чемпура. Первое находится на Камчатском перешейке и состоит из разрозненных участков в зонах дробления и брекчирования интрузий гранодиорит-порфиров. Мощность рудных зон от 2 до 13 м. Содержание ртути невысокое. Месторождение Чемпура находится в Срединном хребте в 70 км от р. Камчатки среди вторичных кварцитов, образовавшихся из туфов и андезитов миоценового возраста, прорванных штоками кварц-диоритовых порфиров. Оруденение представлено межпластовой залежью, состоящей из рудных тел мощностью 1—1,3 м. Кроме того, на Камчатке известен ряд еще не оцененных рудопроявлений ртути.

К месторождениям, приуроченным к зонам тектоно-магматической активизации, относятся все наиболее крупные ртутные месторождения СССР, пространственно приуроченные к каледонским и герцинским складчатым областям: Днепровско-Донецкой, Южно-Тяньшаньской и Алтае-Саянской. К этой же группе месторождений следует отнести ртутные месторождения Китая, которые приурочены к значительному по протяжению рудному поясу в пределах юго-восточной части Китайской платформы.

В СССР Никитовское месторождение находится в пределах Днепровско-Донецкой впадины, формирование каторой завершилось в герцинское время, Хайдарканское и Чанкойское в северной части Южно-Тяньшаньской герцинской складчатой области, Акташское, Чаган-Узунское и ряд более мелких месторождений в Алтае-Саянской каледонской складчатой области. При этом все эти месторождения в той или иной мере связаны с зонами глубинных разломов, располагаясь недалеко от впадин или зон неравномерного погружения. Так, ртутные месторождения Никитовской группы приурочены к южному борту впадины и находятся вблизи крупной зоны глубинного разлома, проходящего по ее южному борту, Хайдарканское и Чанкойское месторождения также расположены вблизи крупной широтной зоны разлома недалеко от борта мезо-кайнозойской Ферганской впадины. Все месторождения в Алтае-Саянской области находятся вблизи глубинных разломов, идущих по границе каледонских складчатых структур с герцинскими прогибами.

В большинстве месторождений руды являются монометальными и только на некоторых месторождениях Средней Азии (Хайдарканское, Джижикрутское) они относятся к сурьмяно-ртутным. Наиболее крупные месторождения страны (Хайдарканское, Никитовское) связаны с пластовыми структурами, образуя как седловидные тела в ядрах антиклинальных складок, представленных брекчированными породами, под экранирующими тектоническими нарушениями (Хайдарканское), так и согласные пластовые тела при пересечении пластов, благоприятных для рудообразования, тектоническими трещинами (Никитовское). Остальные месторождения обычно приурочены к тектоническим трещинам, формируя линейно вытянутые залежи с более или менее равномерным оруденением (Чонкойское) или с выделяющимися рудными столбами среди равномерного бедного оруденения (Чаган-Узунское, Акташское). И лишь некоторые мелкие месторождения могут быть отнесены к типу гнездовых, не образующих более или менее протяженных линейных зон (месторождения Закарпатья и Азербайджана).

Никитовское рудное поле находится в пределах Главной Донецкой антиклинали, причем основные участки его тяготеют к местам пересечения горизонтов песчаников крупными разломами. В пределах рудного поля, кроме одноименного наиболее крупного месторождения, расположены и более мелкие — Новозаводское, Чернокурганское и Железнянское. Оруденение приурочено к трем горизонтам песчаников среднего карбона — чегарнинскому, софиевскому и первому чернокурганскому, мощность которых колеблется от 20 до 80 м. Наиболее значительно оруденение в шарнирах брахискладок в местах их сопряжения с тектоническими нарушениями. В ядрах складок, как правило, образуются штоко-, линзо- и гнездообразные тела, переходящие на крыльях складок в пластообразные залежи. На южном фланге Никитовского месторождения развиты крутопадающие жилы, секущие вмещающие песчаники. Характер оруденения — прожилки, вкрапленность и примазки по трещинам, реже — мелкогнездовые скопления киновари. Содержание ртути непостоянно и колеблется от сотых долей до 1—2 и даже 5 %.

На Чернокурганском месторождении оруденение связано с чернокурганским горизонтом песчаников, в которых на оруденелую часть приходится 2,5—3 м из общей мощности 45—50 м. Содержание ртути несколько выше, чем на Никитовском месторождении. Новозаводское месторождение находится в сводовой части антиклинальной складки, сложенной песчаниками софиевского горизонта, и представлено оруденением штокверкового типа.

В пределах Южно-Тяньшаньской складчатой области ртутные месторождения локализуются в двух рудных поясах широтного направления: Южно-Ферганском, простирающемся по северным склонам Алайского хребта (месторождения Хайдарканское, Чонкойское, Чаувайское), и Зеравшано-Гиссарском, проходящем по северному склону Гиссарского хребта на территории Таджикистана и Узбекистана.

В Южно-Ферганском поясе оруденение локализуется обычно в средне-верхнепалеозойских породах под надвигами, игравшими роль экрана, непроницаемого для восходящих растворов. Основные рудоносные структуры представлены антиклинальными складками в известняках. Характер оруденения — вкрапленность или прожилки киновари у контакта известняков со сланцами верхнего карбона или же непосредственно под зонами надвига, где развиваются рудные пластообразные тела в джаспероидах. Некоторые месторождения приурочены к крутопадающим зонам тектониче-

ских нарушений и имеют более высокое среднее содержание ртути. Иногда они залегают среди известняков девона, иногда в эффузивно-осадочных толщах верхнего силура — нижнего девона. Пластовые месторождения характеризуются ртутно-сурьмяным, трещинные — монометальным ртутным оруденением.

В южной части Хайдарканского месторождения оруденение представлено киноварными рудами в джаспероидах на контакте известняков с перекрывающими их сланцами карбона, реже оно заходит в известняки или сланцы. В этой части месторождения преобладают пластообразные рудные тела, встречаются гнездо- и столбообразные. Мощность рудных тел изменяется от 1 до 20 м. Оруденение в северной части месторождения представлено ртутно-сурьмяными рудами с флюоритом и связано с субширотными и северо-восточными разломами в окварцованных известняках и сланцах. Мощность рудных тел 1—3 м. Оруденение крайне неравномерное.

На Чонкойском месторождении ртутное оруденение сосредоточено в двух параллельных зонах кварц-карбонатных пород (джаспероидов), в толще углистых и известково-углистых сланцев верхнего силура и эффузивах нижнего девона. Мощность основного рудного тела довольно хорошо выдержана и достигает 5 м. Содержание ртути более высокое, чем в других месторождениях района.

На Чаувайском месторождении оруденение локализуется в зоне надвига верхнесилурийских сланцев на отложения среднего карбона, представленные известняками и песчано-сланцевыми породами с линзами известняков. Рудные тела приурочены к кварцевым или к кальцитовым брекчиям на контакте карбонатных и сланцевых пород, в меньшей мере — к известнякам. Форма рудных тел жилообразная, мощность от 1 до 3 м. По составу рудные тела ртутные, сурьмяно-ртутные и мышьяковые.

В целом район весьма благоприятен для поисков новых месторождений, особенно типа Хайдарканского. Не исключена возможность нахождения месторождений трещинного типа, приуроченных к линейной зоне широтных нарушений, проходящей севернее Хайдарканского месторождения. Необходимо подвергнуть более тщательному изучению также фланги этого месторождения.

Зеравшано-Гиссарский рудный пояс включает месторождения ртути и сурьмы, причем в восточной его части преимущественно развиты сурьмяные месторождения (Джижикрутское и Шинг-Магианская группа), содержащие то или иное количество ртути, и лишь на отдельных участках локализуются собственно ртутные месторождения (Кончочское, Кавнокское и др.).

Все месторождения Зеравшано-Гиссарского пояса подчинены герцинским структурам. Считается, что они имеют позднепалеозойский возраст, являясь продуктом последних низкотемпературных фаз гидротермальных процессов в завершающий этап герцинской складчатости.

На Кончочском ртутном месторождении оруденение связано с зонами тектонических нарушений, проходящих по контакту вулканогенных отложений верхнего палеозоя с известняками и терригенными отложениями нижнего карбона, и локализуется в брекчированных вулканогенных образованиях. Оно представлено вкрапленностью и тонкой инъекцией киновари в мельчайших трещинах обломков пород и в цементе брекчий. Рудные тела обособляются довольно четко в виде правильных жил и имеют довольно резкие границы при мощности от 3 до 12 м. На Кавнокском месторождении оруденение приурочено к брекчированным кремнистым сланцам, залегающим в основании терригенной толщи среднего девона. Мощность рудных тел в среднем 1,5—3,0 м.

В пределах Узбекистана на западном продолжении Зеравшано-Гиссарского пояса известен ряд мелких месторождений ртути, не имеющих промышленного значения.

Рудопроявления ртути в Алтае-Саянской области развиты очень широко и связаны в основном с зонами глубинных разломов, проходящими по границе каледонских глыбово-складчатых структур и герцинских прогибов. Оруденение приурочено к тектоническим трещинам и локализуется в первую очередь в карбонатных породах, как наиболее благоприятных для осаждения киновари, но встречается и среди песчаников, а также и в метаморфических породах. Благоприятным для концентрации ртутного оруденения является наличие экранирующих слоев, которыми являются плотные метаморфические сланцы над известняками, залегающие с тектоническим несогласием (Акташское месторождение), серпентиниты, входящие в состав рудовмещающих толщ (Чаган-Узунское месторождение), слои кварцитов, дайки порфиритов и т. д. Рудные тела представлены в основном трещинными жилами или минерализованными брекчиями, сопровождаемыми вкрапленностью в литологически благоприятных породах. Возраст месторождений определяется как позднегерцинский. Некоторые исследователи, в том числе В. А. Кузнецов, склонны несколько повышать возраст оруденения до нижнемезозойского.

В Курайской зоне расположены Акташское и Чаган-Узунское месторождения. Акташское месторождение залегает в известняках нижнего кембрия и находится в зоне дробления их под плоскостью Акташского надвига. Оруденение неравномерное и локализуется в рудных столбах. В пределах рудных столбов выделяются рудные тела, контуры которых определяются по данным опробования. Мощность рудных тел до 18 м. Руды в основном вкрапленные.

Чаган-Узунское месторождение приурочено к линейно вытянутой рудной зоне длиной 14 км, представленной лиственитами, образовавшимися на контакте серпентинитов с песчаниками и сланцами девона. В рудной зоне Чаган-Узунского месторождения выделяются ряд крупных рудных столбов с рудными телами мощностью 2—4,5 м.

В расположенной рядом Сарасинской зоне оруденение развивается вдоль сброса, отделяющего породы эффузивно-осадочной толщи девона от известняков кембрия. Здесь выявлено перспек-

тивное Черемшанское месторождение, на котором выделены рудные тела мощностью 1,3—4 м с содержанием ртути 0,16—0,84 %.

В Кузбассо-Кузнецкой зоне выявлено Белоосиповское месторождение, оруденение на котором контролируется тектонической зоной между пологозалегающими терригенными отложениями девона и метаморфической толщей кембрия. Оруденение приурочено к сколовым трещинным зонам в девонских песчаниках и к базальным конгломерато-брекчиям нижнего девона.

В Саяно-Тувинской зоне находится Терлигхайское месторождение, связанное с вулканогенно-осадочной толщей нижнего девона. Рудные тела локализуются вдоль зон трещиноватости среди интрузивных порфиритов. В пределах месторождения выделяются рудные тела мощностью от 0,2 до 4,5 м.

В юго-западной части Тувы известно Чазадырское месторождение ртути, приуроченное к разлому между сланцами кембро-ордовика и породами силура и девона и локализованное в интрузивных телах основного состава. Рудные тела имеют мощность от 0,2—0,6 до 5 м.

Кроме месторождений, описанных выше, ртутные месторождения на территории СССР известны на востоке Восточно-Забайкальской зоны мезозойской активизации. В Амурской области в районе хребта Джагды вдоль так называемой Джагдинской системы разломов на протяжении 800 км установлено значительное количество рудопроявлений ртути в виде вкрапленности и пленок киновари в гидротермальноизмененных породах. В Хабаровском крае рудопроявления ртути локализуются в Удско-Селемджинском районе, являющемся продолжением Джагдинского района. В первом из указанных районов недавно выявлено Ланское рудное поле, находящееся к северу от пос. Стойба в бассейне р. Уды. Оруденение развито там в сложнодислоцированных терригенных песчаниках и конгломератах верхнего палеозоя, разбитых крупным широтным нарушением с множеством оперяющих трещин, приурочиваясь к дробленым гидротермальноизмененным песчаникам. На одном из участков вскрыто рудное тело мощностью от 1,6 до 10 м при содержании ртути от 0,16 до 0,75 %.

До последнего времени возраст месторождений ртути, находящихся в пределах Днепровско-Донецкой, Южно-Тяньшаньской и Алтае-Саянской складчатых областей, определялся как верхнепалеозойский и время их формирования связывалось с завершающими этапами тектоно-магматических циклов. Однако В. А. Кузнецов одним из первых высказал предположение, что, будучи связанными с зонами глубинных разломов, месторождения ртути Алтае-Саянской складчатой области могли сформироваться в нижнем мезозое при обновлении тектонических движений по зонам глубинных разломов. К выводу о послепалеозойском возрасте ртутных месторождений Средней Азии приходит А. Д. Щеглов [49], связывая их образование с мезозойской автономной активизацией в Южно-Тяньшаньской складчатой области.

Однако вполне возможно, что время образования всех ртутных месторождений следует датировать кайнозоем, связывая их формирование с периодом наиболее молодых тектонических движений, при которых глубинные разломы достигли подкоровых глубин. Эти процессы проявились как непосредственно в мезо-кайнозойских складчатых поясах и в прилегающих к ним частях платформ, так и в зонах мезозойской активизации. В последних кайнозойские движения не сопровождались интрузивной деятельностью, а разломы служили подводящими каналами для ртутных эманаций, идущих из подкоровых глубин.

В пределах ртутного пояса КНР развиты все отложения от верхнего синия до неогена, причем ртутное оруденение встречается по всему разрезу пород до триаса включительно, что дало основание отнести их формирование к периоду донижнемеловой фазы яньшаньских гранитоидных интрузий. Однако основную промышленную ценность представляют месторождения, локализующиеся в среднекембрийских доломитах. Месторождения, как правило, приурочены к крупным пликативным структурам, обычно к их актиклинальным частям, и образуют ряд крупных рудных полос. Всего в пределах пояса, имеющего длину 500 и ширину 300 км, выделяют пять рудных полос, из которых наибольшее значение имеет самая восточная, где находятся месторождения Ваньшань, Татунла и Фомупин, и примыкающая к ней следующая полоса с месторождениями Шуйинчан, Путе и Цзяоли. Месторождения промышленного значения имеются также в пятой полосе — Тунцзяба, Панчан, Могочан, Инфундзе и Бэймадун.

По характеру оруденения месторождения выделяют два основных типа месторождений — пластовый (ваньшаньский) и трещинный. На месторождениях пластового типа оруденение приурочено к определенным пластам в купольных и апикальных частях антиклинальных складок. Оно локализуется в виде седловидных и пластообразных рудных залежей, представляющих собой совокупность вкрапленных руд, гнезд, прожилков и жил в пределах определенного литологического пласта под экранирующими породами или в межпластовых зонах дробления. К этому типу относятся месторождения Ваньшань, Татунла, Фомупин, Тунцзяба и др.

Месторождение Ваньшань залегает в доломитах верхнего кембрия. Рудоносный горизонт имеет мощность от 1 до 6, реже до 10 м. Содержание ртути в руде 0,1—0,3 %. На месторождении Фомупин (20 км к востоку от г. Тунжэнь) оруденение приурочено к куполу антиклинальной складки, сложенной породами среднего кембрия, и протягивается с перерывами на 2000 м при ширине 400 м и мощности рудовмещающего горизонта 6 м. Форма оруденения — гнезда и линзы. Содержание ртути 0,2 %. С горизонтом известняков нижнего кембрия, подвергшимся брекчированию, связано оруденение на месторождении Тунцзяба (35 км к северо-востоку от г. Учуань). Длина межпластовой зоны дробления до 3 км при протяженности по падению на 240 м. Мощность ее от

1 до 4 м. Рудные тела имеют гнездовую и линзовидную формы при содержании ртути в них от 0,1 до 3 %.

Месторождения трещинного типа связаны с секущими зонами дробления, четко выраженными и протягивающимися на расстояние от десятков до сотен метров. Оруденение наблюдается в цементе брекчий, а также выполняет пустоты, образуя линзы, гнезда, жилы и вкрапленность, локализующиеся в висячем боку зоны дробления обычно под тектоническими глинами, являющимися экраном. На месторождении Цзяоли (30 км к югу от г. Дандзяюань) оруденение приурочено к зоне дробления, секущей ленточные известняки среднего и верхнего кембрия. Длина зоны дробления, имеющей крутое падение (70—80°), превышает 400 м при мощности 4—8 м. Содержание ртути в среднем 0,84 %.

На месторождении Панчан развиты одновременно два типа оруденения. В осевой части антиклинальной складки, сложенной известняками, реже сланцами нижнего и среднего кембрия, проходит зона дробления, прослеживающаяся на 3 км при мощности 2,5 м. Оруденение развивается по зоне разлома и заходит в прилегающие к ней известняки, создавая там оруденение пластового типа. Содержание ртути в целом по месторождению невысокое (0,1 %).

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ РТУТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И РУДНЫХ РАЙОНОВ В СССР

Месторождения в областях тектоно-магматической активизации. Рассмотрение геологической позиции всех месторождений, расположенных в зонах активизации, показывает на приуроченность их к площадям, тяготеющим к зонам разломов глубинного заложения, по которым происходили тектонические движения после консолидации складчатых областей, причем эти движения, как правило, не сопровождались интрузивной деятельностью. Последнее обстоятельство позволяет отделить по времени формирования ртутные месторождения от других рудных месторождений зон активизации, считая их продуктом более молодых движений, но затрагивающих большие глубины, вплоть до подкоровых. Учитывая, что большинство интрузий в зонах активизации имеют домеловой или нижнемеловой возраст, правомерно предположение о верхнемеловом, а может быть, и палеогеновом возрасте этих движений. При этом тектонические движения приурочивались к границе консолидировавшихся домезозойских складчатых массивов с возникавшими зонами прогибов или впадинами, что обусловливало проявление некоторого растяжения в зонах разлома, облегчающих проникновение ртутных эманаций с больших глубин до приповерхностных районов с их последующим отложением в благоприятных пористых породах или по тектоническим трещинам. Этим, по-видимому, объясняется тот факт, что при наличии ряда широтных параллельных глубинных разломов в Южно-Тяньшаньской складчатой области ртутные месторождения приурочены

только к самому северному разлому, идущему по границе с Ферганской впадиной.

На основании высказанных соображений можно предположить, что промышленные месторождения могут быть открыты в Джунгаро-Балхашской складчатой области вдоль зон разломов, идущих по границе Джезказганской и Тенизской субгерцинских впадин и более молодых погружений — Прибалхашской, Карагандинской и Северо-Балхашской впадин, а также в Восточно-Забайкальской зоне активизации вдоль Тукурингро-Джагдинского антиклинория у его южной границы с Амуро-Зейским прогибом и по восточной границе Буреинского массива.

В пределах Южно-Тяньшаньской области перспективными являются территории Южно-Ферганского и Туркестано-Зеравшанского антиклинориев, где уже известны ртутные месторождения, и расположенная восточнее территория антиклинория Большого Нарына; в пределах Алтае-Саянской области — борта Кузнецкого и Тувинского прогибов, а в пределах Донецкого прогиба — его южный борт на запад от Никитовского месторождения.

В. П. Федорчук считает, что перспективными для нахождения крупных месторождений являются активизированные участки по окраинам древних платформ такие, как периферические зоны Алданского щита, Енисейский кряж, Иркутский амфитеатр, юг Русской платформы, а также геосинклинальные области палеозойского возраста — Урал и Алтай. По-видимому, это предположение правильно только для окраин платформ и щитов в месте их сопряжения с Тихоокеанским и Средиземноморским складчатыми поясами, во всех остальных случаях распределение давлений было направлено в сторону платформ, что не способствовало раскрытию тектонических швов (зон разломов) и поэтому не создавало условий для продвижения ртути из подкоровых глубин. Примерно такие же условия существовали и при формировании складчатых областей типа Уральской, расположенной между древними платформами. Поэтому перспективность указанных территорий на нахождение месторождений ртути не может быть оценена положительно.

Месторождения в Тихоокеанском складчатом поясе. Как указывалось выше, известные месторождения и проявления ртути в советской части Тихоокеанского пояса находятся как в его внешней (Верхояно-Чукотской), так и во внутренней зоне.

В Верхояно-Чукотской области четко видна приуроченность месторождений к зонам глубинных разломов, обрамляющих домезозойские консолидированные области, такие, как Колымский срединный массив и Чукотская плита, или находящихся в зонах мезозойских складчатых сооружений у их границы с прогибами, например, у границы Верхоянской антиклинальной зоны с примыкающим к нему с запада Приверхоянским прогибом. При этом можно предположить, что наиболее крупные месторождения должны располагаться в районе сочленения Верхоянской зоны с прогибом, где тектонические движения проявились наиболее резко

и напоминают таковые в северной части Южно-Тяньшаньской складчатой области. Это касается обрамления Колымского срединного массива, то несмотря на наличие ртутных проявлений, эта территория, учитывая высказанные выше соображения, вряд ли может быть отнесена к районам, где можно ожидать открытия новых месторождений. С этих же позиций и районы Сихотэ-Алинской складчатой области, несмотря на наличие ряда глубинных разломов и значительных проявлений киновари в шлихах, не могут рассматриваться как перспективные на выявление более или менее крупных ртутных месторождений.

Довольно благоприятной для поисков месторождений ртути является Палаваямская тектоническая зона, тем более, что в ее пределах уже выявлено достаточно крупное Западно-Палянское месторождение и имеется ряд других проявлений ртути, что как будто противоречит высказанным выше соображениям. Однако это кажущееся несоответствие отпадает, если возраст последних тектонических движений в зоне признать кайнозойским и считать формирование месторождений в ней аналогичным формированию рассматриваемых ниже месторождений.

Месторождения внутренней зоны Тихоокеанского складчатого пояса, выявленные на территории Камчатки, Корякского нагорья и вблизи Анадыря, связаны с субмеридиональными кайнозойскими зонами глубинных разломов. Месторождения Камчатки имеют небольшие размеры и представлены рудными телами трещинного типа; согласно имеющимся данным рассчитывать на нахождение там крупных месторождений трудно. Большой интерес для поисков новых месторождений представляет продолжение кайнозойских глубинных разломов на север на территорию Корякского нагорья и Чукотки, где, как указано выше, выявлены крупные Западно-Палянское и Тамватнейское месторождения, так как возможно, что в зонах молодых разломов в докайнозойских породах создавались благоприятные условия для формирования ртутных месторождений.

Месторождения в Средиземноморском складчатом поясе. На территории СССР к Средиземноморскому складчатому поясу относятся ртутные месторождения Кавказской и Восточно-Карпатской складчатых областей.

В Кавказской складчатой области ртутоносные зоны вытянуты вдоль трех глубинных разломов, проходящих по северному и южному склонам Большого Кавказа и по северному крылу антиклинория Малого Кавказа; при этом во всех случаях рядом с глубинными разломами формировались прогибы или впадины. Все эти зоны можно считать благоприятными для поисков ртутных месторождений средних масштабов. Все перечисленные разломы проходят в основном по мезозойским флишоидным породам и, может быть, это обусловило наличие небольших ртутных месторождений трещинного или надвигового типа, локализующихся только в зонах надвига, а не в лежащих под надвигами породах.

В Восточных Карпатах ртутные месторождения приурочены к западному крылу Восточно-Карпатского мегантиклинория у его перехода в Венгерскую впадину, где также проходит зона глубинного разлома. Учитывая геологическую позицию района, его следует считать перспективным, так как на противоположном борту Венгерской впадины в Югославии находится одно из крупнейших месторождений мира — Идрия. Однако протяженность возможной зоны оруденения на территории СССР очень незначительна и поэтому ожидать выявления более или менее крупных месторождений там нет оснований.

Следует подчеркнуть, что все месторождения Кавказа, Закавказья и Восточного Закарпатья изучались в основном на небольших глубинах, и в тех случаях, когда получались отрицательные результаты, изучаемые площади исключались из числа перспективных. Вполне возможно, что при увеличении глубинности исследований в указанных районах могут быть получены и положительные результаты.

Из приведенных выше данных видно, что наиболее перспективными на выявление ртутных месторождений являются две области — Южно-Тяньшаньская и Верхояно-Чукотская.

Следующими по перспективности являются область Донецкого прогиба, где находится Никитовское месторождение, и Алтае-Саянская область, где возможно выявление новых месторождений вблизи от дневной поверхности. Некоторый интерес представляют также районы Восточного Забайкалья — юг Станового хребта и район Джагдинского хребта.

Особо следует рассмотреть перспективы выявления ртутных месторождений в Центральном Казахстане (Джунгаро-Балхашская область), где пока совершенно не известны ртутные месторождения, хотя геологическая обстановка районов развития каледонских структур, граничащих с субгерцинскими и более молодыми впадинами, аналогична позиции ртутных месторождений Алтае-Саянской области. Поскольку в этих районах широко развита горнорудная промышленность, то открытие ртутных месторождений там представляет значительный интерес.

Оценивая перспективность перечисленных районов на открытие крупных месторождений ртути, близких по запасам к таким, как Альмаден, Монте-Амиата и Идрия, следует подчеркнуть, что формирование подобных месторождений обусловливается следующими причинами:

— развитием достаточно пористых или кавернозных пород (песчаники, известняки), в которых могла осаждаться ртуть из термальных растворов или газовых эманаций;

— существованием экранов над указанными породами, созданных или надвигом достаточно плотных пород или глинами трения в зонах пологих сбросовых или надвиговых дислокаций;

— наличием зон глубинных разломов и оперяющих их трещин, способствовавших поступлению ртути из подкоровых глубин.

Подобная геологическая обстановка пока известна в районах Хайдарканского и Никитовского рудных полей и намечается в Верхоянском районе Якутии и на Чукотке (район Западно-Палянского месторождения), а также в районе Анадыря (район Тамватнейского месторождения).

Новые геологические данные, полученные при изучении Хайдарканского месторождения, согласно которым за северной границей рудного поля выявлено промышленное оруденение в породах, ранее считавшихся безрудными, и на Никитовском рудном поле, где доказана промышленная ртутоносность нового — третьего — горизонта песчаников, позволяют считать возможным существование значительных невыявленных запасов ртути на этих месторождениях. Не исключена возможность, что их дальнейшее изучение приведет к тому, что по своим запасам они приблизятся к крупнейшим месторождениям мира.

Глава X

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СУРЬМЫ

Месторождения сурьмы представлены сурьмяно-кварцевыми и золото-сурьмяно-кварцевыми жилами, а также пластовыми или гнездообразными залежами сурьмяных руд в кремнисто-карбонатных брекчиях. Последние обычно образуют наиболее крупные месторождения. Сурьма встречается также в виде сопутствующего компонента в полиметаллических (свинцово-цинковых) месторождениях.

Как видно из табл. 23, 2/3 мировых запасов сурьмы заключено в месторождениях, связанных с зонами кремнисто-карбонатных

Таблица 23

Распределение мировых запасов сурьмы по геолого-промышленным типам и возрасту месторождений

Геолого-промышленный тип	Запасы сурьмы в месторождениях, %				Итого
	докембрийских	палеозойских	мезозойских	кайнозойских	
Сурьмяно - кремнисто-карбонатный		19,8	38,3	—	58,1
Золото - сурьмяно-кварцевый жильный	9,3	3,1	20,5	4,0	36,9
Сурьмяно - кварцевый жильный	—	1,2	—	3,8	5,0
Всего	9,3	24,1	58,8	7,8	100,0

брекчий, образовавшихся в условиях внутриформационного расслоения и оказавшихся благоприятными для отложения сурьмы. При этом около 40 % мировых запасов этого типа относится к месторождениям, сформированным в мезозойское время. Среди остальных почти равное положение (около 20 %) занимают запасы сурьмы в золото-сурьмяно-кварцевых жильных месторождениях мезозойского возраста и месторождения в кремнисто-карбонатных брекчиях палеозойского возраста. Запасы сурьмы в жильных золото-сурьмяно-кварцевых месторождениях имеют довольно большое значение среди докембрийских месторождений.

Основные запасы сурьмы (см. рис. 3) в месторождениях сурьмяно-кремнисто-карбонатного типа сосредоточены на территории КНР и СССР, хотя известны они и в ряде других стран, в частности Австрии, Чехословакии, Югославии, Турции, Мексике. Жильные месторождения как сурьмяно-кварцевого, так и золото-сурьмя-

но-кварцевого типа в основном тяготеют к молодым складчатым поясам — Тихоокеанскому и Средиземноморскому, хотя довольно значительные запасы сурьмы сосредоточены также на юге Африки и в Австралии.

СУРЬМЯНО-КРЕМНИСТО-КАРБОНАТНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЗОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Месторождения этого типа наиболее широко развиты на юго-востоке КНР в районе докембрийского кристаллического массива Цзяньнания и прилегающих к нему с востока и запада Цзянси-Хунаньского и Хубей-Гуйчжоуского прогибов, а также Юньнань-Гуансийского прогиба, расположенного южнее этого массива, сложенных терригенно-карбонатными отложениями платформенного чехла девонского — триасового возраста. При этом непосредственно в массиве Цзяньнания находятся месторождения золото-сурьмяно-кварцевого типа, о которых будет сказано ниже, а согласные залежи месторождений сурьмяно-кремнисто-карбонатного типа размещаются в отложениях платформенного чехла, относимых к палеозою. Главная роль среди этих месторождений принадлежит месторождению Сигуаншань, являющемуся наиболее крупным в мире, запасы сурьмы на котором превышают 1,5 млн. т (кроме того, на нем добыто с начала века не менее 400 тыс. т сурьмы) при среднем содержании ее в 6 %. Однако в связи с тем, что ранее разрабатывались руды, содержащие 15—20 % сурьмы, ее содержание в оставшихся запасах составляет 3,5—4 %. Согласные залежи оруденелых джаспероидов развиты на площади 10×2 км, причем мощность их достигает 40 м. Залегают они обычно в сводовых частях антиклинальных складок в верхней части девонской толщи массивных известняков, перекрытых окремнелыми сланцами, которые, по-видимому, играли роль экрана. Оруденение в пределах пластов джаспероидов представлено разнонаправленными рудными жилами длиной до 5 м при мощности 10—15, реже 75 см. В сводовых частях складок в полостях отслоения наблюдаются гнездовые скопления почти чистого антимонита. Одно из таких гнезд имело размеры 80×40×4 м. Среди рудных минералов, кроме антимонита, присутствуют в меньших количествах — пирит, арсенопирит, киноварь, а также окисные минералы сурьмы — валентинит и сервантит, количество которых достигает 20 % от количества антимонита.

Другие месторождения сурьмы этого типа в КНР имеют меньшие размеры и содержат в руде 6—9 % сурьмы. Месторождения сурьмы в провинции Юньнань приурочены обычно к известнякам триаса, причем в них антимонит ассоциирует с сульфидами свинца и серебра. В провинции Гуйчжоу оруденение встречено в зонах окремнения в нижнепалеозойских известняках.

Оруденение на месторождениях КНР связывается с яньшаньской, т. е. предверхнемеловой фазой верхнемезозойского интрузивного цикла. Однако отсутствие непосредственной связи оруденения с интрузиями этого возраста не дает полной уверенности в том, что эта датировка является правильной и поэтому мнение В. И. Бергера [3] о возможном досреднекарбоновом возрасте оруденения не лишено основания.

Несколько месторождений сурьмяно-кремнисто-карбонатного типа, представленных согласными с вмещающими породами рудными залежами и достаточно крупными запасами, находится в южной части Мексики. Наиболее крупное из них — месторождение Сан-Хозе в шт. Сан-Луис-Потоси. Рудные залежи там располагаются в верхней части толщи верхнеюрских известняков, перекрываемых сланцами и сложенных в крупную синклинальную складку. Всего на месторождении 4—5 залегающих одна над другой залежей пластообразного характера, имеющих мощность от 0,5 до 5,5 м. При этом верхняя залежь, находящаяся непосредственно под сланцевой кровлей, несет наиболее богатое оруденение и наиболее выдержана, в то время как остальные на отдельных участках выклиниваются. В верхней части залежи развита интенсивная силицификация (джаспероидизация). В составе рудных минералов главная роль принадлежит окисным минералам — валентиниту, сервантиту, стибиконите. Антимонита не более 1 % от рудных минералов. Содержание сурьмы в отрабатываемых рудах высокое — около 30 %. Остальные руды, содержащие 2—4 % сурьмы, пока не извлекаются. Всего на месторождении добыто 73 тыс. т сурьмы.

Месторождение Цимапан находится в шт. Идальго и представлено лентовидной залежью в известняках мелового возраста. Длина этой залежи 300 м, ширина 30 м. Оруденение представлено джемсонитом, который сопровождается пирротином, пиритом, галенитом, сфалеритом, халькопиритом. Содержание в рудах сурьмы 4 %, свинца 8 %, серебра до 90 г/т, золота 0,3 г/т. Запасы месторождения (с учетом добычи) 40 тыс. т сурьмы. В штате Гереро находится сурьмяно-ртутное месторождение Гуитцуко (см. главу IX), где основным рудным минералом является сульфид ртути и сурьмы ливингстонит, встречающийся вместе с антимонитом. Рудные тела приурочены к карбонатным породам мелового возраста. Содержание сурьмы в руде 4,2 %.

В Италии сурьмяные месторождения согласного (кварц-карбонатного) типа находятся в Северных Апеннинах. Здесь известно 12 небольших месторождений, на которых за прошедшие годы добыто 50 тыс. т сурьмы. Оставшиеся запасы оцениваются в 30 тыс. т. Месторождения залегают в верхнетриасовых известняках, в верхней части которых под флишевыми отложениями позднеюрского — эоценового времени находятся пластовые сульфидно-рудные залежи. Иногда покрышкой для залежей служат палеогеновые глины. На месторождении Тафоне оруденение приурочено к кавернозным известнякам, превращенным в доломитовую сыпучку и имеет мощность до 20 м. Оруденение представлено мелкоигольчатым антимонитом и скоплениями пирита и марказита. Со-

держание сурьмы в руде 2,5—3 %. На месторождении Перетта кварц-антимонитовая залежь пластового характера мощностью от 5 до 15 м находится также среди кавернозных известняков.

СУРЬМЯНО-КРЕМНИСТО-КАРБОНАТНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Наиболее широко распространены эти месторождения в Средней Азии на территории СССР, в Южно-Тяньшаньской герцинской складчатой области, а также в районах герцинской складчатости северного обрамления Средиземноморского пояса. Здесь они известны на территории Австрии, Чехословакии, Югославии и Турции.

Все сурьмяные месторождения Средней Азии находятся в аналогичной геологической обстановке — оруденение приурочено к пластам межформационных кремнисто-карбонатных брекчий, образовавшихся на контакте известняков силура — нижнего девона с перекрывающими их сланцами среднего девона — нижнего карбона. Сурьмяное оруденение обычно локализовано в сводовых частях антиклинальных складок и представлено прожилками, гнездами и вкрапленностью антимонита. Месторождения сурьмы, как и ртути, образуют два рудных пояса: Зеравшано-Гиссарский в западной (Таджикистан и Узбекистан) и Южно-Ферганский в восточной частях Южно-Тяньшаньской складчатой области (Киргизия). Наиболее крупным месторождением в Зеравшано-Гиссарском поясе является Джижикрутское, западнее которого находится Шинг-Магианская группа месторождений (Турк-Парида, Валонги-Дароз, Кара-Камар, Бузинова, Гурдара и др.).

На Джижикрутском месторождении устанавливаются три рудоносных горизонта. Основной рудный горизонт представлен кремнисто-карбонатной брекчией на контакте известняков силура — девона и сланцев нижнего карбона, остальные два горизонта находятся в кремнистых сланцах и роговиках нижнего карбона и в песчаниках и роговиках на границе визе — намюра. В брекчиях располагается ряд рудных тел мощностью от 1,5 до 30—43 м, с содержанием сурьмы от 1,15 до 14,7 % при содержании ртути 0,07 %. В районе месторождения имеется ряд перспективных, не изученных участков.

Месторождения Шинг-Магианской группы находятся в южном крыле и западной периклинальной части Магианской антиклинали и контролируются Ширманкутской зоной разломов широтного простирания. Магианская антиклиналь сложена известняками силура и девона, трансгрессивно перекрытыми терригенными отложениями среднего девона — нижнего карбона, к контакту которых, представленному кварцевой брекчией, приурочено оруденение. На наиболее крупном в данной группе месторождений Турк-Парида рудоносная брекчия залегает с пологим падением и представляет собой пластовую залежь при мощности от 4 до 80 м. Выделенные в брекчии рудные тела имеют мощность 0,8—2,0 м. На расположенном

недалеко месторождении Валонги-Дароз оруденение представлено гнездами, линзами и мелкими прожилками и вкрапленностью. Содержание сурьмы колеблется от сотых долей до 20—25 %.

Промышленное сурьмяное оруденение в Южно-Ферганском сурьмяно-ртутном поясе локализуется преимущественно в кварцевых брекчиях на контакте карбонатных пород с перекрывающими их сланцами верхнего палеозоя или с надвиговыми покровами среднепалеозойских пород.

Рудное поле Кадамджайского месторождения, находящегося между Хайдарканским сурьмяно-ртутным месторождением на западе и Чаувайским ртутным на востоке, включает три антиклинальные складки второго порядка: Сурьмяной гребень, Северную и Южную антиклинали. Сурьмяное оруденение приурочено к пластообразной залежи кварцевой брекчии на контакте среднепалеозойских известняков и перекрывающих их сланцев. Мощность пласта брекчии 40—50 м, мощность оруденелых пород 5—8 м.

Терексайское месторождение приурочено к брахиантиклинальной складке на южном склоне Чаткальского хребта. Сурьмяное оруденение локализуется в верхней части кварцевой брекчии, залегающей между известняками и перекрывающими их сланцами, т. е. в такой же геологической обстановке, как и на других месторождениях. Рудные тела имеют мощность 4—5 м и сложены в основном кварцем и антимонитом, реже встречаются пирит, арсенопирит, кальцит и барит. Недалеко от Терексайского находится Касансайское месторождение, имеющее аналогичное геологическое строение. Мощность оруденения, приуроченного к верхней части пласта брекчий, там до 7 м.

Наибольшее число месторождений и наибольшее количество запасов сурьмы в Европе приходится на территорию Югославии. Основная часть месторождений относится к типу пластовых залежей в кварцевых метасоматитах. При этом наиболее крупные месторождения — Столице, Заяча, Крупань, Костайник и Троян — находятся среди карбон-пермских отложений. На наиболее крупном из них месторождении Столице пластообразные рудные залежи приурочены к джаспероидам и вместе с ними участвуют в складчатости, которая в западной части месторождения привела к образованию антиклинальной складки с падением крыльев в 75—85°. В восточной части месторождения залегание оруденелых слоев более пологое. Во всех случаях в кровле залежей находятся сланцы пермского возраста, резко ограничивающие оруденение. Мощность оруденелых залежей от 0,1 до 6 м. Рудные минералы — антимонит, пирротин, пирит, сфалерит, тетраэдрит и др. Содержание сурьмы в богатых рудах достигает 25—30 %. Такого же типа месторождение Заяча, где в карбоновых известняках известны два рудных горизонта под сланцевыми экранами. Мощность верхнего горизонта джаспероидов 8—13 м, нижнего — меньше. Рудные залежи распространены на площади 4 км². Рудные минералы в основном представлены окислами сурьмы, антимонит встречается реже. Присутствуют галенит и пирит.

Наиболее крупным сурьмяным месторождением Австрии является месторождение Шлайнинг в Восточных Альпах. Оруденение представлено там пластовыми телами в горизонте графитистых сланцев, залегающем в карбонатно-сланцевой толще верхнего палеозоя. Мощность оруденелых сланцев 6 м. Содержание сурьмы 5—7 %. Рудные минералы — антимонит, пирит и арсенопирит, реже киноварь. В западной части Восточных Альп находится месторождение Крейцен, где антимонитовое оруденение приурочено к нижнепалеозойской толще и связано также с графитовыми сланцами. Мощность рудного пласта 5 м. Антимонит приурочен к сланцеватости пород и дает мелкие пропластки и линзы.

В Западных Карпатах на территории Чехословакии находятся месторождения Пезинок и Пернек, также представленные согласными рудными телами в раннепалеозойских интенсивно метаморфизованных терригенно-вулканогенных породах. Рудные залежи пирит-антимонитового состава мощностью до 40 м залегают в актинолитовых и частично в графитовых сланцах. Кроме пирита и антимонита в рудах встречены бертьерит, гудмундит, халькопирит, пирротин, сфалерит и джемсонит. Содержание сурьмы в богатых рудах 10—30 %.

Восточнее сурьмяно-кремнисто-карбонатные месторождения известны в Малой Азии на территории Турции, где имеется более 30 сурьмяных месторождений, причем к описываемому типу относится не более 20 %, а остальные же являются жильными.

Наиболее крупным месторождением кремнисто-карбонатного типа является месторождение Эздемир (Турхал), расположенное в 100 км к югу от побережья Черного моря и в 7 км от г. Турхал. Пластовые согласные рудные залежи на этом месторождении находятся под графитовыми сланцами сланцевой серии нижнего палеозоя на их контакте с подстилающими серицитовыми или хлоритовыми сланцами. Залежи имеют мощность от 0,4 до 2 м и прослеживаются по длине до 450 м. Оруденение представлено массивными микрозернистыми кварц-антимонитовыми рудами, среди которых присутствуют пирит, арсенопирит и карбонат. Содержание сурьмы в руде 11—13 %. Запасы сурьмы с учетом ранее добытой 20—25 тыс. т.

ЖИЛЬНЫЕ ЗОЛОТО-СУРЬМЯНО-КВАРЦЕВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЗОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Месторождения этого типа имеют более широкое распространение на земном шаре, чем пластовые согласные залежи месторождений сурьмы кремнисто-карбонатного типа, что, по-видимому, связано с отсутствием необходимости в наличии строго определенных складчатых структур и экранов для их формирования. Последнее подтверждается тем, что во всех районах нахождения согласных сурьмянорудных залежей в том или ином количестве имеются жильные месторождения, хотя в то же время количество запасов сурьмы в них примерно в 2 раза меньше, чем в первом

типе. Большая часть запасов сурьмы в жильных золото-сурьмяно-кварцевых месторождениях имеет мезозойский возраст, при этом все эти месторождения находятся в пределах Тихоокеанского складчатого пояса, как в его западной (КНР, СССР, Корея, Бирма, Таиланд), так и восточной (Аляска, Канада, Боливия) части.

Жильные золото-сурьмяно-кварцевые месторождения Китая тяготеют в основном к массиву Цзяньнания и в меньшей мере к окаймляющим его прогибам, но в целом в том же регионе, что и месторождения согласного (пластового) типа. Наиболее крупными являются месторождения Воси и Паньси, которые приурочены к крутопадающим разрывам или согласным со сланцеватостью вмещающих пород досинийского возраста или секущим ее под острым углом. Крутопадающие кварцевые жилы имеют небольшую мощность (0,5—3 м) и прослеживаются на сотни метров как по простиранию (до 600 м), так и на глубину (до 800 м). В жилах локализуются короткие рудные столбы с богатым сурьмяным оруденением. Рудные минералы — антимонит, золото, пирит, арсенопирит, реже шеелит, вольфрамит, галенит, сфалерит. Иногда в зальбандах жил встречается киноварь. Жильному кварцу сопутствует кальцит. Содержание сурьмы на месторождениях достигает 10—20 %, золота до 17 г/т.

Месторождения жильного типа встречены также в Корее, Вьетнаме, Бирме, Таиланде и Малайзии. Наибольшее количество запасов сурьмы подсчитано в Таиланде, где оно составляет 100 тыс. т (добыча 4 тыс. т в год). Месторождения Таиланда представлены кварц-антимонитовыми жилами или минерализованными зонами дробления и окварцевания в сланцах и известняках палеозойского возраста. Наиболее крупными месторождениями Таиланда считаются Бансонг на юге страны, запасы сурьмы на котором оцениваются в 50 тыс. т, Банлин в ее северной части и Раджбери в центральной. На последнем оруденение связывается с минерализованной зоной, мощность которой составляет около 15 м. Оруденение прослеживается на глубину 50 м. На этом месторождении имеется остаточная россыпь мощностью 2—3 м с содержанием сурьмы в 14,6 %.

В Бирме известен ряд мелких месторождений, располагающихся в районе Амхерст близ границы с Таиландом. Общие запасы сурьмы в Бирме оцениваются всего только в 3 тыс. т.

Мелкие месторождения сурьмы известны в Малайзии на территории Саравака (Гунонг-Панга, Ямбусан, Бади и др.). Кварц-антимонитовые жилы залегают в кристаллических известняках и сланцах. В них, кроме антимонита, присутствуют золото, реальгар, киноварь, часто встречается самородная сурьма, особенно в пустотах и трещинах известняков. До последнего времени на этих месторождениях отрабатывались элювиальные россыпи и только недавно началась разработка рудных тел.

В Корее известно сурьмяное месторождение Инлхён, приуроченное к контакту архейских гнейсов и слюдистых сланцев с про-

рывающими их мезозойскими гранитами. Жильная зона, прослеживающаяся на 2 км, состоит из серии мелких кварцевых жил мощностью до 0,5 м и длиной до 50 м. Рудные минералы — антимонит, пирит, халькопирит, пирротин и немного золота.

В СССР в Верхояно-Чукотской складчатой области, вернее в ее Верхояно-Колымской ветви, среди отложений верхоянского (карбон—юра) геосинклинального комплекса выделяется ряд зон золото-сурьмяно-кварцевого оруденения, в пределах которых находятся Сарылахское и Сентачанское сурьмяные месторождения и ряд проявлений, пока еще не изученных. Сарылахское месторождение связано с глубинным разломом в верхнетриасовых отложениях, сопровождаемом зонами интенсивной трещиноватости и окварцевания, к одной из которых приурочено оруденение. Месторождение состоит из одного крупного и нескольких более мелких рудных тел, представленных жилами. Жилы имеют крутое падение под углом 55—85° и в основном кварц-антимонитовый состав. В рудах присутствуют бертьерит, пирит, арсенопирит, золото. В приповерхностных участках антимонит замещается сервантитом и стибиконитом. Содержание сурьмы довольно высокое и в обогащенных участках достигает 50—60 %. Сентачанское месторождение имеет аналогичное строение, но несколько меньший масштаб оруденения.

В пределах восточной ветви Тихоокеанского складчатого пояса наиболее широко сурьмяные месторождения представлены в Южной Америке, прежде всего в Боливии. Сурьмяные месторождения Боливии расположены на территории, пространственно совпадающей с оловорудным поясом, где сосредоточены основные оловянные месторождения (см. главу VI), но время образования их различно. Так, если основные оловянные месторождения связаны с ларамийской фазой складчатости и имеют возраст поздний мел — палеоген, то все сурьмяные месторождения связаны с позднегерцинским, триасово-юрским тектоническим этапом. Золото-сурьмяно-кварцевые жильные месторождения, общее число которых более 200, обычно локализуются в зонах смятия и рассланцевания, сопровождающих тектонические нарушения, и концентрируются в ряде рудных районов, наиболее крупными из которых являются Каракота (на юге) и Чилко-Кобиха.

В районе Каракота рудные жилы приурочены к зоне смятия, прослеживаемой на 20 км, и представлены четковидными жилами длиной до 700 м, мощностью от 0,6 до 2 м, прослеживаемых на глубину до 200 м. Оруденение неравномерное, часто встречаются богатые сурьмой рудные столбы. Состав жил — кварц, антимонит, пирит, золото. С глубиной появляется ферберит. Содержание сурьмы достигает 20 %, в среднем около 4—5 %. Содержание золота от 8 до 30 г/т. В рудных районах Чилко-Кобиха развиты как золото-антимонит-кварцевые, так и золото-кварцевые жилы. На месторождении Чилкобийя, наиболее крупном в районе, оруденение представлено седловидными жилами, приуроченными к нарушениям, секущим ядра антиклиналей, причем в ядрах их преобладает антимонит, на крыльях кварц. Мощность жил до 3 м. Они сопровождаются крутопадающими рудными жилами. Кроме кварца и антимонита в жилах присутствуют пирит, золото, арсенопирит, ферберит, реже сфалерит. Содержание сурьмы в среднем около 10 %, золота — до 10—20 г/т. Из других месторождений района можно указать Сан-Луис, Сент-Яго, Уануни, Ла-Индия. Общие запасы сурьмы в Боливии оцениваются в 340 тыс. т. Количество добытой сурьмы в прошлые годы оценивается от 170 до 500 тыс. т.

Золото-сурьмяно-кварцевые жильные месторождения мезозойского возраста известны на Аляске и на северо-западе Канады (Юкон). Золотоносные кварцевые жилы с антимонитом на Аляске известны в районе Ном, где они находятся в палеозойских сланцах и известняках, прорываемых мезозойскими гранитами. В рудном поле Биг-Эрра из жил подобного типа добыто несколько сотен тонн сурьмы при содержании ее в рудах 35—55 % и золота 10—15 г/т. В районе Фербенкс (Юкон) известно около 50 проявлений и мелких месторождений золото-сурьмяно-кварцевого типа.

ЖИЛЬНЫЕ ЗОЛОТО-СУРЬМЯНО-КВАРЦЕВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Жильные месторождения этого возраста связаны с областями герцинской складчатости и известны в Европе (Франция, ФРГ, ЧССР и ГДР), Австралии и на востоке Канады.

Основные из них находятся на территории Франции, где за прошедшие годы было добыто около 100 тыс. т сурьмы, а оставшиеся запасы оцениваются в 50 тыс. т. Наиболее крупное месторождение Ла-Люсетт находится в пределах Арморикансного палеозойского массива и представлено серией крутопадающих антимонит-кварцевых жил среди силурийских осадочных образований. Главная жила имеет мощность от 1,5 до 3 м с раздувами до 10 м. Ее длина по простиранию более 200 м, на глубину 350 м. Рудные жилы имеют полосчатое строение с чередованием существенно кварцевых и антимонитовых прослоев. Кроме антимонита присутствует арсенопирит, пирит, сфалерит и золото. Содержание сурьмы в отработанной части месторождения (добыто 30 тыс. т) 13—15 %, золота от 3 до 12,5 г/т.

В Центральном Французском массиве, расположенном восточнее, имеется более 20 жильных месторождений, которые почти полностью выработаны и дали около 50 тыс. т сурьмы. Главный сурьмяный район Бриуд-Массьиак включает более 100 жил антимонит-бертьерит-кварцевого и золото-сурьмяно-кварцевого типа. Жилы имеют мощность 20—40 см. В них наряду с антимонитом присутствовали пирит, арсенопирит, сфалерит. Из жильных месторождений этого района добыто около 33 тыс. т сурьмы.

На территории Чешского массива в ЧССР золото-сурьмяно-кварцевые месторождения находятся в районе Красна Гора — Милишев. Наиболее крупное месторождение района Красна Гора

представлено кварц-антимонитовыми жилами, приуроченными к зоне дробления в палеозойских биотит-амфиболовых гранитах, жилы локализуются у контактов даек милонитизированных лампрофиров и порфиритов. Главные минералы — кварц и антимонит, им сопутствуют самородное золото и сурьма, а также пирит, халькопирит, арсенопирит и др. Содержание сурьмы 6—7 %, золота от 4 до 17 г/т.

В ФРГ и ГДР также развиты сурьмяные месторождения, наиболее значительные из них находятся в Западных Рудных Горах в районе Шляйц и Грайц, где они представлены кварц-антимонит-бертьеритовыми жилами в раннесилурийской сланцевой толще. Жилы мощностью до 2 м и длиной до 150 м содержат гнезда чистого антимонита. Кроме кварца, антимонита и бертьерита в них присутствуют сфалерит, кальцит, пирофиллит и имеется немного золота.

В восточной Австралии золото-сурьмяно-кварцевые месторождения известны в Новом Южном Уэльсе, Квинсленде и шт. Виктория. В шт. Виктория они приурочены к меридиональной полосе линейной складчатости, сложенной силуро-девонскими сланцами и граувакками. Самым крупным здесь является месторождение Кастерфильд. Месторождение представлено серией крутопадающих кварцево-рудных жил мощностью 0,5—1 м и длиной в несколько сотен метров, образующих рудную зону длиной в 16 км. Оруденение прослежено на глубину 300 м. В составе жил кроме кварца, антимонита и золота присутствуют пирит, арсенопирит и пирротин, реже сфалерит и халькопирит. Содержание сурьмы 6,8 %, золота 19 г/т. На месторождении добыто 22,6 тыс. т сурьмы, оставшиеся запасы оцениваются в 20 тыс. т.

На территории шт. Новый Южный Уэльс золото-сурьмяно-кварцевые месторождения приурочены к палеозойским песчано-сланцевым отложениям и палеозойским гранитоидам. Наиболее крупные месторождения Хилгров, Уайлд-Кэтл-Крик и Манга-Крик. Месторождение Хилгров представлено крутопадающими жилами в сланцах и кварцитах пермского возраста, переходящих в позднепермские граниты. Жилы содержат антимонит, золото, пирит и арсенопирит, в жилах, залегающих в гранитоидах, имеется кроме того шеелит. На месторождении уже добыто 14 тыс. т сурьмы, оставшиеся запасы составляют около 16 тыс. т, при содержании сурьмы в 4 %. На месторождении Уайлд-Кэтл-Крик содержание сурьмы 4,1 % и запасы ее 22 тыс. т, на месторождении Манга-Крик — 23,5 тыс. т при том же содержании.

На севере шт. Квинсленд выявлены два месторождения Митчелл-Ривер и Сент-Джордж. Первое из них содержит в жилах мощностью до 3,6 м до 14,5 % сурьмы при среднем содержании 6,3 % и 15,5 г/т золота. Запасы сурьмы оцениваются в 10 тыс. т. На месторождении Сент-Джордж содержание сурьмы в среднем 3,5 % и запасы ее 9 тыс. т.

В складчатой герцинской системе Аппалачей в Канаде сурьмяные жильные месторождения известны в Новой Шотландии и

Нью-Брансуике. В провинции Нью-Брансуик находится месторождение Лейк-Джордж, где выявлены четыре кварцево-карбонатные жилы в рудном поясе длиной 2,7 км. Жила Хиббарт имеет длину по простиранию 120 м, мощность 2 м и содержание сурьмы 10,4 %, жила Приут соответственно 120 м, 1,1 м и 3,78 %. Среднее содержание сурьмы по месторождению 5,1 %, запасы сурьмы: разведанные 23 тыс. т, перспективные — 50—55 тыс. т.

ЖИЛЬНЫЕ ЗОЛОТО-СУРЬМЯНО-КВАРЦЕВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОКЕМБРИЙСКОГО ВОЗРАСТА

Основные запасы сурьмы в золото-сурьмяно-кварцевых месторождениях докембрийского возраста находятся в южной Африке на территории ЮАР и Зимбабве, где со времени начала эксплуатации добыто 450 тыс. т сурьмы. Известны они также в Австралии, в СССР, на Енисейском кряже, в Бразилии, Индии и в Финляндии.

Сурьмяное оруденение в южной Африке приурочено к архейским зеленокаменным поясам осадочно-вулканогенных пород, находящихся между более древними кратонами, сложенными гранито-гнейсами и гранитоидами. Наиболее продуктивной (90 % запасов) является крупная зона Мерчисон, протягивающаяся на 130 км. Главными месторождениями зоны являются Гравелот, Вейгель, Юнайтед-Джек, Монарч и др. Содержание сурьмы в них колеблется в очень широких пределах от 2,5 до 40 %, составляя в среднем 10 %. Мощность рудных тел от единиц сантиметров до 6 м, а иногда и более. Протяженность рудных тел до 400 м. Оруденение прослеживается на глубину до 1000 м. Золото-сурьмяное оруденение в зоне Мерчисон локализуется на участках интенсивного смятия и поэтому между отдельными месторождениями существуют перерывы до 3,5 км. Рудные тела — согласные линзообразные и седловидные жилы анкерит-кварц-антимонитового состава, зоны вкрапленности антимонита по сланцеватости пород. Среднее содержание сурьмы в месторождениях зоны от 3 до 10 %, хотя в отдельных случаях оно поднимается до 40 %, содержание золота 2,5 г/т. На наиболее крупном месторождении Гравелот главное рудное тело представляет собой жилу мощностью от 3 до 70 м, содержащую от 4 до 10 % сурьмы. На глубине в последнее время выявлено второе аналогичное рудное тело. Запасы сурьмы на месторождении 70 тыс. т. Рудные минералы — антимонит и бертьерит, в меньших количествах — пирит, арсенопирит, золото, примеси — серебро, самородная сурьма, пирротин. Месторождения аналогичного типа имеются и на территории Зимбабве, где запасы сурьмы оцениваются в 40 тыс. т.

На западе Австралии золото-сурьмяное оруденение, как и в Южной Африке связано с поясами архейских зеленокаменных поясов. Здесь известны промышленные золото-сурьмяно-кварцевые месторождения Блу-Спек, Голден-Спек и Уилуна.

На месторождении Блу-Спек в массиве Пилбара кварц-антимонитовые жилы с золотом локализуются в зоне рассланцевания архейских сланцев, песчаников и кварцитов. Рудные столбы протяженностью до 45 м при мощности 1,5—2,4 м приурочены к ее изгибам на участках пересечения зоной пластов песчаников. Рудные минералы — антимонит, пирит, золото и арсенопирит. На месторождении Голден-Спек, имеющем аналогичное строение, мощность рудных столбов достигает 4 м. Среднее содержание сурьмы на первом из них 6,2 %, на втором 5,5 %. Содержание золота от 21 до 124 г/т, а в среднем близко к 50 г/т. Запасы сурьмы на этих двух месторождениях суммарно составляют около 14 тыс. т (10,8 тыс. т — Блу-Спек, 3,2 тыс. т — Голден- Спек). На месторождении Уилуна оруденение приурочено к меридиональной зоне разлома среди лав кислого и основного состава. Золото-антимонитовое оруденение связано с крутопадающими жилами, в которых кроме антимонита, кварца и золота встречаются пирит и арсенопирит. Содержание сурьмы в рудах 1,25 %, золота 9 г/т. На месторождении добыто 4 тыс. т сурьмы.

В Бразилии в массиве Сьерра-Пампа известно докембрийское месторождение Кеврада-де-ле-Севала. Меридиональная жила мощностью от 0,5 до 1 м залегает в докембрийских кварцитах, гнейсах и слюдистых сланцах, прослеживаясь по простиранию на 1 км. Она состоит из зернистого кварца, антимонита и сопутствующих им пирита, арсенопирита и самородной сурьмы.

В Индии известно пока только одно месторождение в Гималаях около ледника Барамагра (шт. Пенджаб). Здесь в трещинах гранодиоритов встречен ряд жил кварц-антимонитового состава мощностью 10—12 см с содержанием сурьмы в 45—56 %.

На Енисейском кряже в его восточной части среди среднепротерозойских пород в зоне, контролируемой глубинным разломом и прорванной докембрийскими гранитами, известны два сурьмяных месторождения — Удерейское и Раздольнинское (отработано). На Удерейском месторождении серия кварц-антимонитовых жил находится в крутопадающей меридиональной зоне рассланцевания. Жилы простой и пластообразной формы с раздувами, а иногда ветвящиеся, залегают согласно с сланцеватостью. Состав жил — кварц, антимонит и бертьерит, второстепенные — арсенопирит, пирит, золото. Аналогичное строение имеет Раздольнинское месторождение, на котором жилы претерпели дополнительную складчатость и повторяют деформации сланцев. За счет этих деформаций оруденение претерпело перераспределение с созданием рудных столбов в замках сложнопостроенных складок.

ЖИЛЬНЫЕ ЗОЛОТО-СУРЬМЯНО-КВАРЦЕВЫЕ И СУРЬМЯНО-КВАРЦЕВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЙНОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

Месторождения этих двух типов развиты в зонах мезо-кайнозойской складчатости — Средиземноморской (Алжир, Марокко, Иран, СССР) и Тихоокеанской (США, Мексика, Боливия, Япония), причем в первой они, как правило, не содержат золота и относятся к сурьмяно-кварцевому типу.

Основные месторождения сурьмы в Алжире расположены в департаменте Константина, в северо-восточной части страны. В основном это жильные месторождения, приуроченные к зонам нарушения в известняках верхнемелового и миоценового возраста. Сурьмяные минералы в основном окисные — валентинит и сервантит. Наиболее крупными месторождениями этого типа являются Айн-Керма и Хаммимат. На месторождении Айн-Керма оруденение представлено согласными залежами в доломитах и жилами в известняках баррема и апта. Содержание сурьмы до 31 %. Возраст оруденения, по-видимому, третичный.

Кроме того, сурьма встречается в полиметаллических месторождениях, расположенных несколько южнее. Основным месторождением этого типа является Хаммам-Н'Байлс, представляющее метасоматическую залежь в карбонатных породах и имеющее, по-видимому, также третичный возраст.

Сурьмяные месторождения в Марокко находятся в северной и центральной частях страны. В районе г. Сеута месторождения приурочены к палеозойским песчано-сланцевым породам с прослоями известняков и представлены кварцевыми жилами с антимонитом, залегающими в известняках. Мощность жил 0,1—0,4 м, содержание сурьмы 4—5 %. Здесь в полосе осадочных пород палеозоя находится наиболее крупное месторождение Бени-Мезала. Оруденение приурочено к кварц-кальцитовым жилам мощностью до 1 м. Основной рудный минерал антимонит, но присутствуют галенит и сфалерит.

В провинции Мекнес сурьмяное оруденение связано с дайками микрогранитов, прорывающими породы докембрия, и представлено жилами и брекчированными зонами в кристаллических сланцах или штокверковым прожилковым оруденением непосредственно в микрогранитах. На наиболее крупном в этом районе месторождении Туртит брекчированная зона в палеозойских породах имеет длину по простиранию 300 м при мощности 20—30 м. К ней приурочено жилообразное кварцевое рудное тело мощностью 10—15 м, прослеживающееся по простиранию на 300 м и по падению на 20—30 м. Рудные минералы — антимонит, пирит, галенит. Содержание сурьмы от 0,5 до 5 %, свинца 0,2 %. Возраст оруденения, по-видимому, мезозойский или даже кайнозойский.

Жильные месторождения сурьмы в Иране известны в районах городов Хамадан (месторождение Бахарлу), Фердоус (месторождение Кухшураб) и Мешхед (месторождение Кух-Сурх). Содержание сурьмы в рудах довольно высокое, от 12 до 20 %.

В СССР на южном склоне Большого Кавказского хребта находится Верхне-Рачинская группа сурьмяных месторождений, где оруденение представлено сурьмяно-кварцевыми жилами. Наиболее интересным месторождением является Зопхито. Оно сложено ороговикованными сланцами лейаса, прорванными многочисленными диабазовыми дайками. Всего на месторождении известно до

50 кварц-антимонитовых жил. Кроме антимонита и кварца в них встречаются арсенопирит и бертьерит. Мощность жил в среднем 0,35 м.

В Японии насчитывается несколько десятков мелких сурьмяных месторождений, из которых в настоящее время разрабатывается только одно месторождение Никасе на о. Хонсю. Из остальных месторождений бóльшая часть выработана. Рудные жилы на этом месторождении приурочены к палеозойским филлитам и кварцитам, прорванным пластовыми субвулканическими интрузиями. Мощность жил 0,1—0,5 м, длина 500—600 м. Жилы сложены кварцем, антимонитом, бертьеритом. Присутствуют золото, пирит, арсенопирит, сфалерит, галенит. Запасы 5 тыс. т сурьмы при содержании в руде 7,6 %.

В северной части о. Сикоку находится месторождение Итинокава, где кварцево-рудные жилы мощностью до 3 м залегают в палеозойских сланцах. Рудные минералы — антимонит, кварц и арсенопирит. На месторождении добыто 13 тыс. т сурьмы. На восток от этого месторождения вдоль той же зоны глубинных разломов на территории о. Хонсю находятся месторождения Ямато и Цугу. Рудные жилы месторождения Цугу, приурочены к некку миоценовой вулканоструктуры и имеют мощность 0,3—0,5 м при длине до 700 м. Рудные минералы — антимонит, франконит, киноварь, золото, а также сульфиды цинка, свинца и меди.

Сурьмяно-кварцевые месторождения жильного типа в США развиты в пределах мезо-кайнозойского складчатого пояса и представлены в основном золото-сурьмяно-кварцевыми жилами. Наиболее представительным месторождением этого типа является Йеллоу-Пайн в шт. Айдахо. Прожилково-вкрапленное оруденение приурочено там к верхней брекчированной части монцонитовой интрузии нижнетретичного возраста. Рудные минералы — антимонит и арсенопирит, содержащие золото и серебро, в меньшей степени шеелит. Среднее содержание сурьмы невысокое (1,8 %). Здесь же находится золото-сурьмяное месторождение Бэббит, приуроченное к зоне нарушения в гранитах и связанное с третичными интрузиями кварц-монцонитов. Основная рудная жила прослеживается на 1200 м при мощности от 0,2—0,3 до 6 м. Отдельные участки ее мощностью 0,3—1 м почти нацело сложены антимонитом. В шт. Монтана начато освоение месторождения Томпсон-Фолз, где разведано 7,5 тыс. т сурьмы при ее содержании в руде 2,5 %. Перспективные запасы месторождения оцениваются в 20—25 тыс. т. В шт. Невада известны два небольших жильных месторождения Антимони-Кинг и Уайткепс. Запасы сурьмы в золото-сурьмяно-кварцевых месторождениях США определяются в 70 тыс. т.

Жильные месторождения Мексики находятся в северной части страны в шт. Сонора и залегают в палеозойских вулканогенно-осадочных породах. Они представлены кварц-антимонитовыми жилами и по возрасту относятся к палеогену, находясь в одних зонах с меднопорфировыми месторождениями. В штатах Дуранго и Оахака развиты жильные сурьмяно-серебряные месторождения.

Небольшое число мелких неогеновых месторождений имеется в Боливии, в районах поздненеогенового вулканизма. Они представлены барит-халцедон-кварцевыми жилами с антимонит-фербе-ритовым оруденением.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ СУРЬМЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И РУДНЫХ РАЙОНОВ В СССР

На основании всего изложенного выше перспективными территориями на выявление сурьмяных месторождений следует считать Тихоокеанский и Средиземноморский мезо-кайнозойские складчатые пояса и площади, подвергшиеся мезо-кайнозойской активизации, наложенной на более древние складчатые структуры. На территории СССР это северная часть Южно-Тяньшаньской складчатой области, Верхояно-Чукотская складчатая область, восточная окраина Алданского щита, западная часть Енисейского кряжа.

В северной части Южно-Тяньшаньской складчатой области можно ожидать в основном расширения масштабов уже известных месторождений Зеравшано-Гиссарской зоны — Джижикрутского и Шинг-Магианской группы. В Южно-Ферганской зоне, по-видимому, имеются некоторые перспективы на открытие новых месторождений в районе уже известных.

Высоко в настоящее время можно оценивать перспективы Эльгино-Адычанской зоны, расположенной вдоль южного обрамления Колымского срединного массива в Верхояно-Чукотской складчатой области. Интерес представляет также район восточного обрамления Колымского массива, где в последнее время зафиксированы отдельные сурьмяные проявления.

По восточной окраине Алданского щита проявления сурьмы пока не фиксировались. Однако по геологической обстановке этот район очень сходен с сурьмяным поясом юго-востоке КНР, что позволяет высказать предположение о возможности обнаружения там месторождений сурьмы сикуаншаньского типа.

Глава XI

ЭКОНОМИКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Развитие промышленного производства во всем мире, особенно после окончания второй мировой войны, научно-технический прогресс, ведущий к совершенствованию и модернизации существующих и созданию новых видов оборудования, механизмов и материалов, а также предметов домашнего обихода длительного пользования — все это ведет к постепенному наращиванию количества потребляемого сырья, а в том числе и цветных металлов, получаемых в основном за счет добычи из недр и соответствующей переработки содержащего их минерального сырья. Размеры потребления цветных металлов в капиталистическом мире и развивающихся странах за 1957—1977 гг. приведены в табл. 24.

Как видно из таблицы в период с 1957 по 1973 г., а по никелю и молибдену по 1974 г. происходило постоянное увеличение потребления основных металлов. После года максимального потребления (1973 или 1974 гг.) начался спад потребления этих металлов, в первую очередь в наиболее развитых капиталистических странах, что является следствием охватившего их кризиса, связанного, очевидно, не только с валютными и топливно-энергетическими причинами, но и с перепроизводством ряда продукции. В период с 1957 по 1973 г. преимущественный рост получило потребление таких металлов, как алюминий (425 % к потреблению в 1957 г.), молибден (588 %) и вольфрам (400 %), первого из-за увеличения его применения в строительстве, двух других в связи с развитием производства легированных сталей, а также их использованием в электропромышленности. По остальным цветным металлам произошло увеличение в 1,9—2,5 раза, а использование ртути уменьшилось и составило 91 % к уровню 1957 г. Последнее обстоятельство связано с мероприятиями по охране окружающей среды, в результате которых технологические процессы с использованием ртути были заменены другими, как это произошло с производством хлора и кальцинированной соды. Значительно медленнее в рассматриваемый 20-летний период увеличивалось потребление олова, которое в 1973 г. составило всего только 135 % к уровню 1957 г. Объясняется это двумя причинами: во-первых, довольно значительной его добычей уже в 1957 г., поскольку основные оловодобывающие страны Малайзия, Таиланд и Индонезия вследствие несложности технологии извлечения олова из россыпей смогли достигнуть сравнительно легко высокого уровня добычи уже в первые послевоенные годы, во-вторых, уменьшением потребностей промышленности в олове по сравнению с другими металлами.

Как уже отмечалось, общее уменьшение потребления металла после 1973—1974 гг. привело к тому, что в 1977 г. оно составило 78—98 % к уровню 1973 г. по всем металлам, кроме алюминия, потребление которого осталось на уровне 1973 г. Очевидно, в дальнейшем потребление опять будет возрастать, но вряд ли сможет к 2000 г. достичь прогнозируемых иностранными специалистами 200 % к 1974 г. По-видимому, только к 1983 г. будет достигнут уровень 1973 г., а дальнейший рост будет составлять не более чем 2 % в год по основным металлам, 3—4 % в год по алюминию, не более 1 % в год по олову и останется на уровне 1977 г. по ртути. Таким образом, потребление в капиталистическом мире и развивающихся странах может составить (см. табл. 24) меди рафинированной — 9600, алюминия — 20 700, никеля — 800, свинца — 4500, цинка — 6700, олова — 235, трехокиси

Таблица 24

Потребление цветных металлов в капиталистических и развивающихся странах за 1957—1977 гг.

Металл	Количество металла (в числителе — тыс. т., в знаменателе — % к 1957 г.)					1977 г. в % к 1973 г.	Возможный уровень потребления в 2000 г., тыс. т
	1957 г.	1963 г.	1968 г.	1973* г.	1977 г.		
Медь (рафинированная)	3244	4900	5080	6857	6716	97,9	9 600
	100	151	156	211	207		
Никель	219	304	366	568	459	80,8	800
	100	139	167	259	209		
Свинец (первичный)	1689	2730	2880	3221	3105	96,5	4 500
	100	162	171	191	184		
Цинк	2142	3400	3600	4785	4066	85,0	6 700
	100	159	168	233	190		
Алюминий	2623	5100	6590	11 140	11 200	100,5	20 700
	100	194	251	425	427		
Олово	144	168	176	194	170	87,6	235
	100	117	122	135	118		
Вольфрам (трехокись в концентрате)	8	14	21	32	25	78,1	45
	100	175	262	400	313		
Молибден	16	45	54	94	85	90,4	130
	100	281	338	588	531		
Сурьма (первичная)	21	24	27	47	41	87,2	66
	100	114	129	224	195		
Ртуть	4,3	6,7	5,6	3,7	3,7	94,9	4
	100	158	130	91	86		

* Для никеля и молибдена приведены данные по 1974 г.

вольфрама — 45, молибдена — 130, сурьмы первичной — 66, ртути — 4 тыс. т.

Характерным для капиталистических стран является также то, что по мере увеличения производства цветных металлов растет и цена на них на международном рынке, определяемая в первую очередь конъюнктурой спроса и предложения. В те годы, когда

Таблица 25

Цены на цветные металлы по данным Лондонской биржи металлов

Металл	Цена 1 т, долл.									1977 г. к 1960 г., %
	1960 г.	1962 г.	1965 г.	1968 г.	1970 г.	1974 г.	1975 г.	1976 г.	1977 г.	
Медь (рафинированная)	678	645	1 293	1 242	1 411	2060	1235	1401	1 309	143,0
Свинец (рафинированный)	199	155	318	241	304	592	417	475	618	311,0
Цинк (чушковый)	246	183	310	263	246	1239	745	795	719	292,0
Никель (высшего сорта)	1630	1740	1 940	2 330	2 900	3600	4400	5310	4 470	274,0
Алюминий	513	496	540	553	614	861	710	847	982	191,0
Олово	2447	2475	3 900	3 129	3 673	8202	6871	7578	10 799	441,0
Вольфрам (1 т 65 %-ного концентрата)	2100	1200	3 650	4 500	7 100	8900	7800	7658	10 950	521,0
Молибден (в концентрате)	3080	3080	3 420	3 570	3 790	5070	5360	7050	8 225	267,0
Сурьма (металл)	430	635	1 110	690	2 730	3950	2980	3650	3 810	886,0
Ртуть	5940	5000	16 490	15 250	11 800	7900	4600	4200	3 500	59,0

добыча отстает от потребности, цены растут более резко, в годы их равновесия рост цен замедляется. Однако общая тенденция к повышению цен выражена довольно четко (на все металлы, кроме ртути), о чем свидетельствуют данные, приводимые в табл. 25.

Из приведенных данных видно, что наиболее высоко поднялись цены на три металла — сурьму (почти в 9 раз), вольфрам (в 5,2 раза) и олово (4,4 раза). При этом следует отметить, что наибольшее вздорожание первичной металлической сурьмы произошло в 1970 г., одновременно с резким ростом ее потребления. Так, если потребление первичной сурьмы в 1969 г. составляло 25 тыс. т, то в 1970 г. оно возросло сразу до 47 тыс. т, т. е. увеличилось почти в 2 раза и в основном за счет наиболее развитых капиталистических стран — США, Японии, Великобритании. Одновременно была резко увеличена стоимость металлической сурьмы с 880 долл. за 1 т в начале 1969 г. до 2730 долл. в июле 1970 г., т. е. почти в 3 раза за 1 год. В связи с дальнейшим ростом издержек производства, происходящего как за счет усложнения добычи на ранее разрабатываемых месторождениях, так и за счет ввода в эксплуатацию новых рудников в Австралии (Армидейл), Канаде (Лейк-Джордж), Таиланде (Банпин) и Малайзии, в 1974 г. стоимость 1 т металла (99,5 % сурьмы) повысилась еще более и составила 3950 долл. Эта цена с небольшими колебаниями удерживается до настоящего времени.

Первое повышение цен на вольфрам произошло в 1964 г. из-за того, что резко сократился импорт вольфрама в капиталистические страны из СССР и КНР. Поэтому на стандартный вольфрамовый концентрат цены повысились с 1200 долл. за 1 т в апреле 1964 г. до 3650 долл. в конце 1965 г., т. е. в 3 раза. Повышение спроса на вольфрам в связи с резким ростом его потребления в производстве карбида вольфрама, являющегося основой ряда твердых сплавов, привели в 1969—1970 гг. к увеличению цен за 65 %-ный концентрат до 7—8 долл. за 1 кг. Однако в 1977 г. в связи с недостатком на международном рынке вольфрама цены еще возросли до 10,5—11,2 долл. за 1 кг концентрата.

Повышение цен на олово произошло в течение 1973 г. и первой половине 1974 г. Связано это было с тем, что Международный совет по олову из-за превышения спроса над предложением был вынужден снять контроль за ограничением экспорта, введенный им в начале 1970 г. Это привело к тому, что страны-экспортеры резко повысили продажную цену на олово и она в 1974 г. возросла до 8202 долл. за 1 т.

Цены на свинец, никель, цинк и молибден за период 1960—1977 г. возросли в среднем в 3 раза, причем по свинцу и цинку эти цены имели свой максимум в годы наибольшего потребления (1973—1974 гг.), после чего они немного снизились, а затем опять повысились. По никелю цены повысились за 1976 г., что было связано в основном с увеличением издержек производства при отработке более бедных руд в Канаде и Австралии. По молибдену общее постепенное повышение цен, устанавливаемых компанией «Молибден Клаймакс», являющейся до сих пор основным его поставщиком, связано в основном со снижением валютного значения доллара. Меньше, чем на остальные металлы, увеличились цены на медь и алюминий, что объясняется прочным состоянием сырьевых баз меди (за счет меднопорфировых руд Северной и Южной Америки и осадочных месторождений Африки) и бокситов (Австралия, Гвинея, Ямайка, Суринам), где издержки производства увеличиваются незначительно.

Цены на ртуть снижаются, так как в связи с резким уменьшением ее потребления (в 1977 г. в 2 раза по сравнению с 1963 г.) предложение стало превышать спрос. Надо полагать, что в связи с почти полным прекращением добычи ртути в Италии и сокраще-

нием ее производства в ряде других стран цены на ртуть в последующие годы несколько повысятся.

В прямой зависимости от спроса на цветные металлы и от цен на международном рынке находятся и геологоразведочные работы, выявляющие запасы минерального сырья для дальнейшего их использования.

Изменения в состоянии запасов цветных металлов в целом по капиталистическим и развивающимся странам представлены в табл. 26.

Таблица 26

Динамика запасов цветных металлов в недрах капиталистических и развивающихся стран

Металл	Запасы по годам					1978 г. в % к 1957 г.	Абсолютный прирост
	1957 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1978 г.		
Медь, млн. т	166,4	234,7	299,2	398,3	550,2	331,0	383,8
Бокситы, млн. т	2533	6838	7695	11 285	21 930	833,0	19 297
Свинец, млн. т	51,3	62,9	79,2	109,1	126,5	247,0	75,2
Цинк, млн. т	82,3	111,9	124,7	184,5	200,4	234,0	118,1
Никель, млн. т	12,0	29,2	46,7	87,8	130,3	1086,0	118,3
Олово, тыс. т	5480	5803	6360	8 261	7 271	143,0	2 191
Вольфрам (трехокись), тыс. т	383	603	679	1 098	1 448	378,0	1 065
Молибден, тыс, т	1283	2351	4589	5 574	9 207	718,0	7 924
Сурьма, тыс. т	1250	1530	1560	1 585	1 737	139,0	487
Ртуть, тыс. т	442	584	606	451	359	81,2	—

Можно считать, что в среднем запасы 1978 г. увеличились по сравнению с 1957 г. в 2,5—3 раза. Однако по никелю они увеличились почти в 11 раз, по бокситам в 8 раз, по вольфраму почти в 4 раза. В то же самое время прирост запасов олова и сурьмы составил только 40 %, а по ртути запасы вообще уменьшились.

Поскольку в принципе приросты запасов являются функцией потребности в них, целесообразно проанализировать кратность их количества к уровням добычи в те или иные годы (табл. 27).

В данной таблице помещено отношение общих, а не достоверных и вероятных (т. е. разведанных) запасов к уровню добычи, и поэтому они характеризуют не обеспеченность добычи подготовленными запасами, а общие возможности минерально-сырьевых ресурсов. При этом условии грубо можно считать, что 40-кратное превышение запасов над добычей может гарантировать довольно устойчивый уровень добычи на период ближайших лет. Следует отметить очень высокую обеспеченность запасами алюминиевой (бокситы) и никелевой промышленности. Первая отрасль хорошо обеспечена запасами высокосортных бокситов Австралии (4,4 млрд. т) и Гвинеи (8,3 млрд. т), которые в сумме составляют 50 % мировых запасов. Выявленные запасы бокситов даже при достижении в 2000 г. уровня производства алюминия в 21 млн. т в год могут обеспечить дальнейшее его производство на уровне 2000 г. на 135 лет. То же самое относится к никелю. Крупные запасы силикатного никеля в Новой Каледонии (30,5 млн. т), Индонезии (15,3 млн. т), Греции (13,2 млн. т) и Филиппинах (11,7 млн. т), сульфидного никеля в Канаде (22,1 млн. т), а также сульфидного и силикатного в Австралии (11,7 млн. т), в сумме составляющие 80 % мировых запасов, при достижении уровня производства никеля в 2000 г. 800 тыс. т могут

Таблица 27

Кратность общих запасов цветных металлов к уровню добычи соответствующего года

Металл	Кратность запасов к уровню добычи					1977 г. к уровню 2000 г.
	1957 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1977 г.	
Медь	84	61	68	67	92	65
Бокситы	159	306	243	195	312	154
Свинец	28	36	37	44	52	22
Цинк	35	38	32	41	42	25
Никель		123	128	168	307	169
Олово	31	40	35	44	38	28
Вольфрам	31	47	34	42	48	27
Молибден	46	69	79	77	104	68
Сурьма	44	50	40	32	36	22
Ртуть	73	103	97	86	92	85

обеспечить получение никеля в течение 150 лет. Более или менее удовлетворительной может быть признана обеспеченность медью и молибденом, соответственно на 45—48 лет после 2000 г., считая по уровню 2000 г., а также со ртутью (на 65 лет).

Сложнее обстоит дело с обеспечением производства свинца, цинка, олова, вольфрама и сурьмы общими их запасами, установленными в последние годы. Если учесть, что до 2000 г. надо обеспечить добычу этих металлов в течение 22 лет (учетные данные приняты на конец 1978 г.), то после него запасов свинца и цинка останется на 2—3 года, олова и вольфрама — на 5—6 лет, а запасы сурьмы будут, вообще, полностью исчерпаны. Поэтому вопросы выявления новых месторождений этих металлов являются очень важными и должны быть решены в ближайшие годы. Возможности выявления новых месторождений свинца, цинка и вольфрама далеко не исчерпаны, особенно в развивающихся странах. Этого нельзя сказать о месторождениях олова и особенно сурьмы. По олову необходимо будет вовлечение в эксплуатацию в первую очередь рудных месторождений в странах юго-восточной Азии, где к этому времени будут отработаны почти все запасы олова в

россыпях. В последние годы не было выявлено новых крупных месторождений сурьмы в известных рудных районах и не открыты новые, что создает значительные трудности в прогнозировании дальнейшей добычи.

Медь

Применение меди в различных отраслях промышленности основано на ее высокой электропроводности, ковкости и способности вытягиваться в тонкие нити, а также на легкости сплавления с другими металлами. Особенно увеличивается ее использование в электротехнической промышленности как при проведении линий электропередач, так и при создании деталей для различных электрических машин. Возрастает также использование меди в электронной и радиотехнической промышленности в производстве средств связи и в других отраслях. Медь применяется также в строительстве, в транспортном машиностроении, а также для производства предметов домашнего обихода длительного пользования. Большое количество меди идет на изготовление сплавов: с цинком (латунь), с алюминием (бронза), а также с никелем и алюминием.

Структура потребления по отраслям меди в капиталистических странах в 1977 г. была следующей (в скобках указаны данные для 1967 г.): электротехническая промышленность 50 % (35 %), машиностроение — 18 % (17 %), строительство — 15 % (20 %), транспортное машиностроение — 10 % (10 %), потребительские товары — 6 % (16 %), прочие отрасли — 1 % (2 %).

Как указывалось выше, общие запасы меди в капиталистических и развивающихся странах возросли с 166,4 млн. т в 1957 г. до 550,2 млн. т в 1978 г., т. е. за 20 лет они увеличились в 3,3 раза. При этом в 14 странах находится 93,7 % всех запасов меди (515,6 млн. т), в том числе в развитых капиталистических странах США, Канаде, Австралии и ЮАР — 161,8 млн. т, или 29,4 %, и в 10 развивающихся странах 64,3 %, или в 2 раза больше.

Распределение общих запасов меди по странам и динамика их изменения за 1957—1978 гг. представлены в табл. 28. Из таблицы видно, что в 1957 г. подавляющее количество запасов меди имели шесть стран: две развитые капиталистические страны — США и Канада, и четыре развивающиеся, из них две в Южной Америке (Чили и Перу) и две в Африке (Замбия и Заир). В период с 1957 по 1958 г. в сфере владетелей запасов меди появились новые страны, причем в основном из числа развивающихся, расположенных главным образом в Тихоокеанском поясе, где запасы меди были выявлены в меднопорфировых месторождениях. Это Панама, Мексика, Аргентина, Филиппины, Папуа — Новая Гвинея и Иран. Из этих стран только в Мексике в 1957 г. числилось 0,7 млн. т запасов меди в жильных медных и полиметаллических месторождениях, в остальных они не учитывались. К 1979 г. в этих странах числится 103 млн. т общих запасов меди. Из капиталистических странах только в Австралии и ЮАР, имевших ми-

Таблица 28

Распределение запасов меди по странам

Страны	Запасы меди, млн. т					Кратность запасов 1978 г. к запасам 1957 г.	Доля в мировых запасах в 1978 г., %
	1957 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1978 г.		
США	27,0	45,0	75,0	80,0	108,2	4,0	19,7
Чили	27,3	50,0	59,0	73,3	97,0	3,6	17,6
Замбия	45,0	54,0	54,0	54,0	85,8	1,9	15,6
Заир	27,0	36,0	36,0	36,0	36,0	1,3	6,5
Канада	10,3	11,0	16,0	30,0	39,7	3,9	7,2
Перу	10,9	13,0	19,0	23,0	32,0	2,9	5,8
Итого по шести странам	147,5	209,0	259,0	296,3	398,7	2,7	72,4
Панама	—	—	—	20,0	26,0	—	4,7
Мексика	0,7	1,0	1,6	16,0	24,0	34,0	4,4
Филиппины	—	1,9	4,3	9,2	18,0	—	3,3
Иран	—	—	0,7	9,1	13,0	—	2,4
Папуа—Новая Гвинея	—	—	3,2	4,0	9,4	—	1,7
Аргентина	—	—	—	4,0	12,6	—	2,3
Австралия	1,0	2,0	3,1	7,3	8,9	8,9	1,6
ЮАР	0,6	2,8	2,8	3,6	5,0	8,3	0,9
Итого по 14 странам	149,8	216,7	274,7	369,5	515,6	3,4	93,7
Прочие страны	16,6	18,0	24,5	28,8	34,6	2,1	6,3
Всего	166,6	234,7	299,2	398,3	550,2	3,3	100,0
В том числе развитые капиталистические страны	45,0	68,8	108,3	131,9	171,6	3,8	31,2
развивающиеся страны	121,1	165,9	190,9	266,3	378,6	3,1	68,8

нимальные запасы в 1957 г. (соответственно 1,0 и 0,6 млн. т), они увеличились и составляют 8,9 млн. т в Австралии и 5,0 млн. т в ЮАР.

Шесть стран, обладающие наиболее значительными запасами меди, тоже увеличили их. Так, в США запасы возросли в 4 раза, в Канаде в 3,85 раза, в Чили в 3,5 раза и в Перу в 3 раза. По Заиру и Замбии нет данных о движении запасов, и с 1963 г. они числятся неизменными, хотя за это время в Замбии было добыто порядка 8 млн. т меди и в Заире около 5 млн. т. Можно только предполагать, что вследствие слабой геологической изученности общих перспектив Медного пояса Африки, погашенные за эти годы запасы компенсированы разведкой на новых вводимых в экс-

плуатацию месторождениях. По Замбии на 1978 г. показано увеличение запасов на 31,8 млн. т за счет появившихся данных о том, что за время отработки месторождений Нчанга и Бвема-Маубва в отвалах скопилось 19,7 млн. т меди при содержании ее в руде 1,7 % на первом месторождении и 31,8 млн. т с содержанием 2,14 % на втором. Пока что в число запасов включены только вторые, поскольку содержание меди в них более 2 %, а такие место-

Таблица 29

Распределение запасов меди капиталистических и развивающихся стран по геолого-промышленным типам

Геолого-промышленный тип месторождений	Запасы меди						Прирост запасов с 1957 по 1978 г.		Содержание меди в руде, %	
	1957 г.		1963 г.		1978 г.					
	млн. т	%	млн. т	%	млн. т	%	млн. т	%	1963 г.	1978 г.
Меднопорфировый	57,2	34,4	99,3	42,3	353,1	64,2	295,9	77,2	1,18	0,80
Осадочный	78,0	46,9	91,5	39,0	133,1	24,2	55,1	14,4	3,6	3,04
Колчеданный	12,1	7,3	11,8	5,0	21,9	4,0	9,8	2,3	1,4	1,89
Медно-никелевый	6,0	3,6	5,1	2,2	6,5	1,2	0,5	0,2	0,62	0,62
Жильный	9,3	5,6	17,4	7,4	22,8	4,1	13,5	3,5	2,12	2,24
Скарновый	3,2	1,9	7,5	3,2	8,8	1,6	5,6	1,5	1,72	1,90
Карбонатитовый	0,6	0,4	2,1	0,9	4,0	0,7	3,4	0,9	1,85	1,28
Всего	166,4	100,0	234,7	100,0	550,2	100,0	383,3	100,0	2,22	1,46

рождения в Замбии и Заире начинают эксплуатироваться. Это Рокана (содержание меди в руде 2,8 %) и Бакуба (2,4 %) в Замбии и Мусоши (2,11 %) в Заире.

Распределение общих запасов меди по геолого-промышленным типам также претерпело значительные изменения за рассматриваемые 20 лет (табл. 29). Резко возросла роль меднопорфировых месторождений, причем не только за счет вышеуказанных развивающихся стран, но и в США и Канаде, где медная промышленность на 80—90 % использует в настоящее время медь из меднопорфировых месторождений. Запасы меди в меднопорфировых месторождениях, представлявшие в 1957 г. одну треть общих запасов, в настоящее время составляют более 60 %. Зато запасы меди в осадочных месторождениях, которые наращивались более медленными темпами, снизились с 47 до 24 % от общих запасов.

Общий прирост запасов меди за 1957—1978 гг. составил 383,3 млн. т, в том числе прирост запасов меди в меднопорфировых месторождениях 295,6 млн. т, или 77 % всего прироста, из остальных геолого-промышленных типов заметный прирост был

получен только по осадочным месторождениям меди (55,1 млн. т, или 14,4 %), причем в основном за счет учета меди в отвалах по Замбии, о чем говорилось выше.

За прошедшие годы устанавливается снижение содержаний меди в разведанных запасах. Так, в связи с разведкой большого количества запасов бедных меднопорфировых руд в значительной части стран и отработкой наиболее богатых руд на месторождениях с развитой зоной вторичного обогащения в Чили (Чукикамата, Эль-Теньенте), США (Моренси, Твин-Бьютс и др.) и Канаде (Бетлехем) произошло общее снижение содержаний меди в меднопорфировых рудах в США с 0,96 до 0,7 %, в Чили с 1,8 до 1,0 % и т. д. В результате в мировых запасах содержание меди в меднопорфировых рудах снизилось с 1,18 % до 0,8 %. Снижение содержаний отмечается и по осадочным месторождениям с 3,6 до 3,04 %, в основном в связи с вводом в баланс запасов новых месторождений в Замбии и Заире с более бедными содержаниями меди, а также в связи с отработанностью наиболее богатых блоков на эксплуатируемых длительное время месторождениях. По карбонатитовым рудам также отмечается снижение содержаний меди из-за ввода в общие запасы бедных руд месторождения Палабора в ЮАР (содержание меди 0,7 %), в то время как ранее оно учитывалось по месторождению Гельб-Могрейн в Мавритании (содержание 1,85 %). По остальным типам руд содержание металла в разведанных запасах даже несколько повысилось: по колчеданным — за счет более богатых руд Австралии, по скарновым — за счет месторождения Эртсберг в Индонезии. Однако незначительный удельный вес этих типов месторождений, безусловно, не смог компенсировать снижение содержания металлов за счет меднопорфировых и осадочных месторождений. Это и привело к тому, что в запасах меди содержание ее в руде в целом снизилось с 2,22 до 1,46 %, или на 34 %.

Из развитых капиталистических стран наибольшими запасами меди обладают США (108,2 млн. т из 171,6 млн. т, или 63 %). За ней следует Канада (39,7 млн. т, или 23 %). На долю всех остальных стран приходится только 14 % общих запасов в этой группе стран, в том числе 8,9 млн. т (5,2 %) на Австралию, 5,0 млн. т (2,9 %) на ЮАР, 3,8 млн. т на Испанию (2,2 %), 2,0 млн. т на Японию (1,2 %), 1,5 млн. т на Швецию (0,9 %). Такие развитые страны, как Великобритания, ФРГ, Франция, Италия, вообще не имеют медных месторождений. Изменение распределения запасов меди по геолого-промышленным типам в США в рассматриваемое 20-летие подчиняется общей закономерности. Здесь роль меднопорфировых месторождений была довольно высока уже в 1957 г., когда она составляла 70,4 % всех запасов (табл. 30). В 1978 г. запасы меди этого типа достигли 86,9 %, причем 91 % прироста запасов за 20 лет получен по меднопорфировым месторождениям. Среднее содержание меди в медных рудах США снизилось с 1,03 до 0,89 %, в том числе по меднопорфировым рудам с 0,83 до 0,79 %. Снижение произошло и по всем остальным

типам месторождений, что связано с вводом в эксплуатацию в первую очередь наиболее богатых месторождений и их частей.

Производство медных концентратов из добытой руды возросло с 2977 тыс. т в 1957 г. до 5947 тыс. т в 1978 г., т. е. в 2 раза. При этом 88,6 % меди в концентрате в 1957 г. было получено девятью странами, в 1978 г. эти страны и дополнительно Папуа — Новая Гвинея, начавшая в 1972 г. разработку меднопорфирового

Таблица 30

Распределение запасов меди в США по геолого-промышленным типам месторождений

Геолого-промышленный тип месторождений	Запасы меди						Прирост запасов за 1957—1978 гг.		Содержание меди, %	
	1957 г.		1963 г.		1978 г.					
	млн. т	%	млн. т	%	млн. т	%	млн. т	%	1963 г.	1978 г.
Меднопорфировый	19,0	70,4	32,3	71,8	94,0	86,9	75,0	91,1	0,83	0,79
Осадочный	5,0	18,5	6,3	14,0	3,9	3,6	—	—	1,50	1,30
Колчеданный	—		2,6	5,8	2,9	2,7	2,9	3,5	2,66	1,75
Жильный	3,0	11,1	3,8	8,4	7,4	6,8	4,4	5,4	0,83	1,62
Всего	27,0	100,0	45,0	100,0	108,2	100,0	82,3	100,0	1,03	0,89

месторождения Пангуна на о. Бугенвиль, т. е. 10 стран, дали 90 % всего медного концентрата в капиталистических и развивающихся странах. При этом четыре страны, входящие в состав 14 стран с наиболее крупными запасами меди, или пока не ведут ее добычу (Панама и Аргентина), или добывают ее слишком мало (Иран — 6,0 тыс. т меди в концентрате). И только Мексика добыла в 1978 г. 87,2 тыс. т меди в концентратах.

Более подробные данные о получении меди в концентрате приведены в табл. 31. Из этой таблицы видно, что в получении меди главенствующая роль принадлежит США и за ней следует Чили. При этом производство меди в концентратах увеличилось за последние 20 лет в США в 1,4 раза, в Чили в 2,1 раза. Из других стран резко увеличили добычу меди и ее получение в концентрате Филиппины (в 6,5 раз), Перу (в 6,4 раза), ЮАР (в 4,8 раза) и Австралия (в 4,1 раза). Из развитых капиталистических стран небольшое количество меди в концентрате из собственных руд получают Япония (73,4 тыс. т в 1978 г.), Швеция, Финляндия и Испания (по 42—48 тыс. т) и Норвегия (28 тыс. т). ФРГ своей медедобывающей промышленности не имеет и получает медь попутно из полиметаллических руд в количестве 0,8—1,2 тыс. т в год.

Размеры кратности запасов к добываемой руде по основным странам-производителям медных концентратов в 1978 г. показаны в табл. 32.

Таблица 31

Основные страны-производители меди в концентрате

Страна	Производство меди в концентрате, тыс. т					% от общей добычи	
	1957 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1978 г.	1957 г.	1978 г.
США	985,3	1100,9	1088,0	1558,5	1351,9	33,1	22,8
Чили	485,6	621,6	658,2	735,4	1035,5	16,3	17,5
Канада	309,4	415,8	551,9	823,9	647,2	10,4	10,9
Замбия	422,9	568,0	729,5	706,6	643,0	14,2	10,8
Заир	242,2	271,3	324,5	488,6	423,8	8,1	7,1
Перу	57,2	177,4	213,1	220,0	366,4	1,9	6,1
Филиппины	40,3	63,3	110,3	221,2	263,4	1,4	4,4
Австралия	53,0	114,8	113,7	220,3	219,3	1,8	3,7
ЮАР	43,3	57,0	125,6	175,8	209,3	1,4	3,5
Папуа—Новая Гвинея	—	—	—	165,3	198,6	—	3,3
Итого по 10 странам	2639,2	3410,1	3914,8	5315,6	5358,4	88,6	90,1
Мексика	60,6	55,9	64,6	80,5	87,2	2,0	1,5
Япония	81,7	107,2	120,0	91,3	73,4	2,7	1,2
Швеция	18,1	19,1	15,8	32,4	47,6	0,6	0,8
Финляндия	27,9	33,8	30,1	38,2	46,8	0,9	0,8
Испания	10,0	13,8	17,0	33,4	42,2	0,3	0,7
Норвегия	15,3	14,3	16,6	28,4	28,3	0,5	0,5
Прочие страны	124,1	163,7	188,8	294,4	262,7	4,4	4,4
Всего	2977,0	3817,9	4367,7	5914,2	5946,6	100,0	100,0

Во всех этих странах, кроме ЮАР и Японии и в какой-то мере Австралии, запасы меди достаточны для дальнейшего поддержания существующей добычи, а в США, Чили и Мексике даже могут гарантировать ее увеличение. Япония и ЮАР до 2000 г. погасят все свои запасы, причем особенных геологических перспектив на их увеличение эти страны не имеют.

Таблица 32

Кратность общих запасов к добыче меди по некоторым странам

Страна	Кратность	Страна	Кратность	Страна	Кратность
США	80	Заир	85	ЮАР	24
Чили	93	Перу	87	Папуа—Новая Гвинея	47
Канада	61	Филиппины	68		
Замбия	133	Австралия	41	Мексика	75
				Япония	27

Размеры производства как черновой, так и рафинированной меди не совпадают с распределением по странам добываемой меди в концентрате, хотя ряд развивающихся стран таких, как Чили, Замбия, Заир и Перу, все время расширяют производство рафинированной меди с тем, чтобы продавать не медный концентрат, цена на который не очень велика, а непосредственно металл.

Таблица 33

Производство и потребление рафинированной меди в капиталистических и развивающихся странах, тыс. т

Страна	1957 г.			1977 г.		
	Медь из собственных концентратов	Выплавка рафинированной меди	Потребление рафинированной меди	Медь из собственных концентратов	Выплавка рафинированной меди	Потребление рафинированной меди
Всего	2977	3153	3244	5947	6756	6716
Развитые капиталистические страны, в том числе	1554	1930	Нет св.	2672	4897	6088
США	985	1012	1227	1352	1698	1987
Япония	82	109	176	73	934	1127
ФРГ	4	64	395	1	440	725
Великобритания	—	120	516	—	120	512
Австралия	53	51	50	219	185	135
Канада	309	288	107	647	509	218
Бельгия	—	80	Нет св.	—	476	295
Развивающиеся страны, в том числе	1423	1221	Нет св.	3275	1859	628
Чили	486	451	8	1036	676	Нет св.
Замбия	423	417	5	643	649	Нет св.
Заир	242	42	—	424	448	Нет св.

Данные о распределении производства и потребления рафинированной меди (табл. 33) показывают, что значительная часть меди выплавляется в развитых капиталистических странах и ими же потребляется. При этом капиталистические страны могут быть разделены на три группы. К первой относятся США, где в значительных размерах производят как концентрат, так и медь, ее, однако, не хватает для покрытия потребности. Так, если в 1957 г. разрыв между собственными концентратами и выплавкой меди составлял 4—5 %, а между выплавкой и потреблением порядка 20 %, то в 1977 г. этот разрыв увеличился по концентрату до 28—30 %, а по выплавке меди снизился до 16 %. Таким образом, США вынуждены все годы ввозить и медные концентраты и рафинированную медь. В частности, в 1977 г. США ввезли 346 тыс. т черновой и рафинированной меди и 54 тыс. т медных концентратов (здесь и дальше в пересчете на медь).

Ко второй группе следует отнести те капиталистические развитые страны, которые не имеют своей рудной базы, но завозят большое количество медных концентратов и выплавляют из них рафинированную медь. Это ФРГ, Великобритания и Бельгия. При этом первые две страны кроме концентратов вынуждены ввозить значительное количество рафинированной меди (в 1977 г. ФРГ — 285 тыс. т, Великобритания — 392 тыс. т). Бельгия же, потребности которой относительно невелики, из выплавленной ею меди смогла экспортировать 181 тыс. т рафинированной меди, не добыв из недр ни одной тонны. К этой группе, по данным последних лет, следует отнести Японию, где собственные концентраты удовлетворяют потребность страны не более чем на 5 % и все потребное количество завозится в виде металла и концентрата из Канады, Папуа — Новой Гвинеи и других стран. К последней, третьей, группе следует отнести Канаду и Австралию, которые полностью удовлетворяют свои потребности в меди за счет собственного сырья и экспортируют значительное количество рафинированной меди и некоторое количество медных концентратов, в основном в Японию. Канада в 1977 г. экспортировала 244 тыс. т черновой и рафинированной меди и 280 тыс. т меди в концентратах.

Развивающиеся страны в последние годы также переходят на выплавку рафинированной меди, не желая вести торговлю концентратами. Первыми на этот путь стали Замбия и Чили, причем первая по существу прекратила экспорт меди в концентрате. В Чили до сих пор производство концентратов опережает выплавку меди из-за недостаточных мощностей медеплавильных заводов и поэтому определенная часть меди экспортируется в виде концентратов.

В заключение следует отметить, что по данным Геологической службы США прогнозные запасы меди в неоткрытых месторождениях мира оцениваются в 653 млн. т, из которых больше половины (386 млн. т) приходится на территорию Северной и Южной Америки, в основном в меднопорфировых месторождениях. Примерно 55 млн. т относится к осадочным месторождениям Медного пояса Африки, 40 млн. т на месторождения Австралии (в основном колчеданные), около 38 млн. т на страны Азии (Иран, Турция, Индонезия, Папуа — Новая Гвинея). Остальные запасы, относимые на Европу и другие районы, включая Антарктиду, пока не очень обоснованны. В целом можно считать, что запасы меди в капиталистических и развивающихся странах практически могут быть удвоены, что создает благоприятные предпосылки для дальнейшего обеспечения медной промышленности.

Свинец

Значительная часть свинца в мире используется для изготовления свинцовых аккумуляторов автомобилей. Второй крупной областью потребления является нефтяная промышленность, где тетраэтил свинца применяется как антидетонаторная добавка в

бензин. До последних лет значительное количество свинца использовалось для кабельной промышленности на производство коррозийноустойчивых оболочек для кабелей. Однако в последнее время здесь свинец вытесняется алюминием и пластмассами. Свинец применяется также для производства красок (белила, сурик, глет), для защитных покрытий химической и электрометрической аппаратуры, как средство защиты от радиоактивных излучений и для хранения радиоактивных материалов. Находит применение он и в ряде других отраслей.

Структура потребления свинца в США по отраслям в 1977 г. была следующей (в скобках указаны данные за 1967 г.): изготовление аккумуляторных батарей — 54 % (60 %), в качестве антидетонаторной добавки к бензину 14 % (12 %), для покрытия кабелей — 2 % (7 %). В странах Западной Европы на покрытие кабелей пока расходуется до 28 % общего количества свинца. Общие запасы свинца в недрах возросли с 51,3 млн. в 1957 г. до 123,0 млн. т в 1978 г., т. е. увеличились за 20 лет в 2,5 раза, при этом 85,0 % всех запасов сосредоточено в восьми странах, в том числе 63,6 % в трех: США (41,9 %), Австралии (12,8 %) и Канаде (8,9 %). В США и Канаде это в основном месторождения эпиплатформенного типа, в Австралии — колчеданного. Распределение общих запасов свинца и динамика их изменения за рассматриваемые 20 лет приведены в табл. 34, из которой видно, что в 1957 г. только в четырех развитых капиталистических странах (США, Канаде, Австралии и ФРГ) было сосредоточено 65 % мировых запасов свинца, ни в одной из всех остальных стран они не превышали 2 млн. т (Бирма 2,0; Швеция 1,9; Испания 1,5 и т. д.). По состоянию на начало 1979 г. число стран, имеющих более 2 млн. т запасов свинца, возросло до 10, причем они впервые были выявлены и учтены по Индии и Ирландии в 1962 г. и по ЮАР в 1974 г. В ЮАР за 4 года они поднялись до 6,3 млн. т, что вывело эту страну на четвертое место по запасам свинца в капиталистическом мире. Следует отметить, что основные запасы свинца в настоящее время сосредоточены в развитых капиталистических странах, на долю которых приходится более 80 % общих запасов и только 19 % приходится на развивающиеся страны — Мексику, Перу, Индию, Иран и Марокко (16,1 млн. т из 23,7 млн. т, или 88 %, от запасов свинца в развивающихся странах).

Характерно, что значительное увеличение запасов произошло только в США и Мексике и более или менее заметное в Перу и Испании. Во всех остальных странах, по сравнению с уровнем 1957 г., увеличение запасов было минимальным.

В США увеличение запасов свинца связано с открытием двух крупных районов эпиплатформенных месторождений: пояса Вибурнум (1966 г.) и Три-Стейтс (1969 г.). В Мексике в 1962—1963 гг. впервые были обнаружены месторождения субгеосинклинального типа, в то время как в 1957 г. учитывались только запасы свинца в одном жильном месторождении Френсильо. Создание рудной базы свинца в ЮАР связано с открытием ряда докембрийских колчеданных месторождений таких, как Брокен-Хилл, Блэк-Маунти и др.

Таблица 34

Распределение запасов свинца по странам

Страна	Запасы свинца, млн. т					Кратность запасов 1978 г. к запасам 1957 г.	Доля в мировых запасах в 1978 г., %
	1957 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1978 г.		
США	7,0	6,0	20,0	34,0	50,0	7,6	41,9
Австралия	10,7	11,3	10,0	16,8	16,2	1,5	12,8
Канада	11,0	14,0	16,0	14,9	11,2	1,0	8,8
ЮАР	—	—	—	5,5	6,3	—	5,0
Мексика	0,7	6,0	6,0	4,1	5,0	7,1	3,9
Перу	1,3	2,0	3,3	3,2	4,3	3,3	3,4
Испания	1,5	1,4	2,4	4,6	4,5	3,0	3,5
ФРГ	4,7	4,7	4,6	4,1	4,1	—	3,2
Итого по восьми странам	36,9	45,4	62,3	87,8	104,6	2,8	85,0
Индия	—	0,1	1,0	3,5	3,5	—	2,8
Швеция	1,9	2,3	2,4	2,3	2,3	1,2	1,8
Ирландия	—	0,4	1,0	1,9	2,1	—	1,7
Иран	—	0,5	0,6	2,5	1,8	—	1,4
Марокко	1,2	1,6	1,6	1,4	1,4	1,2	1,1
Бирма	2,0	2,1	0,9	0,7	1,3	—	1,0
Итого по 14 странам	42,0	52,4	69,8	100,1	117,0	2,8	95,1
Прочие страны	9,3	10,5	9,4	9,0	6,0	—	4,9
Всего	51,3	62,9	79,2	109,1	123,0	2,5	100,0
В том числе капиталистические страны	32,8	42,9	58,8	87,6	99,3	3,1	80,7
развивающиеся страны	18,5	20,0	20,4	21,5	23,7	1,3	19,3

Распределение запасов свинца по типам руд (табл. 35) также претерпело изменения за рассматриваемые 20 лет, в основном за счет возрастания роли эпиплатформенных месторождений Северной Америки. Если в 1957 г. в общих запасах они составили только 12 %, то в 1978 г. уже почти 37 %, в то же время при общем абсолютном росте несколько снизилось значение колчеданных месторождений (с 54,5 до 45 %), хотя они по-прежнему имеют большой удельный вес, формируя основные запасы в Австралии, ЮАР, ФРГ, Испании, а также в Канаде. Одновременно в 2 раза снизилось значение жильных и скарновых месторождений, запасы свинца в которых увеличились незначительно. Основной же прирост

запасов был получен за счет двух типов эпиплатформенного (53,5 % всего прироста) и колчеданного (38,1 %).

Содержание свинца в запасах снизилось по сравнению с 1963 г. в среднем суммарно по странам с 5,42 до 4,39 %, причем произошло это в основном за счет колчеданных месторождений, где выявлялись в эти годы месторождения с более низкими содержаниями свинца.

Таблица 35

Распределение запасов свинца в капиталистических и развивающихся странах по геолого-промышленным типам месторождений

Геолого-промышленный тип месторождений	Запасы свинца						Прирост запасов за 1957—1978 гг.		Содержание свинца в руде, %	
	1957 г.		1963 г.		1978 г.					
	млн. т	%	млн. т	%	млн. т	%	млн. т	%	1963 г.	1978 г.
Эпиплатформенный	6,3	12,3	10,0	15,9	46,5	36,8	40,2	53,5	2,55	3,67
Субгеосинклинальный	4,8	9,4	6,4	10,2	8,9	7,0	4,1	5,5	4,99	6,12
Колчеданный	28,0	54,5	32,7	52,0	56,7	44,8	28,7	38,1	6,38	4,49
Жильный	11,7	22,8	13,1	20,8	13,5	10,7	1,8	2,4	5,53	4,83
Скарновый	0,5	1,0	0,7	11,1	0,9	0,7	0,4	0,5	1,70	1,90
Всего	51,3	100,0	62,9	100,0	126,5	100,0	75,2	100,0	5,42	4,39

США является страной, обладающей наибольшими запасами свинца (42 % от запасов в капиталистических и развивающихся странах). Распределение этих запасов по геолого-промышленным типам приведено в табл. 36. В настоящее время в эпиплатформенных месторождениях США заключено 90,6 % всех запасов свинца при среднем содержании его 3 %. В 1963 г., когда запасы свинца были сосредоточены поровну в жильных (содержание свинца 7,5 %) и эпиплатформенных (содержание 1,5 %) месторождениях, среднее содержание по стране составляло 4,5 %. Открытие крупного пояса Вибурнум, в рудах которого содержится от 3 до 4,7 % свинца и района Три-Стейтс, где содержание свинца только 0,4—0,7 %, привело к общему увеличению содержания металла в этом типе руд до 3 %. Однако в связи с тем, что относительное количество богатых жильных руд, содержащих 7,5 % свинца (район Кёр-Д'Аллен), уменьшилось с 50 до 5,6 %, общее содержание свинца в месторождениях США снизилось с 4,5 до 3,27 %.

Производство свинца в концентрате (в пересчете на металл) за 20 лет (1957—1978 гг.) возросло всего только в 1,35 раза (с 1795 тыс. до 2430 тыс. т), при этом в капиталистических странах в 1,5 раза, а в развивающихся странах только в 1,1 раза (табл. 37).

Основной прирост в капиталистических странах приходится на США — 235 тыс. т, или 40 % прироста, Канаду — 195 тыс. т, или 34 %, Австралию — 10 %, Ирландию и Швецию — по 8 %. В ряде капиталистических стран, не имеющих прочной сырьевой базы, производство свинца в концентратах даже уменьшилось: в ФРГ на 40 тыс. т или более чем в 2 раза, в Италии на 30 тыс. т, т. е. в 2 раза. В Японии получение концентратов все эти годы находится

Таблица 36

Распределение запасов свинца США по геолого-промышленным типам

Геолого-промышленный тип месторождения	Запасы свинца						Прирост запасов за 1957—1978 гг.		Среднее содержание свинца в руде	
	1957 г.		1963 г.		1978 г.					
	млн. т	%	млн. т	%	млн. т	%	млн. т	%	1963 г.	1978 г.
Эпиплатформенный	3,0	42,8	3,0	50,0	48,0	90,6	45,0	97,8	1,5	3,0
Субгеосинклинальный	—		—		1,0	1,9	1,0	2,2	—	2,9
Колчеданный	—		—		1,0	1,9	1,0	2,2	—	4,1
Жильный	4,0	57,2	3,0	50,0	3,0	5,6	—1,0	—2,2	7,5	7,5
Всего	7,0	100,0	6,0		53,0	100,0	46,0	100,0	4,50	3,27

на одном уровне (52—57 тыс. т). Из числа развивающихся стран резко увеличилось производство свинцовых концентратов в Перу с 137 до 183 тыс. т, но снизилось в Мексике на 44 тыс. т и в Намибии на 40 тыс. т. Среди этой группы стран появились новые производители концентратов — Иран (30 тыс. т) и Гренландия (30 тыс. т).

В целом удельный вес развивающихся стран в общем получении свинцовых концентратов снизился с 36 % в 1957 г. до 29 % в 1978 г., или сократился на 20 % (относительно).

В настоящее время 4/5 всего количества свинцовых концентратов дают 10 стран, в основном США, Австралия и Канада. Об обеспеченности этих стран запасами можно судить по кратности количества общих запасов к получению свинца в концентрате, что показано в табл. 38.

Обеспеченность общими запасами в большинстве стран невысокая и охватывает не более чем 30 лет. При этом следует учесть, что рассчитывать на увеличение запасов в Швеции, Японии и ФРГ, а также в Марокко, по имеющимся геологическим данным, очень трудно и, по-видимому, где-то около 2000 г. добыча свинца на их территории прекратится. В Канаде, где пока что используются в основном колчеданные месторождения, есть перспективы на

Таблица 37

Основные страны-производители свинца в концентрате

Страны	Производство свинца в концентрате, тыс. т					% от общей добычи	
	1957 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1978 г.	1957 г.	1978 г.
США	306,8	329,9	334,8	567,7	541,0	17,1	22,3
Австралия	338,6	416,9	372,8	396,5	398,5	18,9	16,4
Канада	170,5	183,6	329,7	393,5	365,8	9,5	15,0
Перу	137,2	148,3	164,9	179,0	182,7	7,6	7,5
Мексика	214,9	190,0	164,2	166,0	170,5	12,0	7,0
Марокко	91,9	74,0	86,0	110,0	109,5	5,1	4,5
Швеция	36,5	68,7	70,1	74,1	81,9	2,0	3,4
Испания	65,2	61,7	71,2	62,1	72,4	3,6	3,0
Япония	56,8	52,7	62,9	52,9	56,9	3,2	2,3
Итого по 9 странам	1418,4	1525,8	1656,6	2001,8	1979,2	79,0	81,4
Ирландия	—	—	62,2	58,0	47,8	—	2,0
Намибия	78,8	73,4	60,9	63,2	38,6	4,4	1,6
ФРГ	71,1	51,9	57,4	38,9	32,0	4,0	1,3
Франция	10,8	8,4	26,4	25,0	32,5	0,6	1,3
Аргентина	30,7	26,3	28,0	36,0	30,7	1,7	1,3
Гренландия	—	—	—	8,4	30,6	—	1,3
Иран	—	10,0	20,0	30,0	30,0	—	1,2
Италия	59,7	32,9	36,0	27,2	30,0	3,3	1,2
Прочие страны	125,5	139,8	162,7	206,3	178,9	7,0	7,4
Всего	1795,0	1868,5	2110,2	2494,8	2430,3	100,0	100,0
В том числе капиталистические страны	1146,0	1229,6	1448,3	1723,5	1721,0	63,8	70,8
развивающиеся страны	649,0	638,9	667,9	771,3	709,3	36,2	29,2

открытие новых, в основном эпиплатформенных месторождений. Есть эти перспективы в Мексике и Перу, а также, по-видимому, и в Западных территориях Австралии. Плохо пока изучены возможности Намибии, но, очевидно, они довольно высоки и развитие геологоразведочных работ на ее территории может привести к выявлению новых месторождений.

Производство первичного рафинированного свинца, как и меди, в основном сконцентрировано в экономически развитых капиталистических странах, в том числе в тех, где нет собственной сырьевой базы и выплавка свинца производится исключительно на привозном концентрате (Великобритания, Бельгия). Размеры получения собственного концентрата, производства рафинированного свинца и его потребления по основным странам-потребителям показаны в табл. 39.

Таблица 38

Кратность общих запасов к добыче свинца по некоторым странам

Страна	Кратность	Страна	Кратность	Страна	Кратность
США	98	Мексика	29	Япония	14
Австралия	40	Марокко	12	Ирландия	44
Канада	30	Швеция	28	Намибия	18
Перу	23	Испания	62	ФРГ	28

Из таблицы видно, что по структуре производства и потребления свинец очень сходен с медью. Так, США потребляет больше всех свинца, причем собственная выплавка первичного металла отстает от потребности на 240 тыс. т, или на 24 %, а размеры выплавки металла выше, чем получения свинца в концентрате из собственных руд. Это заставляет США ввозить из других стран рафинированный свинец и концентраты. Так, в 1977 г. в США было ввезено 276 тыс. т рафинированного свинца из Канады, Мексики и Перу и 67 тыс. т свинца в концентратах. Великобритания и Бельгия, выплавляя значительное количество металла, ввозят не

Таблица 39

Производство и потребление первичного свинца в капиталистических и развивающихся странах, тыс. т

Страны	1957 г.			1977 г.		
	Свинец в собственном концентрате	Выплавка первичного свинца	Потребление свинца	Свинец в собственном концентрате	Выплавка первичного свинца	Потребление свинца
Всего	1795	1769	1689	2430	2598	3105
Капиталистические страны	1146	1293	1434	1721	2519	2711
В том числе						
США	307	511	637	541	748	988
Великобритания	—	Нет св.	171	—	151	241
ФРГ	71	138	181	32	310	283
Япония	57	46	87	57	221	246
Канада	171	130	59	366	188	57
Австралия	339	246	44	399	218	88
Италия	60	40	54	30	Нет св.	206
Франция	11	74	143	33	184	190
Бельгия	—	100	58	—	110	Нет св.
Развивающиеся страны	649	476	255	709	439	394
В том числе						
Мексика	215	201	28	171	138	88
Перу	137	69	Нет св.	183	79	Нет св.

только концентрат, но и значительное количество рафинированного свинца и одновременно продают его. Так, Великобритания в 1977 г. ввезла 180 тыс. т рафинированного свинца, а вывезла 90 тыс. т; Бельгия в 1977 г. ввезла концентратов для получения 110 тыс. т первичного свинца и не менее 46 тыс. т металла и в то же время продала другим странам 90 тыс. т. Основными же поставщиками свинца на международный рынок являются Австралия и Канада, получающие значительные количества свинца в концентрате и выплавляющие металла в размерах, превышающих собственные потребности. Так, в 1977 г. Канада поставила на международный рынок 131 тыс. т рафинированного свинца и 138 тыс. т свинца в концентрате, а Австралия 130 тыс. т рафинированного свинца и более 100 тыс. т свинца в концентрате. Япония, увеличившая потребление свинца за рассматриваемые 20 лет в 3 раза ввезла в 1977 г. 194 тыс. т свинцового концентрата и 28 тыс. т рафинированного свинца, так как из своего концентрата могла получить только 35—40 тыс. т.

Цинк

Основными областями применения цинка являются оцинкование стальных изделий и литье под давлением с добавкой алюминия, меди и магния, что позволяет получать отливки сложной конфигурации, не требующие последующей обработки на станках. В меньшем количестве цинк используется при производстве латуни и бронзы, для получения листового цинка, а также для изготовления цинковых белил, мельхиора и типографских сплавов. В последние годы он начинает применяться в аккумуляторных батареях для электромобилей. На оцинкование стальных изделий в 1977 г. использовалось в США 38 % всего цинка, в ФРГ — 34 %, а в Японии 52 %. Для цинкового литья в США израсходовано 35 % цинка (против 50 % в 1965 г.), в ФРГ всего 15 %, а в Японии 17 %. На производство латуни и бронзы расходуется около 15 % цинка.

Общие запасы цинка в недрах капиталистических и развивающихся стран составляют на начало 1979 г. 200,4 млн. т, при этом 83 % всех запасов приходится на 11 стран, из которых восемь относятся к развитым капиталистическим странам и только три — Перу, Иран и Индия — к развивающимся. Вообще же развитые капиталистические страны имеют 148,5 млн. т запасов цинка, или 74,1 %, а развивающиеся 51,9 млн. т, или 25,9 %, что близко к распределению по странам запасов свинца. Наиболее крупными запасами цинка обладают три страны: США — 45 млн. т, или 22,5 %, Канада — 33,5 млн. т, или 16,7 %, и Австралия — 11,7 %, на долю которых приходится более 50 % общих запасов. Данные о запасах приведены в табл. 40. За 20-летний период (1957—1978 гг.) запасы цинка в недрах всех рассматриваемых стран возросли в 2,4 раза, в том числе в капиталистических странах в 2,2 раза и в развивающихся — в 3,3 раза.

Таблица 40

Распределение запасов цинка по странам

Страна	Запасы цинка, млн. т					Кратность запасов 1978 г. к запасам 1957 г.	Доля в мировых запасах в % (1978 г.)
	1957 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1978 г.		
США	19,2	24,4	22,0	45,0	45,0	2,3	22,5
Канада	22,3	30,0	35,0	35,0	33,5	1,5	16,7
Австралия	10,0	11,0	11,0	21,0	23,5	2,4	11,7
ЮАР	—	—	—	10,8	12,6	—	6,3
Перу	3,2	4,0	7,5	7,5	10,0	3,1	5,0
Ирландия	—	0,7	1,7	6,6	8,5	—	4,2
Испания	1,4	1,4	1,4	6,6	6,6	4,7	3,3
Иран	—	0,3	2,2	6,5	11,6	—	5,8
Индия	—	0,3	2,0	5,5	5,6	—	2,8
ФРГ	5,9	5,9	5,5	5,0	5,0	—	2,5
Япония	2,7	3,3	5,1	3,9	4,0	1,5	2,0
Итого по 11 странам	64,7	81,3	93,4	153,4	165,9	2,6	82,8
Мексика	0,9	7,7	7,0	6,0	6,0	6,5	3,0
Швеция	2,5	2,2	2,4	2,4	2,4	—	1,1
Бразилия	—	4,0	4,0	4,0	2,3	—	1,1
Финляндия	1,1	2,0	2,0	2,0	2,0	1,8	1,0
Италия	1,4	2,6	2,6	2,6	2,0	—	1,0
Прочие страны	11,7	12,8	13,3	14,7	19,8	1,6	10,0
Всего	82,3	111,9	124,7	184,5	200,4	2,4	100,0
В том числе капиталистические страны	66,5	84,0	90,3	142,5	148,5	2,2	74,1
развивающиеся страны	15,8	27,9	34,4	42,0	51,9	3,3	25,9

В 1957 г. 78,5 % всех запасов приходилось на семь стран, из которых шесть были развитыми капиталистическими странами и только одна из них — Перу — развивающейся. Доля развивающихся стран была небольшой — всего 19,2 % от общих мировых запасов. В 1978 г. стран со значительными запасами стало 11: прибавились ЮАР, Ирландия, Иран и Индия, которые в 1957 г. учтенных запасов не имели. Несколько поднялась (с 19 до 26 %) роль развивающихся стран, хотя она по-прежнему остается незначительной. Причины увеличения запасов цинка в США и выявление сырьевой базы в ЮАР объяснены в разделе «Свинец», поскольку цинк тесно связан с ним генетически в месторождениях как эпиплатформенного, так и колчеданного типа. За тот же период запасы цинка в США увеличились в 2,3 раза, а свинца в 1,6 раза. Связано это с тем, что в поясе Вибурнум в основном развиты руды, богатые свинцом, а содержание цинка в этих рудах всего

около 1 %. В Канаде бо́льшая часть месторождений, открытых в 1957—1963 гг., имела руды с преобладающим содержанием цинка. Так, на месторождении Батерст Ньюкасл при 2 % свинца, содержание цинка было около 5,5 %, а на месторождении Кидд-Крик при содержании цинка, в 7,8 % свинец вообще отсутствует. Поэтому в то время как запасы свинца почти не изменились, запасы цинка увеличились в 1,5 раза, в том числе на 8,6 млн. т за счет медноколчеданного месторождения Кидд-Крик.

Таблица 41

Распределение запасов цинка в капиталистических и развивающихся странах по геолого-промышленным типам

Геолого-промышленный тип месторождений	Запасы цинка						Прирост запасов за 1957—1978 гг.		Содержание цинка в руде, %	
	1957 г.		1963 г.		1978 г.					
	млн. т	%	млн. т	%	млн. т	%	млн. т	%	1963 г.	1978 г.
Эпиплатформенный	16,8	20,4	33,1	29,6	43,3	21,6	26,5	22,4	5,51	4,84
Субгеосинклинальный	5,5	6,7	8,4	7,5	23,4	11,7	17,9	15,2	8,90	10,34
Колчеданный	45,6	55,4	51,6	46,1	114,4	57,1	68,8	58,3	6,48	7,66
Жильный	11,7	14,2	15,5	13,9	16,0	8,0	4,3	3,6	6,90	8,00
Скарновый	2,7	3,3	3,3	2,9	3,3	1,6	0,6	0,5	5,50	4,30
Всего	82,3	100,0	111,9	100,0	200,4	100,0	118,1	100,0	6,40	7,34

В Австралии в 1957 г. соотношение запасов свинца и цинка было близким к 1 : 1, так как основные месторождения этого времени Брокен-Хилл и Маунт-Айза имели почти равное их содержание в рудах. В дальнейшем были выявлены и разведаны колчеданные месторождения Мак-Артур-Ривер, где содержание цинка более чем в 2 раза превышало содержание свинца (9,5 % цинка и 4,1 % свинца), а также новые тела в районе Маунт-Айза (6,7 % свинца и 18,1 % цинка) и в Брокен-Хилле (9,0 % свинца и 15,5 % цинка). Поэтому при увеличении запасов свинца в 1,5 раза запасы цинка увеличились в 2,4 раза.

В распределении запасов цинка по геолого-промышленным типам (табл. 41) за прошедшие 20 лет особых изменений не произошло, если не считать некоторого повышения роли субгеосинклинальных месторождений и снижения роли жильных. Не произошло значительного, как по свинцу, изменения в соотношении запасов цинка в эпиплатформенных и колчеданных месторождениях. Это связано с приростом запасов руд на эпиплатформенных месторождениях с отношением свинца к цинку как 1 : 0,65, в то время как в приросте запасов на колчеданных месторождениях отношение свинца к цинку 1 : 2. Поэтому если отношение свинца к цинку в эпиплатформенных месторождениях в 1957 г. было 1 : 2,7, то в 1978 г. оно стало 1 : 0,9. В колчеданных месторождениях это отношение было 1 : 1,6, а стало 1 : 2. В соответствии с этим содержание цинка в руде эпиплатформенных месторождений снизилось с 5,51 до 4,84 %, а в колчеданных повысилось с 6,48 до 7,66 %. Так как колчеданный цинк в общих запасах составляет около 60 %, то в целом содержание цинка возросло с 6,4 до 7,34 %.

Таблица 42

Распределение запасов цинка США по геолого-промышленным типам

Геолого-промышленный тип месторождений	Запасы цинка						Прирост запасов за 1957—1978 гг.		Среднее содержание цинка в руде, %	
	1957 г.		1963 г.		1978 г.					
	млн. т	%	млн. т	%	млн. т	%	млн. т	%	1963 г.	1978 г.
Эпиплатформенный	13,0	67,7	19,4	79,5	37,0	82,2	24,0	93,0	9,70	2,31
Субгеосинклинальный	—	—	—	—	3,5	7,8	3,5	13,0	—	10,15
Колчеданный	—	—	—	—	3,0	6,7	3,0	11,6	—	12,3
Жильный	6,2	32,3	5,0	20,5	1,5	3,3	—4,7	—18,2	5,50	3,75
Всего	19,2	100,0	24,4	100,0	45,0	100,0	25,8	100,0	8,84	2,75

Распределение запасов цинка по геолого-промышленным типам в США приведено в табл. 42, из которой видно, что резкое увеличение запасов цинка в эпиплатформенных месторождениях привело к снижению его содержания в США в целом с 8,84 % до 2,75 %, т. е. очень значительно.

Производство цинка в концентрате (в пересчете на металл) за 20 лет (1957—1978 гг.) возросло в 1,9 раза, т. е. быстрее, чем шел рост производства свинца, что связано в значительной мере с добычей цинка не только из свинцово-цинковых колчеданных месторождений, но и из медноколчеданных, где свинец отсутствует (Канада, Япония, страны Западной Европы и др.).

Распределение получения цинка в концентрате показано в табл. 43, из которой видно, что цинковые концентраты получают в основном в развитых капиталистических странах, где их производство составляет 71—72 % от общего объема. На развивающиеся страны приходится 27—28 %, причем это соотношение остается неизменным в течение всех 20 лет. В течение этих 20 лет 10 стран производят 4/5 всех цинковых концентратов (в 1957 г. их было 9, без Ирландии, которая начала добычу цинка в 1965 г.). При этом производство концентрата возросло в этих странах не-

Таблица 43

Основные страны-производители цинка в концентрате

Страны	Производство цинка, тыс. т					% от общей добычи	
	1957 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1978 г.	1957 г.	1978 г.
Канада	371,5	667,0	1166,0	1350,0	1244,1	15,7	27,1
Австралия	296,3	319,0	385,0	481,0	470,9	12,5	10,2
Перу	154,5	237,0	303,0	412,0	457,5	6,5	9,9
США	482,4	573,0	528,0	477,0	337,0	20,4	7,4
Япония	136,0	217,0	264,0	264,0	275,1	5,7	6,0
Мексика	243,0	228,0	236,0	268,0	244,9	10,3	5,4
Ирландия	—	—	53,0	64,0	176,0	—	3,8
Швеция	67,6	72,0	76,0	115,0	162,8	2,9	3,5
Испания	59,1	89,0	76,0	94,0	144,0	2,5	3,1
ФРГ	94,4	118,0	134,0	141,0	121,0	4,0	2,6
Итого по 10 странам	1904,8	2520,0	3221,0	3666,0	3633,3	80,5	79,0
Гренландия	—	—	—	—	82,4	—	1,8
Италия	123,2	111,0	140,0	77,0	73,8	5,2	1,6
Заир	140,0	105,0	119,0	88,0	73,7	5,9	1,6
ЮАР	—	—	—	19,0	68,7	—	1,5
Южная Корея	—	3,0	19,0	48,0	66,3	—	1,4
Замбия	30,0	47,0	67,0	73,0	52,3	1,3	1,1
Ботсвана	—	10,0	10,0	49,0	59,4	—	1,3
Бразилия	—	—	—	25,0	54,0	—	1,2
Прочие страны	168,0	285,0	311,0	407,0	437,3	7,1	9,5
Всего	2366,0	3081,0	3887,0	4452,0	4601,2	100,0	100,0
В том числе капиталистические страны	1689,0	2227,0	2941,0	3214,0	3330,0	71,4	72,4
развивающиеся страны	677,0	854,0	946,0	1238,0	1271,2	28,6	27,6

равномерно. В Канаде и Перу оно увеличилось в 3,0—3,3 раза, в Швеции и Испании — в 2,4 раза, в Японии — в 2 раза, в ФРГ и Австралии в 1,3 и 1,6 раза, а в Мексике осталось на уровне 1957 г. В то же время США снизили производство концентратов с 482 до 337 тыс. т, т. е. сократили его на 30 %, по-видимому, за счет разработки месторождений, более богатых свинцом, где содержание цинка сравнительно невысокое. Следует подчеркнуть, что в число основных 10 стран-производителей концентратов цинка из собственных руд входит восемь высокоразвитых капиталистических стран и только две развивающиеся — Перу и Мексика.

Обеспеченность запасами достигнутых уровней добычи различна для отдельных стран (табл. 44). Только две страны — США и ЮАР — имеют значительные запасы, позволяющие в случае необходимости увеличить производство в 2 и 3 раза. Более или менее

удовлетворительно обеспечен существующий уровень добычи в Австралии, Ирландии, ФРГ и Испании, хотя возможность дальнейшего увеличения запасов существует у Австралии, но, по-видимому отсутствует у Ирландии, ФРГ и Испании. Явно недостаточно запасов для поддержания добычи на достигнутом уровне после 2000 г. у Италии, Заира, Канады, Мексики и Перу, хотя следует учесть, что три последние страны имеют хорошие геологи-

Таблица 44

Кратность общих запасов к добыче цинка по некоторым странам

Страна	Кратность	Страна	Кратность	Страна	Кратность
Канада	27	Мексика	24	Гренландия	6
Австралия	50	Ирландия	48	Италия	27
Перу	21	Швеция	15	Заир	27
США	134	Испания	46	ЮАР	182
Япония	15	ФРГ	41		

ческие предпосылки на увеличение запасов цинка в месторождениях (эпиплатформенного типа — в Канаде, субгеосинклинального — в Мексике и колчеданного — в Перу). В Японии и Швеции в ближайшие годы добыча будет сокращаться и прекратится ранее 2000 г. Запасы цинка на территории Гренландии, очевидно, значительно больше, чем в опубликованных данных, так как, во-первых, с начала эксплуатации здесь уже получено (с 1973 по 1978 г.) 500 тыс. т цинка, а запасы его как были в 1973 г. 500 тыс. т, так и приводятся в этой цифре до настоящего времени, а, во-вторых, вряд ли было начато освоение месторождения в сложных климатических условиях Гренландии при сроке обеспеченности предприятия менее 20—25 лет, т. е. можно предполагать, что реальные запасы цинка здесь должны быть в настоящее время не менее 2 млн. т. Производство чистого чушкового цинка во многом повторяет производство свинца — оно также сосредоточено в группе капиталистических развитых стран, о чем свидетельствуют данные, помещенные в табл. 45.

Из всех капиталистических стран только Канада и Австралия не только обеспечивают выплавку чушкового цинка из своих концентратов для покрытия собственной потребности, но и являются основными экспортерами как чушкового цинка, так и цинковых концентратов. Так, в 1977 г. Канада экспортировала 295 тыс. т чушкового цинка и 556 тыс. т цинка в концентрате. При этом значительная часть концентратов (240 тыс. т по цинку) была отправлена в Бельгию, а остальные в Японию, США и ФРГ. Бо́льшая часть чушкового цинка была направлена в США. Австралия потребляет для своих нужд незначительное количество цинка, определяемое в 80 тыс. т, но, добывая значительное количество сырья,

Таблица 45

Производство и потребление первичного цинка в капиталистических и развивающихся странах, тыс. т

Страны	1957 г.			1977 г.		
	Цинк в собственном концентрате	Выплавка первичного цинка	Потребление цинка	Цинк в собственном концентрате	Выплавка первичного цинка	Потребление цинка
Всего	2366	2355	4142	4601	4140	4066
Капиталистические страны	1689	2069	1981	3330	3627	3429
В том числе США	482	894	849	337	454	998
Япония	136	113	129	275	778	667
ФРГ	94	184	228	121	342	330
Франция	8	128	468	40	238	258
Великобритания	—	78	236	—	82	245
Италия	123	79	68	74	169	197
Канада	372	224	46	1244	495	134
Бельгия	—	235	99	—	249	112
Испания	59	22	26	144	155	123
Австралия	296	112	82	471	256	80
Развивающиеся страны	677	286	161	1271	513	637
В том числе						
Мексика	243	57	15	245	171	64
Бразилия	—	—	—	54	Нет св.	105
Индия	—	—	—	39	Нет св.	97

также имела возможность его экспортировать. В 1977 г. экспорт Австралий составил 152 тыс. т чушкового цинка и 180 тыс. т цинка в концентрате. В подавляющей части остальных развитых капиталистических стран потребляется цинка больше, чем производится чушкового цинка, а последнего выплавляется больше, чем имеется собственных концентратов, поэтому все эти страны вынуждены ввозить цинк как в виде чушкового металла, так и в виде концентратов. При этом относительное количество цинка в концентрате и металла обусловливается мощностями собственных плавильных заводов, которые надо обеспечивать сырьем. США в 1977 г. ввозили 624 тыс. т цинка (523 в виде чушкового цинка и 111 тыс. т цинка в концентрате), Япония 449 (29 и 420), ФРГ 351 (119 и 232), Франция 315 (65 и 250), Великобритания 278 (198 и 80), причем все эти страны, кроме Великобритании, ввозили в основном концентраты. Последнее связано с тем, что стоимость цинка в концентрате намного ниже металлического цинка и поэтому основные прибыли получаются именно при металлургическом переделе цинка из концентратов в металл.

Резко отличается по экономической политике в отношении цинка от всех капиталистических стран Бельгия. Не имея своей сырьевой базы, она закупает большое количество цинка в концентрате, выплавляет металл и значительную его часть продает другим странам. Так, в 1977 г. она завезла только из Канады 260 тыс. т цинка в концентрате и выплавила 249 тыс. т чушкового цинка, из которого 189 тыс. т экспортировала в другие страны, получая на этом значительные прибыли. Такую же политику осуществляет Бельгия в отношении меди и свинца.

Никель

Увеличение производства легированных сталей приводит к росту количества добываемого никеля, так как более половины его потребления связано с получением нержавеющих сталей и различных сплавов, используемых в различных отраслях промышленности, в первую очередь в аэрокосмической и производстве реактивных двигателей, а также в энергетической, нефтеперерабатывающей, электронной, транспортном машиностроении и др. Никель используется также в химической и нефтеперерабатывающей отраслях промышленности для получения сплавов, защищающих оборудование от воздействия различных реактивов. Кроме того, сплавы на основе никеля применяются при изготовлении постоянных магнитов. Большое количество никеля расходуется на гальванопокрытия. Используется он также в изготовлении конструкционных сталей, в чугунном и стальном литье и др.

Структура потребления первичного никеля в 1977 г. в США была следующей: в производстве нержавеющих сталей — 42 %, в сплавах с цветными металлами — 34 % и в гальванопокрытиях — 18 %, в Японии: в производстве нержавеющих сталей — 41,1 %, в сплавах — 10,1 %, в гальванопокрытиях — 21,3 %, для изготовления постоянных магнитов — 7,1 %.

Общие запасы никеля в капиталистических и развивающихся странах на начало 1979 г. по опубликованным в иностранной печати данным могут быть определены в 130,3 млн. т, в том числе 94 млн. т силикатного никеля и 36,3 млн. т сульфидного. По состоянию на 1957 г. запасы никеля составляли всего только 12 млн. т, т. е. за 20 лет они увеличились почти в 11 раз (табл. 46). В 1957 г. на долю сульфидного никеля приходилось 4,3 млн. т, силикатного 7,7 млн. т, при этом, если в 1957 г. запасы никеля были определены только по восьми странам, то к 1979 г. география никелевых месторождений резко расширилась и в настоящее время его месторождения известны в 23 странах. При этом основное увеличение запасов сульфидного никеля (24,4 тыс. т из 32 тыс. т) происходило за счет стран, где месторождения его уже были известны. В 13 развивающихся странах после 1957 г. были выявлены месторождения силикатного никеля с суммарными запасами 29 тыс. т никеля.

В табл. 46 показано, что в настоящее время 72 % всех запасов никеля относится к силикатному типу месторождений и только 28 % к сульфидному, 88 % всех запасов принадлежит восьми

Таблица 46

Распределение запасов никеля по странам

Страны	Тип руды	Запасы цинка, млн. т					Кратность запасов 1978 г. к запасам 1957 г.	Доля в общих запасах в 1978 г., %
		1957 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1978 г.		
Новая Каледония	Силикатный	5,0	15,0	17,4	28,0	30,5	6,1	23,4
Канада	Сульфидный	4,1	6,4	10,1	17,4	22,1	5,5	17,0
Австралия	Силикатный	—	—	2,0	3,6	5,3	—	9,0
	Сульфидный	—	—	0,8	5,2	6,4	—	
Индонезия	Силикатный	1,8	1,8	5,5	9,5	15,3	8,5	11,7
Греция	Силикатный	0,1	0,1	0,1	3,0	13,2	132,0	10,1
Филиппины	Силикатный	—	1,3	2,2	7,8	11,7	—	9,0
ЮАР	Сульфидный	0,1	0,1	0,1	2,0	5,8	58,0	4,5
Бразилия	Силикатный	—	0,6	0,6	1,2	4,2	—	3,2
Итого по восьми странам		11,1	26,3	38,8	77,7	114,5	10,3	87,9
Доминиканская Республика	Силикатный	—	1,5	1,5	1,5	2,5	—	1,9
Колумбия	Силикатный	—	—	1,6	1,6	2,7	—	2,1
Гватемала	Силикатный	—	—	0,9	1,5	2,3	—	1,8
Мадагаскар	Силикатный	—	0,1	0,1	0,9	1,5	—	1,1
США	Силикатный	—	0,4	0,9	0,2	0,5	—	0,4
Прочие страны	Силикатный	0,8	1,8	3,0	2,9	4,3	5,5	4,8
	Сульфидный	0,1	1,1	0,9	1,5	2,0	20,0	
Всего		12,0	29,2	47,7	87,8	130,3	10,9	100,0
В том числе капиталистические страны		4,3	7,0	13,5	28,2	36,3	8,4	27,9
развивающиеся страны		7,7	22,2	34,2	59,6	94,0	12,2	72,1

странам, из них четыре капиталистические (Канада, Австралия, Греция и ЮАР) и четыре развивающиеся (Новая Каледония, Индонезия, Филиппины и Бразилия). Более 50 % запасов содержится в трех странах: в силикатно-никелевых месторождениях Новой Каледонии и Индонезии (23,4, и 11,7 % общих запасов) и в сульфидных месторождениях Канады (22,1 млн. т, или 17 %). В 1957 г. на территории двух стран — в Новой Каледонии и Канаде — числилось 75 % общих запасов в капиталистических и развивающихся странах.

Распределение запасов никеля по двум промышленным типам месторождений и по группам стран показано в табл. 47. Из таблицы видно, что с 1963 по 1978 г. произошло довольно резкое сни-

жение содержаний никеля в сульфидных рудах с 1,72 до 1,19 % и некоторое в силикатных — с 1,77 до 1,60 %. Связано это с тем, что значительно увеличились запасы руд и при этом в сферу освоения невольно вовлекались более бедные руды как на старых, так и на новых месторождениях. Так, в Австралии в 1963 г. было известно сульфидное месторождение Камбалда со средним содержа-

Таблица 47

Распределение никеля по геолого-промышленным типам месторождений

Геолого-промышленный тип	Запасы никеля						Прирост запасов за 1957—1978 гг.		Содержание никеля в руде, %	
	1957 г.		1963 г.		1978 г.					
	млн. т	%	млн. т	%	млн. т	%	млн. т	%	1963 г.	1978 г.
Сульфидный	4,3	35,8	7,0	24,0	36,3	27,9	32,0	27,0	1,72	1,19
капиталистические страны	4,2	35,0	6,6	22,6	34,6	26,6	30,4	25,6	1,75	1,21
развивающиеся страны	0,1	0,8	0,4	1,4	1,7	1,3	1,6	1,4	1,18	0,82
Силикатный	7,7	64,2	22,2	76,0	94,0	72,1	86,3	73,0	1,77	1,60
капиталистические страны	0,1	0,8	0,5	1,7	19,0	14,6	18,9	16,0	1,40	1,29
развивающиеся страны	7,6	63,4	21,7	74,3	75,0	57,5	67,4	57,0	1,78	1,68
Всего	12,0	100,0	29,2	100,0	130,3	100,0	118,3	100,0	1,76	1,49
В том числе капиталистические страны	4,3	35,8	7,1	24,3	53,6	41,2	49,3	41,6	1,73	1,25
развивающиеся страны	7,7	64,2	22,1	75,7	76,7	58,8	69,0	58,4	1,77	1,66

нием никеля 4,6 %, но с запасами 110 тыс. т. В 1978 г. на нем числилось уже 2,5 млн. т никеля, но его содержание снизилось до 3,29 %. Точно так же на месторождении Томпсон в Канаде в 1963 г. числилось 700 тыс. т никеля при его содержании 2,8 %, а в 1975 г. запасов стало 2 млн. т никеля, но при содержании 2 %.

На месторождениях силикатных руд в пределах одних и тех же месторождений содержание никеля не снижается и оно сохранилось бы на уровне 1963 г., если бы не были открыты в ряде стран месторождения с низким его содержанием, но экономически выгодные. Так, при среднем содержании 1,77 % никеля и его запасах 22,2 млн. т прирост запасов за 1963—1978 гг. составил более 70 млн. т, но с содержанием более низким (равным в среднем 1,55 %), что и привело к снижению содержания никеля в силикатных рудах до 1,6 %.

Надо сказать, что сульфидные руды подвергаются обогащению с получением концентрата, который идет в плавку для извлече-

ния металлического никеля, а силикатные руды направляют в плавку без обогащения, но получая промежуточные продукты (штейны, шпайзы), которые потом идут в плавку, или ферроникель как конечный продукт. Поэтому для получения сводных данных по никелю в металле приходится производить для силикатных руд пересчет с учетом его извлечения из штейнов или по содержанию в ферроникеле.

Как видно из табл. 48, в 1960 г. только шесть стран производили добычу никелевых руд, причем две из них — Канада и Новая Каледония — дали 93,4 % всей добычи. К 1978 г. число стран возросло до 17, причем некоторые из них довольно быстро развили добычу никелевых руд до 15—30 тыс. т извлекаемого никеля или до 1,0—2,5 млн. т руды. Это Доминиканская Республика, Индонезия и Греция, добывающие силикатные никелевые руды от-

Таблица 48

Добыча никеля из недр (в пересчете на извлекаемый никель) в капиталистических и развивающихся странах

Страны	Добыча никеля, тыс. т						% от общей добычи	
	1960 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1977 г.	1978 г.	1960 г.	1977 г.
Канада	194,5	196,9	239,8	249,3	232,5	227,5	73,5	39,2
Австралия	—	—	4,7	40,1	85,9	80,9	—	14,5
Новая Каледония	52,8	29,1	79,8	115,9	115,8	66,1	19,9	19,5
Филиппины	—	—	—	0,4	36,8	29,5	—	6,2
ЮАР	2,9	2,4	8,0	19,4	22,0	22,5	1,1	3,7
Индонезия	—	1,6	7,9	15,8	16,1	18,9	—	2,7
Ботсвана	—	—	—	0,5	11,8	16,1	—	2,0
Греция	—	—	3,7	13,9	9,6	15,1	—	1,6
Доминиканская Республика	—	—	—	30,1	24,9	14,3	—	4,2
Зимбабве	—	0,1	1,5	11,8	13,0	11,0	—	2,2
США	11,9	10,4	13,7	16,6	13,5	10,4	4,5	2,3
Финляндия	2,3	3,1	3,4	5,8	5,8	4,4	0,9	1,0
Бразилия	0,1	1,0	1,0	2,7	4,2	4,0	—	0,7
Гватемала	—	—	—	—	—	1,8	—	—
Норвегия	—	—	—	0,3	0,5	1,0	—	0,1
Бирма	—	0,1	—	0,1	0,1	0,1	—	—
Марокко	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
Всего	264,8	245,0	363,8	523,0	592,7	423,7	100,0	100,0
В том числе капиталистические страны	211,6	212,8	273,3	345,4	369,8	261,8	79,9	61,5
развивающиеся страны	53,2	32,2	90,5	177,6	222,9	161,9	20,1	38,5
Число стран, добывающих никелевые руды	6	10	11	16	16	17		

крытым способом. Включение новых стран в число добывающих никелевые руды несколько уменьшило значение Канады, где в 1977 г. добыча составляла 39 % от добычи всех стран против 73,5 % в 1960 г. Почти в 2 раза (с 20,1 % в 1960 г. до 38,5 % в 1977 г.) возросла доля развивающихся стран в общей добыче никеля, а абсолютное его количество увеличилось в 4 раза, в то время как капиталистические страны увеличили ее только в 1,7 раза. Сравнение проводится с 1977 г., так как в 1978 г. добыча никеля

Таблица 49

Кратность общих запасов к добыче никеля (по данным за 1977 г.) по некоторым странам

Страна	Кратность	Страна	Кратность	Страна	Кратность
Канада	88	Индонезия	>500	США	37
Австралия	136	Ботсвана	42	Финляндия	17
Новая Каледония	263	Греция	>500	Бразилия	>500
Филиппины	316	Доминиканская Республика	100	Норвегия	30
ЮАР	264	Зимбабве	46		

резко снизилась (на 108,0 тыс. т, или 30 %), причем в основном за счет Канады (на 105,0 тыс. т, или 45 %) и Новой Каледонии (на 50 тыс. т, или 43 %), т. е. стран, добывавших основное количество никеля. Связано это с тем, что в течение длительного периода, с 1973 по 1977 г., добыча никеля превышала спрос и поэтому на начало 1978 г. в Канаде на базах двух основных компаний «Инко» и «Фальконбридж никел майнз» скопилось 175 тыс. т нереализованного металла, а в Новой Каледонии еще больше, около 200 тыс. т. Это привело к резкому уменьшению добычи на рудниках компании «Инко» и к полному ее прекращению на рудниках второй канадской компании. По этой же причине сократила добычу никеля Новая Каледония.

Обеспеченность основных стран, добывающих никель, общими запасами очень велика, что видно из табл. 49. Пять первых стран в этой таблице, дающие 82 % всей добычи, имеют запасы никеля, превышающие уровень добычи 1977 г. от 88 до 316 раз, что свидетельствует о возможности в случае необходимости по крайней мере 3-кратного увеличения добычи в Новой Каледонии, Филлиппинах и ЮАР и ее удвоения в Канаде и Австралии. Индонезия, Греция и Бразилия, где запасы превышают добычу в 700—900 раз также могут ее значительно увеличить (в Индонезии до 160 тыс. т в год, Греции до 100 тыс. т и Бразилии до 30 тыс. т). Незначительная кратность запасов в Норвегии и Финляндии и частично в США не окажет в последующем особого влияния на уровень добычи в целом, так как их удельный вес в общей добыче составляет всего лишь около 3,5 %.

Таким образом, напрашивается вывод о высокой обеспеченности производства никеля в мире общими запасами и о возможном увеличении его производства на базе уже имеющихся запасов по крайней мере до 1—1,2 млн. т в год.

Объем выплавки никеля в различных его продуктах (рафинированный никель, ферроникель, штейны, шпайзы и окислы никеля) в 1977 г. превышал его потребление на 66 тыс. т; настолько же больше было добыто извлекаемого никеля по сравнению с выплавкой (табл. 50). С 1974 г., когда производство никеля начало обгонять потребность в нем, накопилось 276 тыс. т неиспользованного металла. Это еще раз подтверждает сказанное выше о перепроизводстве сырья для получения металла. Из табл. 50 видно, что из капиталистических стран производят никель в объеме, превышающем их потребность, только Канада, Австралия и ЮАР, которые экспортируют значительные его количества в другие страны, в первую очередь в США и страны Западной Европы. Так, США импортировали в 1977 г. 134 тыс. т рафинированного никеля, из которых бóльшая часть поступала из Канады. Значительное количество никеля в разнообразной форме вывозится из Новой Каледонии, которая экспортировала в 1977 г. 29 тыс. т никеля и ферроникеля, 24 тыс. т никеля в штейне и 47 тыс. т никеля в руде, а

Таблица 50

Производство и потребление никеля в капиталистических и развивающихся странах, тыс. т

Страны	1962 г.			1973 г.			1977 г.		
	Добыча	Производство	Потребление	Добыча	Производство	Потребление	Добыча	Производство	Потребление
Всего	262	272	Нет св.	523	517	568	593	525	459
Капиталистические страны	227	Нет св.	Нет св.	345	419	487	370	429	438
В том числе									
США	10	13	109	17	13	179	14	34	141
Канада	212	172	6	249	174	11	233	156	8
Япония	—	Нет св.	18	—	88	111	—	94	97
Австралия	—	—	—	40	20	5	86	37	4
ЮАР	3	—	Нет св.	19	15	5	22	17	5
страны Западной Европы	3	Нет св.	73	20	109	181	16	91	183
Развивающиеся страны	35	—	Нет св.	178	98	17	223	96	21
Новая Каледония	34	—	—	116	57	Нет св.	116	51	Нет св.
Филиппины	—	—	—	—	—	Нет св.	37	27	Нет св.
Индонезия	—	—	—	16	—	Нет св.	16		Нет св.
Доминиканская Республика	—	—	—	30	33	Нет св.	25	18	Нет св.

всего 100 тыс. т никеля. Япония развила крупное производство по получению металлического никеля и поэтому предпочитает получать никель в виде руды или штейна. В 1977 г. она ввозила 78 тыс. т никеля в виде руды (латеритной), 41 тыс. т никеля в штейне и только 11 тыс. т рафинированного никеля.

Алюминий

Алюминий благодаря ряду своих качественных показателей, таких, как легкость, механическая прочность и тягучесть, электропроводность, антикоррозийная устойчивость и др., в последние годы все больше вытесняет медь, свинец, цинк и некоторые другие металлы. В основном алюминий потребляется в четырех отраслях: в строительстве, транспортном машиностроении, для изготовления тары и в электротехнике. В строительстве он используется для изготовления кровли, радиаторов, оконных и дверных рам, а также каркасных домов и складов, сборных и передвижных домов. В транспортном машиностроении много алюминия требуется при сооружении самолетов, автомобилей, вагонов и судов разного типа. В электротехнике алюминий необходим для изготовления проводов, кабелей, обмотки моторов и т. д. В последние годы алюминий начал использоваться в черной металлургии для получения таких тугоплавких металлов, как хром, никель, марганец, а также для легирования и раскисления сталей. Алюминий применяется также в виде сплавов с другими металлами (кроме свинца, с которым он не сплавляется), в виде порошка для ракетного топлива, для получения алюминиевой фольги, а также при изготовлении предметов домашнего обихода длительного пользования. В США в 1977 г. 24 % всего выплавленного алюминия было использовано в строительстве, 22 % — в транспортном машиностроении, 22 % — для изготовления тары и упаковки, 12 % — в электротехнике, 7 % — в общем машиностроении и около 10 % — для изготовления предметов домашнего обихода. В Японии в 1977 г. использовано 35 % от выплавляемого алюминия в строительстве, 20 % — в транспортном машиностроении и 10 % — в электротехнике.

Благодаря открытию в последние годы крупных месторождений высококачественных бокситов латеритного происхождения в большинстве стран субтропической области, особенно в Гвинее, Австралии, Бразилии и Суринаме, количество запасов бокситов в капиталистических и развивающихся странах резко возросло; за 20 лет (с 1957 по 1978 гг.) оно увеличилось в 9 раз, достигнув 22 млрд. т (табл. 51). При этом в четырех указанных выше странах запасы возросли с 2,15 млрд. до 16,95 млрд, т и составляют 77 % от запасов капиталистических и развивающихся стран. Значительно возросли за это время запасы в Индии (с 50 млн. до 1,45 млрд. т) и Греции (с 60 млн. до 760 млн. т). Из капиталистических стран наибольшими запасами обладает Австралия (4,4 млрд. т, или 20 % от запасов капиталистических и развивающихся стран). Значительно меньшие запасы бокситов находятся

в Греции (3,5 %) и очень небольшие в США (0,6 %) и Франции (0,3 %). Вообще в капиталистических странах запасы бокситов составляют 5,4 млрд. т или около 1/4 части общих запасов капиталистических и развивающихся стран. Подавляющая часть запасов находится в развивающихся странах.

Таблица 51

Распределение запасов бокситов по странам

Страны	Запасы бокситов, млн. т					Кратность запасов 1978 г. к запасам 1957 г.	Доля в общих запасах, %
	1957 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1978 г.		
Гвинея	1000	1500	1500	2400	8300	8,3	37,8
Австралия	600	3200	3200	4600	4400	7,3	20,1
Бразилия	150	250	300	500	2250	15,0	10,2
Ямайка	400	600	700	1000	2000	5,0	9,1
Индия	50	250	265	265	1450	29,0	6,6
Гайана	—	80	150	150	1000	12,5	4,6
Греция	60	84	120	500	760	12,7	3,6
Суринам	100	300	600	600	500	5,0	2,3
Гана	50	230	300	400	400	8,0	1,8
США	50	50	50	140	140	2,8	0,6
Гвиана	—	40	100	100	100	—	0,5
Турция	—	15	67	200	200	—	0,9
Индонезия	25	25	25	75	75	3,0	0,3
Франция	50	70	70	70	70	1,4	0,3
Прочие страны	18	144	248	285	285	—	1,3
Всего	2553	6838	7695	11 285	21 930	8,6	100,0
В том числе капиталистические страны	763	3422	3472	5 042	5 402	7,1	24,6
развивающиеся страны	1790	3416	4223	6 243	16 528	9,2	75,4

Общие разведанные запасы бокситов в значительной мере относятся к латеритному геолого-промышленному типу, дающему наиболее высокосортное сырье, содержащее 45—60 % глинозема и до 3,5 % (очень редко до 10 %) кремнезема, что дает силикатный модуль, как правило, более 15 и до 50. В 1957 г. запасы таких бокситов составляли 2300 млн. т, или 90 % всех запасов, в 1978 г. 20 680 млн. т, или 94 % всех запасов. Геосинклинальные бокситы Франции, Греции, Турции, Испании и Италии также отличаются достаточно высоким качеством при силикатном модуле, близком к 10, для всех стран, кроме Турции, где он значительно ниже (5—7). Их запасы составляют в настоящее время 5 % от всех запасов. На долю наиболее низкосортных бокситов, развитых в США, приходится менее 1 %.

Добыча бокситов росла также довольно значительными темпами и если в 1957 г. она составляла 16,9 млн. т, то к 1978 г. увеличилась до 70,1 млн. т, или в 4 раза. Характерно, что если в 1957 г. до начала освоения бокситов Австралии доля капиталистических стран в добыче бокситов составляла только 27,3 %, то к 1978 г. в

Таблица 52

Добыча бокситов в капиталистических и развивающихся странах

Страны	Добыча бокситов, млн. т					% от общей добычи	
	1957 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1978 г.	1957 г.	1978 г.
Австралия	—	0,36	4,95	17,60	24,30	—	34,7
Гвинея	0,98	1,68	1,63	3,50	12,06	5,8	17,2
Ямайка	4,15	7,00	8,41	13,50	11,74	24,5	16,7
Суринам	3,26	3,50	5,66	6,70	5,29	19,3	7,5
Гайяна	2,47	2,38	3,70	3,55	3,45	14,6	4,9
Греция	0,72	1,28	1,84	2,74	2,63	4,3	3,8
Франция	1,76	2,03	2,71	3,30	1,98	10,4	2,8
США	1,82	1,55	1,70	1,92	1,67	10,8	2,4
Бразилия	0,07	0,17	0,23	0,80	1,35	0,4	1,9
Индия	0,23	0,57	0,93	1,27	1,28	1,4	1,8
Индонезия	0,32	0,49	0,88	1,23	1,01	1,9	1,4
Турция	—	—	0,08	0,35	0,45	—	0,6
Прочие страны	1,13	1,29	3,18	4,46	2,91	6,6	4,3
Всего	16,91	23,30	35,90	60,92	70,12	100,0	100,0
В том числе капиталистические страны	4,62	5,22	11,20	25,62	30,61	27,3	43,7
развивающиеся страны	12,29	18,08	24,70	35,30	39,51	72,7	56,3

связи с резкой интенсификацией добычи в Австралии этот процент возрос до 43,7 % (в том числе Австралия — 34,7 %, а все остальные капиталистические страны — 9,0 %). Значительно возросла добыча бокситов к 1978 г. в Гвинее — с 1 млн. до 12 млн. т и на Ямайке — с 4,15 млн. до 11,74 млн. т в год. В настоящее время три страны — Австралия, Гвинея и Ямайка — дают 69 % всей добычи бокситов. Все эти данные приведены в табл. 52. Обеспеченность запасами достигнутых уровней добычи бокситов может быть охарактеризована путем определения кратности запасов к добыче, что показано в табл. 53.

Из таблицы видно, что обеспеченность добычи имеющимися запасами очень высока, что говорит о возможности ее значительного увеличения по существу во всех странах. Если признать достаточной 100-кратную обеспеченность запасами, то это допускает увеличение добычи бокситов до 80 млн. т в год в Гвинее, до 10 млн. т — в Гайяне, до 20 млн. т — в Бразилии и до 15 млн. т —

в Индии, т. е., по-видимому, добычу можно свободно довести в целом для капиталистического мира и развивающихся стран до 200 млн. т в год. Это даст возможность получать в год порядка 30 млн. т алюминия.

Следует учесть, что бокситы имеются еще в ряде стран Африки: в Камеруне, где их запасы оценены в 2 млрд. т, и в Мали, где они составляют 820 млн. т. Известны они и на Гавайских островах, где их количество достигает 600 млн. т. Однако из-за неизу-

Таблица 53

Кратность общих запасов к добыче бокситов по некоторым странам

Страна	Кратность	Страна	Кратность	Страна	Кратность
Австралия	81	Гайяна	290	Бразилия	1667
Гвинея	688	Греция	89	Индия	1133
Ямайка	170	Франция	35	Индонезия	75
Суринам	95	США	84	Турция	444

ченности качества всех этих бокситов, они пока в общем балансе запасов не показаны. В случае положительной оценки они могут дать дополнительно порядка 30 млн. т бокситов в год (не считая гавайских бокситов, имеющих низкое качество — 32,45 % глинозема при 15 % кремнезема).

Потребление алюминия в мире растет довольно интенсивно (табл. 54). Если в 1957 г. его производство составляло 3,4 млн. т, то к 1977 г., т. е. за 20 лет, оно увеличилось в 3,3 раза и достигло 11,1 млн. т. Производство первичного алюминия в основном сосредоточено в развитых капиталистических странах, до последнего времени развивающиеся страны практически не имели такой отрасли. Так, в 1957 г. производство алюминия осуществлялось только в Индии и Суринаме и составляло не более 100 тыс. т, в 1968 г. оно достигло примерно 200 тыс. т. В дальнейшем производство первичного алюминия в этих странах начало резко увеличиваться и достигло 1145 тыс. т в 1977 г. Следует отметить, что ряд развивающихся стран-экспортеров алюминиевого сырья вывозят его в виде промежуточного продукта — глинозема. В таком виде ведут экспорт сырья: Ямайка, перерабатывающая почти половину добываемых бокситов на месте в глинозем, а вторую половину она поставляет в США в виде бокситов (в 1977 г. — 7,4 млн. т); Суринам, который 2/3 добываемых бокситов перерабатывает на глинозем, а 1/3 поставляет в США (в 1977 г. — 1,94 млн. т); Австралия, перерабатывающая на глинозем 85 % добываемых бокситов, из которых 75 % экспортируются. Из общего количества глинозема в 6,7 млн. т в 1977 г. Австралия экспортировала в США — 2,6 млн. т, в Японию 1 млн. т, в Канаду 0,6 млн. т. Оставшиеся не использованными для получения глинозема бокситы в количестве 3,5 млн. т были вывезены в Японию. Пока что почти не перераба-

тывают бокситы на месте только такие страны, как Гвинея, экспортировавшая около 10 млн. т бокситов из добытых 12 млн. т, Индонезия, экспортирующая без переработки все добываемые бокситы (1 млн. т в 1977 г.), и Гайяна, экспортирующая 2/3 алюминиевого сырья в виде бокситов и только 1/3 в виде глинозема.

Таблица 54

Производство алюминия и глинозема и потребление первичного алюминия в капиталистических и развивающихся странах, млн. т

Страны	1968 г.				1977 г.			
	Добыча бокситов*	Производство глинозема	Производство алюминия	Потребление алюминия	Добыча бокситов*	Производство глинозема	Производство алюминия	Потребление алюминия
Всего	12,8	Нет св.	6,51	6,59	25,0	25,2	11,1	11,2
Капиталистические страны	4,0				10,9	20,2	10,0	10,2
В том числе								
США	0,6	6,2	2,95	3,34	0,6	6,0	4,12	4,76
Япония	—	0,86	0,48	0,60	—	Нет св.	1,19	1,57
ФРГ	—	0,62	0,26	0,54	—	Нет св.	0,74	0,91
Франция	1,0	0,78	0,37	0,3	0,7	Нет св.	0,36	Нет св.
Норвегия	—	0,02	0,47	0,03	—	0,02	0,63	0,05
Канада	—	1,3	0,89	0,2	—	1,1	0,98	0,20
Австралия	1,8	1,3	0,1	Нет св.	8,7	6,7	0,32	Нет св.
Развивающиеся страны	8,8				14,1	5,0	1,1	1,0
В том числе								
Ямайка	3,0	1,1	—	—	4,2	2,05	—	—
Суринам	2,0	0,8	0,05	—	1,9	1,4	0,05	—
Индия	0,3	0,22	0,11	Нет св.	0,5	0,4	0,17	0,22
Бразилия	0,1	Нет св.	0,04	Нет св.	0,5	Нет св.	0,15	Нет св.
Гвинея	0,6	0,53	—	—	4,3	Нет св.	Нет св.	—

* Добыча бокситов дана в пересчете на извлекаемый глинозем (ориентировочно).

Ряд передовых капиталистических стран — Япония, Великобритания, ФРГ, а также Канада и Норвегия — совершенно не имеют своих запасов бокситов и поэтому вынуждены ввозить как бокситы, так глинозем и металлический алюминий. Следует сказать, что с каждым годом в развивающихся странах все более четко выявляется тенденция к переходу от экспорта бокситов к экспорту алюминия или глинозема, что резко улучшит национальную экономику и прекратит их существование в качестве сырьевого придатка к капиталистическим государствам. Так, в Гвинее подготавливается проект на строительство глиноземного завода мощностью

2 млн. т глинозема в год, а в Гайяне проектируется строительство глиноземного завода на 0,5 млн. т глинозема в год и алюминиевого завода на 225 тыс. т первичного алюминия.

Из табл. 54 хорошо видно, что основные капиталистические страны США, Япония, ФРГ и Канада ввозят не только бокситы, но и глинозем, а также какое-то количество алюминия. Норвегия, обладающая дешевой электроэнергией, имеет возможность производить выплавку алюминия, для чего импортирует глинозем, так как сама его не вырабатывает. Как Австралия, так и Франция являются странами, полностью получающими алюминий из своего сырья на своих глиноземных и алюминиевых заводах; частично они даже вывозят в другие страны первичный алюминий.

Олово

Олово употребляется в основном при производстве белой жести преимущественно в консервной промышленности и различных припоев. При производстве белой жести применяется электролитическое лужение ее оловом, причем на 1 т белой жести расходуется 5—6 кг олова. Использование олова в припоях за последние годы имеет тенденцию к повышению в связи с развитием электронной промышленности, где процесс паяния имеет большое значение. Меньшее количество идет на приготовление сплавов, в первую очередь бронзы. Кроме бронзы олово используется для приготовления латуни, различных баббитов, типографских и других сплавов, станиоли, фольги. Олово участвует также в титановых сплавах, применяемых в самолетостроении и строении космических аппаратов, а также в циркониевых сплавах в атомной промышленности. Сплавы олова широко применяются также в автомобиле- и судостроении, в радиотехнической и других отраслях промышленности. Структура потребления олова по состоянию на 1977 г. такова: на изготовление белой жести — 43 %, на изготовление припоев — 25 %, на изготовление электроприборов (включая электронику и радиотехнику) — 13 %, на предметы домашнего обихода — 8 %.

За рассматриваемые 20 лет (1957—1978 гг.) общие запасы олова изменились менее резко, чем запасы других цветных металлов (табл. 55). Это связано с тем, что по трем странам Юго-Восточной Азии, обладающим основными запасами олова в россыпях (Индонезия, Таиланд, Малайзия), они еще в 1957 г. были определены достаточно высокой цифрой и с тех пор возросли лишь на 10 % (1957 г. — 3,3 млн. т, 1978 г. — 3,67 млн. т). Запасы олова в недрах по остальным странам за этот период увеличились с 1,78 млн. до 3,6 млн. т, или в 2 раза. В целом по всем капиталистическим и развивающимся странам запасы олова в 1957 г. составляли 5,02 млн. т, а в 1978 г. — 7,27 млн. т, что дает их увеличение за 20 лет на 43 %.

Характерно и то, что основное значение имеют запасы в россыпях и если в 1957 г. они составляли 4,1 млн. т, или 80 %, от всех учтенных его запасов, то в 1978 г. их удельный вес в общих запасах несколько снизился до 73 %, а абсолютное количество увеличилось до 4,92 млн. т. Несмотря на общее увеличение запасов олова состояние разведанных запасов по существу не изменилось и составляет в 1978 г. 3,12 млн. т, в то время как в 1957 г. их было 2,94 млн. т, т. е. за 20 лет они возросли только на 6 %. Это свидетельствует о том, что разведочные работы в большинстве стран ведутся без значительного опережения — разведуются только те запасы, которые сразу же вовлекаются в эксплуатацию.

Таблица 55

Распределение запасов олова по странам

Страны	Запасы олова, тыс. т						Кратность запасов 1978 г. к запасам 1957 г.	Доля в общих запасах в 1978 г., %
	1957 г.		1963 г.		1978 г.			
	Всего	В россыпях	Всего	В россыпях	Всего	В россыпях		
Индонезия	1000	1000	1000	990	1640	1630	1,64	22,6
Таиланд	800	800	1220	1120	1200	1100	1,50	16,5
Боливия	500	100	1200	350	1000	250	2,0	13,8
Малайзия	1500	1400	1200	1200	830	710	—	11,4
Бразилия	—	—	40	—	600	600	—	8,2
Бирма	300	300	300	300	500	430	1,7	6,9
Итого по шести странам	4100	3600	4960	3960	5770	4720	1,4	79,4
Австралия	93	—	270	10	350	20	3,8	4,8
Нигерия	250	200	110	110	280	80	1,1	3,9
Великобритания	6	—	120	—	260	—	43,3	3,6
Заир	500	300	450	250	200	100	—	2,8
Намибия	—	—	40	—	80	—	—	1,1
Руанда	—	—	65	—	65	—	—	0,9
ЮАР	—	—	20	—	40	—	—	0,5
Зимбабве	—	—	40	—	40	—	—	0,5
США	—	—	8	—	40	—	—	0,5
Прочие страны	71	—	122	—	146	—	2,1	2,0
Всего	5020	4100	6205	4330	7271	4920	1,45	100,0
В том числе капиталистические страны	144	—	504	—	753	—	5,2	10,4
развивающиеся страны	4876	4100	5701	4826	6518	4920	1,1	89,6

Капиталистические государства обладают только 10 % всех запасов олова, а 90 % их приходится на долю развивающихся стран. Россыпного олова первые вообще в запасах не имеют.

Добыча олова в концентрате в целом и по отдельным капиталистическим и развивающимся странам показана в табл. 56.

По добыче олова, как и по запасам, главенствующая роль принадлежит развивающимся странам, а на долю развитых капита-

листических стран приходится всего лишь 10 % добычи, которая осуществляется Австралией, ЮАР, Великобританией и в небольшом количестве Испанией и Португалией. Основную же добычу — 83,7 % в 1978 г. и 79 % в 1957 г. давали и дают пять стран, обладающие наибольшими запасами олова преимущественно в россыпях — это Малайзия, Таиланд, Индонезия и Бразилия, а также Боливия, имеющая наибольшие среди всех стран запасы рудного олова. В абсолютном значении добыча олова в этих пяти странах повысилась со 130 тыс. т олова в концентрате в 1957 г. до 160 тыс. т в 1978 г. В процессе отработки рудных и россыпных месторождений олова, а также по мере выявления новых месторождений изменялась качественная характеристика руд и россыпей вследствие как отработки более богатых из них в первую очередь, так и выявления более бедных месторождений.

Таблица 56

Добыча олова в концентратах в капиталистических и развивающихся странах

Страны	Добыча олова в концентрате, тыс. т					% от общей добычи	
	1957 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1978 г.	1957 г.	1978 г.
Малайзия	60,2	60,9	76,3	72,1	62,7	36,5	32,9
Боливия	28,2	29,1	29,6	28,4	30,9	17,1	16,2
Таиланд	13,7	15,8	24,0	20,3	30,2	8,3	15,8
Индонезия	28,2	13,2	17,0	25,6	27,4	17,1	14,4
Австралия	2,8	2,9	6,6	10,8	11,7	1,7	6,1
Бразилия	—	1,2	1,8	3,3	8,6	—	4,4
Итого по шести странам	133,1	117,1	155,3	160,5	171,4	80,7	89,8
Заир	14,5	7,2	6,3	5,4	3,5	8,8	1,8
Нигерия	9,8	8,9	9,8	5,5	2,8	5,9	1,5
ЮАР	—	1,6	1,9	2,6	2,9	—	1,5
Великобритания	1,0	1,3	1,8	3,8	2,8	0,6	1,5
Руанда	1,0	1,2	1,3	1,6	1,4	0,6	0,7
Намибия	0,2	0,5	0,7	1,1	0,8	0,1	0,4
Бирма	0,9	0,9	0,3	0,6	0,7	0,5	0,4
Зимбабве	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,3
Прочие страны	3,8	4,9	4,8	3,6	3,9	2,4	2,4
Всего	165,0	144,1	182,8	185,3	190,8	100,0	100,0
В том числе капиталистические страны	5,2	8,1	12,6	19,6	19,6	3,2	10,3
развивающиеся страны	159,8	136,0	170,2	165,7	171,2	96,8	89,7

Приведенные данные о распределении запасов олова по геолого-промышленным типам и о содержании в них олова (табл. 57) показывают, что роль коренных месторождений постепенно возрастает и если в 1957 г. их запасы составляли только 18,3 % от общих запасов, то к 1978 г. они увеличились почти вдвое и составляют 32,3 %. Почти половина запасов коренных руд находится в жильных месторождениях касситерит-сульфидного типа в Боливии и Великобритании, более 1/4 запасов относится к кварц-касситеритовому типу в Боливии и Таиланде. Пегматитовые месторождения, учтенные только для месторождений Африки, где они эксплуатируются, заключают в себе 1/6 запасов коренных месторождений. Скарновые и штокверковые месторождения развиты не широко, но можно предполагать резкое увеличение запасов последних после разведки штокверковых (олово-порфировых) залежей в Боливии, а также на Аляске и в Канаде. Содержание олова в разведанных запасах за последние 10 лет снизилось: по россыпному олову с 473 до 393 г/м³, т. е. на 17 %, по коренным рудам с 1,00 до 0,93 %, т. е. на 7 %, что является вполне закономерным, так как во всех случаях вначале отрабатываются более богатые месторождения, а потом вводятся в разведку и эксплуатацию более бедные. Следует отметить, что при расчете средних содержаний россыпного олова исключены россыпи Бразилии, характеризующиеся высоким содержанием олова (1,5—3,0 кг/м³), запасы которых с 1968 по 1978 г. возросли с 40 до 600 тыс. т, т. е. в 15 раз.

Таблица 57

Распределение запасов олова по геолого-промышленным типам месторождений

Геолого-промышленный тип	Запасы олова						Среднее содержание в запасах, %		Добыча олова в концентрате	
	1957 г.		1968 г.		1978 г.					
	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	1968 г.	1978 г.	1968 г.	1978 г.
Россыпи	4100	81,7	4330	69,8	4920	67,7	473*	393*	134,6	133,5
Коренные										
Жильный кварц-сульфидный	555	11,0	926	14,9	1154	15,8	1,22	1,19	33,3	43,4
Жильный кварц-касситеритовый	180	3,6	490	7,9	663	9,1	1,18	0,84	9,3	6,3
Штокверковый	—	—	66	1,1	99	1,4	0,56	0,51	1,3	3,5
Скарновый	—	—	18	0,3	70	1,0	1,22	0,25	0,1	0,1
Пегматитовый	185	3,7	375	6,0	365	5,0	0,28	0,28	4,2	4,0
Итого для коренных	920	18,3	1875	30,2	2351	32,3	1,00	0,93	48,2	57,3
Всего	5020	100,0	6205	100,0	7271	100,0			182,8	190,8

* Содержание олова в россыпях дано в граммах на 1 м³.

При их включении среднее содержание олова в 1978 г. составит 528 г/м³ против 497 г/м³ в 1968 г.

Для определения обеспеченности существующей добычи запасами олова в табл. 58 приводится величина кратности запасов к добыче по основным оловорудным и оловодобывающим странам.

Из таблицы видно, что из основных поставщиков олова ни одна страна не может наращивать добычу олова, за исключением Бирмы, где добыча слишком мала и может быть доведена до 10,0 тыс. т

Таблица 58

Кратность общих запасов к добыче олова в концентрате по некоторым странам в 1978 г.

Страна	Кратность	Страна	Кратность	Страна	Кратность
Индонезия	60	Бирма	714	Намибия	100
Таиланд	40	Австралия	30	Руанда	46
Боливия	32	Нигерия	100	ЮАР	14
Малайзия	13	Великобритания	92	Зимбабве	67
Бразилия	70	Заир	57		

олова в концентрате в год, и Бразилии, которая может увеличить ее в 1,5 раза, т. е. до 12 тыс. т в год. При условии освоения пегматитовых месторождений могут увеличить в 2 раза добычу Нигерия (до 6 тыс. т), которая еще в 1968 г. добывала 9,8 тыс. т олова в концентрате и снизила ее за 10 лет до 2,8 тыс. т, и Намибия (до 2 тыс. т). Очевидно, этим исчерпываются возможности дальнейшего увеличения добычи на имеющихся запасах, особенно учитывая, что Малайзия и ЮАР обеспечены ими на 13—14 лет. Общая добыча на основании всего изложенного может быть доведена не более чем до 210 тыс. т, что ниже ожидаемой потребности в 2000 г.

Для увеличения добычи необходимо решить ряд проблем. Первой из них является освоение подводных россыпных месторождений олова на шельфах морей в Юго-Восточной Азии, где пока разрабатываются россыпи, залегающие на глубине 30 м. Сейчас изучаются возможности увеличения этой глубины до 50 м, что даст довольно значительное (не менее чем на 500 тыс. т) увеличение запасов олова в россыпях. Второй проблемой является изучение россыпной оловоносности Бразилии, поскольку имеются данные о прогнозных запасах, превышающих в 2,5—3 раза известные. Кроме того, там пока очень слабо изучаются коренные месторождения. Третьей проблемой является освоение так называемых олово-порфировых месторождений, в первую очередь в Боливии, где они уже выявлены. Решение этих трех проблем, очевидно, позволит удовлетворить потребность в олове, так как согласно всем прогнозам она будет расти намного медленнее, чем других металлов, и к 2000 г. не превысит 240 тыс. т.

Потребление олова в капиталистических и развивающихся странах возрастает довольно медленными темпами: в 1957 г. оно составляло 144,1 тыс. т, а к 1977 г., т. е. за 20 лет возросло только до 169,5 тыс. т, т. е. на 25,4 тыс. т, или 17,5 % (табл. 59). При

Таблица 59

Производство и потребление олова в капиталистических и развивающихся странах, тыс. т

Страны	1957 г.			1977 г.		
	Олово в собственных концентратах	Выплавка первичного олова	Потребление олова	Олово в собственных концентратах	Выплавка первичного олова	Потребление олова
Всего	165,0	160,7	144,1	176,9	179,7	169,5
Капиталистические страны	5,2	83,1	120,3	19,6	48,3	146,9
В том числе США	0,3	1,6	55,3	0,1	6,7	47,6
Япония	—	1,3	8,4	—	Нет св.	29,7
Великобритания	—	34,7	21,8	—	10,1	13,5
ФРГ	—	1,0	9,3	—	Нет св.	14,8
Нидерланды	—	29,7	4,0*	—	8,2	4,8
Бельгия	—	10,0	2,0*	—	3,7	3,1
Развивающиеся страны	159,8	77,6	23,8	157,3	131,4	22,6
В том числе Малайзия	60,2	72,4	Нет св.	58,7	66,3	0,3
Таиланд	13,7	—	Нет св.	24,5	21,0	Нет св.
Индонезия	28,2	0,6	Нет св.	25,1	24,0	0,4
Боливия	28,2	0,3	Нет св.	30,8	13,3	Нет св.

* Оценка.

этом в развивающихся странах оно осталось на одном и том же уровне, а весь прирост относится к капиталистическим странам, где он составил 22 %.

Производство металлического олова несколько превышает потребление и составляло в 1957 г. 160,7 тыс. т, на 16,6 тыс. т (на 10 %) выше потребления, а в 1977 г. — 179 тыс. т, или на 10,2 тыс. т (на 6 %) больше потребления. Характерно, что развивающиеся страны, являющиеся основным поставщиком олова, все время уменьшают его поставки в виде концентратов и все в большем количестве сами выплавляют металл. Так, если в 1957 г. они выплавляли 77,6 тыс. т олова, т. е. половину добываемого, а вторую половину отправляли на переработку в капиталистические страны, то в 1977 г. уже 131,4 тыс. т олова, или в 1,7 раза больше, и отгрузили в виде концентрата не более 30 тыс. т олова, т. е. более чем в 2 раза уменьшили вывоз концентратов. В связи с этим

резко сократилась (на 42 %) выплавка олова в капиталистических странах (с 83 тыс. т в 1957 г. до 48 тыс. т в 1977 г.). Особенно резко это произошло в Великобритании, потребляющей значительное количество олова, которая раньше имела его избытки, а в 1977 г. вынуждена была даже ввезти часть этого металла. По этой же причине Бельгия и Нидерланды, ранее ввозившие концентраты и вывозившие металлическое олово, резко сократили его экспорт с 93 тыс. до 4 тыс. т (суммарно по обеим странам). Из развивающихся стран три основных производителя оловянных концентратов — Малайзия, Таиланд и Индонезия — полностью перешли на переработку всех концентратов (Таиланд с помощью Малайзии) в металлическое олово и перестали поставлять концентраты. Боливия пока почти половину олова экспортирует в виде концентратов. Однако и здесь к 1980 г. должно завершиться строительство двух заводов, что позволит довести выплавку олова до 40 тыс. т и прекратить вывоз концентратов.

Вольфрам

Вольфрам, получаемый в концентратах в виде трехокиси, являющейся устойчивым соединением, используется в промышленности в основном в трех направлениях: для получения твердых сплавов на основе карбида кальция, применяемых в производстве режущих и износоустойчивых материалов (45—53 % всей получаемой трехокиси вольфрама в концентратах), и в производстве легированных сталей (15—22 %), а также для получения чистого металла, находящего применение в электротехнике и других отраслях, где потребляется вольфрамовая проволока (10—14 %). Часть вольфрама (до 10 %) используется для изготовления на его основе сплавов для получения легированных инструментальных и быстрорежущих марок стали. Химическая и некоторые другие отрасли потребляют до 5 % трехокиси вольфрама, в том числе около 2 % идет для изготовления химикалий.

Запасы трехокиси вольфрама в недрах капиталистических и развивающихся стран составили по состоянию на начало 1979 г. 1588 тыс. т; они увеличились в 4 раза по отношению к 1957 г., т. е. за 20 лет (табл. 60).

Из приведенных в табл. 60 данных видно, что в 1978 г. около 3/4 всех запасов (71,8 %) приходились на долю всего пяти стран — Канады, Австралии, США, Южной Кореи и Турции, запасы в каждой из которых более 100 тыс. т. В 1957 г. на эти же страны (кроме Турции, где учтенных запасов не было) приходилось 72,6 %, т. е. они сохраняли свое главенствующее положение в течение рассматриваемых 20 лет. Следует отметить значительный рост запасов, происшедших за эти годы в Австралии (в 27,2 раза) и Канаде (в 7,1 раза). В Австралии в 1957 г. было известно скарновое месторождение вольфрама Кинг-Айленд, запасы которого в то время определялись в 2 тыс. т трехокиси вольфрама, а также жильные месторождения Аберфойл, Стори-Крик и Хэтчис-Крик

с запасами 4 тыс. т. За прошедшие годы запасы на месторождении Кинг-Айленд были резко увеличены и к концу 1977 г. они достигли 89 тыс. т (несмотря на то, что около 20 тыс. т за это же время было добыто). Появился ряд также новых месторождений в районе Кинг-Айленда, а в Новом Южном Уэльсе открыто месторождение штокверкового типа Глен-Инесс с запасами 88 тыс. т

Таблица 60

Распределение общих запасов трехокиси вольфрама по странам

Страны	Запасы трехокиси вольфрама, тыс. т					Кратность запасов 1978 г. к запасам 1957 г.	Доля в общих запасах 1978 г., %
	1957 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1978 г.		
Канада	56	66	55	330	395	7,1	24,9
Австралия	12	23	47	80	326	27,2	20,5
США	112	130	130	135	157	1,4	9,9
Южная Корея	100	100	130	168	165	1,65	10,4
Турция	—	50	60	60	97	—	6,1
Итого по пяти странам	280	369	422	773	1140	4,1	71,8
Боливия	50	50	50	50	50	1,0	3,1
Бразилия	5	20	20	23	50	10,0	3,1
Перу	—	8	8	18	45	—	2,8
Бирма	20	45	45	40	40	2,0	2,5
Португалия	20	20	20	25	31	1,6	2,0
Франция	5	5	5	12	25	5,0	1,6
Мексика	1	1	1	1	25	25,0	1,6
Япония	16	16	21	26	24	1,3	1,5
Таиланд	10	20	20	20	23	2,3	1,4
Австрия	2	2	2	2	22	11,0	1,4
Прочие страны	48	47	65	81	113	2,4	7,2
Всего	457	603	679	1071	1588	3,5	100,0
В том числе капиталистические страны	243	276	301	638	1019	4,2	64,2
развивающиеся страны	214	327	378	433	569	2,7	35,8

трехокиси. Несколько возросло и число жильных месторождений. В Канаде долгое время основные запасы учитывались по крупному скарновому месторождению Флат-Ривер. В 70-х годах были выявлены новое крупное скарновое месторождение Мак-Милан-Пас с запасами 240 тыс. т, а затем штокверковое месторождение Маунт-Плезант с запасами 78 тыс. т трехокиси вольфрама. Таким образом, открытие новых крупных месторождений в этих двух странах дало основное увеличение запасов в капиталистических странах,

благодаря чему последние обладают 64 % (в 1957 г. — 60 %) мировых запасов вольфрама (без СССР и КНР), а развивающиеся страны только 36 % их.

Добыча вольфрама в концентрате производится в основном 15 странами, в том числе семью развитыми капиталистическими странами и восемью развивающимися, при этом первые пять из

Таблица 61

Добыча трехокиси вольфрама в концентрате в капиталистических и развивающихся странах

Страны	Добыча трехокиси вольфрама, тыс. т					% от общей добычи	
	1960 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1978 г.	1960 г.	1978 г.
США	3,81	3,08	5,83	4,04	4,00	22,7	13,4
Боливия	1,29	1,37	2,25	2,80	4,00	7,7	13,4
Австралия	1,13	0,98	1,47	1,66	3,75	6,7	12,6
Южная Корея	3,12	3,22	2,64	2,74	3,00	18,5	10,1
Таиланд	0,26	0,12	0,63	3,70	2,90	1,5	9,7
Канада	—	—	1,63	2,08	2,80	—	9,4
Португалия	1,74	0,89	1,74	1,89	1,50	10,3	5,0
Бразилия	1,20	0,43	0,55	1,25	1,45	7,1	4,9
Япония	0,59	0,47	0,67	1,06	1,33	3,5	4,5
Франция	0,43	—	0,02	0,75	0,83	2,6	2,8
Перу	0,29	0,31	0,69	0,96	0,68	1,7	2,3
Испания	0,56	0,09	0,16	0,56	0,60	3,3	2,0
Австрия	0,13	0,13	0,18	0,12	0,58	0,8	1,9
Бирма	0,66	0,45	0,29	0,56	0,58	3,9	1,9
Прочие страны	1,61	0,55	1,42	1,95	1,81	9,7	5,1
Всего	16,82	12,09	20,17	26,12	29,81	100,0	100,0
В том числе капиталистические страны	8,63	5,80	11,70	12,44	15,97	51,3	53,6
развивающиеся страны	8,19	6,29	8,47	13,68	13,84	48,7	46,4

указанных табл. 60 стран, обладающие 72 % запасов вольфрама, дают только 45 % добычи. Между капиталистическими и развивающимися странами она распределяется примерно поровну (табл. 61).

Из табл. 61 видно, что добыча вольфрамовых концентратов в 1963 г. значительно снизилась по сравнению с 1960 г., а точнее с 1961 г., когда было добыто 19,7 тыс. т трехокиси вольфрама в концентрате. Произошло это в основном за счет капиталистических стран: США (на 1,38 тыс. т), Португалии (на 0,51 тыс. т), Испании (на 0,31 тыс. т) и Франции (на 0,4 тыс. т), которая вообще прекратила добычу вольфрамовых руд. Снижение это затронуло в той или иной мере и все другие страны. Вызвано оно было тем, что после прекращения закупок сырья правительством США для создания стратегических запасов, на рынке создался излишек вольфрамовых концентратов и предложение стало превышать спрос, что и привело к сокращению его добычи.

До 1968 г. добыча вольфрама увеличивалась очень медленно и только в 1968 г. сразу возросла на 5 тыс. т, достигнув 20,2 тыс. т против 15,3 тыс. т в 1967 г. Вызвано это было увеличением применения сплавов вольфрама в производстве двигателей для реактивных самолетов, ракет и управляемых снарядов, с одной стороны, и применением чистого металла, с другой. До 1972 г. рост производства трехокиси вольфрама в концентратах продолжался (в 1972 г. 25,1 тыс. т), после чего наблюдался еще один небольшой спад, а затем потребление его стало возрастать и в 1978 г. составило почти 30 тыс. т. Поэтому в целом с 1960 г. производство вольфрама в концентрате увеличивалось не столь значительно и рост его составил в 1978 г. по отношению к 1960 г. всего лишь 77 %. Можно предполагать, что в будущем темпы прироста потребления вольфрама не превысят 3 % в год.

Добыча вольфрама в настоящее время производится почти в равной мере из скарновых и жильных месторождений (соответственно 57 и 43 %). В 1960 г. это соотношение было несколько иным: на долю скарновых месторождений приходилось 49 % добычи, жильных — 51 %. Это было связано с отсутствием в 1960 г. добычи на крупных скарновых месторождениях Канады (эксплуатация месторождения Флат-Ривер была начата в 1964 г.). В США из получаемой трехокиси вольфрама около 1/4 добывается попутно с молибденом на месторождении Клаймакс, где его запасы определены в 50 тыс. т при содержании 0,03 %. Поэтому в табл. 62, где запасы распределены по геолого-промышленным типам месторождений вольфрама, они не указаны.

В распределении запасов по геолого-промышленным типам с 1960 по 1978 г. произошли изменения, связанные с открытием в ряде стран крупных штокверковых месторождений — Глен-Инесс в Австралии, Маунт-Плезант в Канаде, Тангетен-Крик в США, что значительно снизило относительное количество запасов в жильных месторождениях. Снижение содержания трехокиси вольфрама в скарновых месторождениях произошло за счет отработки более богатых руд. Так, на месторождении Санг-Донг в Южной Корее в 1960 г. среднее содержание в руде было 1,3 %, а с 1978 г. при увеличении запасов в 1,5 раза оно снизилось до 0,77 %. То же самое произошло и в Канаде, где на наиболее крупном месторождении Флат-Ривер при его открытии содержание трехокиси вольфрама было 2,4 %, а к 1975 г. после добычи более богатых руд оно снизилось до 1,68 %. Сказалось на снижении содержаний и включение запасов более бедных штокверковых месторождений с содержанием трехокиси вольфрама 0,31 %. Содержание трехокиси вольфрама в добытой руде за эти годы почти не снизилось (1960 г. — 1,0 %, 1978 г. — 0,97 %).

Распределение запасов трехокиси вольфрама

Геолого-промышленный тип	Запасы трехокиси вольфрама			
	1960 г.		1978 г.	
	тыс. т	%	тыс. т	%
Скарновый	238	59,4	875	56,5
Жильный	163	40,6	425	27,5
Штокверковый	—	—	248	16,0
Всего	401	100,0	1548	100,0

Для определения обеспеченности существующей добычи выявленными общими запасами, как и для других цветных металлов, показательной является кратность запасов к добыче, которая для нормальной обеспеченности промышленности должна быть не менее 40.

Из табл. 63 видно, что только три страны — Канада, Австралия и Турция — имеют запасы, позволяющие увеличить получение

Таблица 63

Кратность общих запасов к добыче трехокиси вольфрама в концентрате по некоторым странам в 1978 г.

Страна	Кратность	Страна	Кратность	Страна	Кратность
США	40	Таиланд	8	Перу	66
Боливия	12	Португалия	20	Испания	16
Австралия	87	Бразилия	34	Австрия	38
Южная Корея	55	Япония	18	Бирма	69
Канада	141	Франция	30	Турция	215

трехокиси вольфрама в концентрате примерно до 7 тыс. т в год в Канаде, 7,5 тыс. т в Австралии и до 2 тыс. т в Турции. Можно несколько поднять добычу в Перу с 0,7 до 1 тыс. т в год и Бирме тоже до 0,9—1 тыс. т. И этим собственно исчерпывается перечень стран, где возможно увеличение добычи на имеющихся запасах.

В то же самое время надо учесть, что в ряде стран — Боливии, Таиланде, Португалии, Испании и Японии — добыча трехокиси вольфрама будет сокращаться и к 2000 г. (а по некоторым странам и раньше) прекратится вообще. Боливия и Таиланд име-

Таблица 62

по геолого-промышленным типам месторождений

Добыча в концентрате				Среднее содержание трехокиси вольфрама в руде, %			
1960 г.		1978 г.		в запасах		в добытой руде	
тыс. т	%	тыс. т	%	1960 г.	1978 г.	1960 г.	1978 г.
7,89	48,9	12,27	42,9	1,38	0,91	1,03	0,85
8,25	51,1	16,44	57,1	0,89	0,93	0,97	1,06
—	—	—	—	—	0,31	—	—
16,14	100,0	28,71	100,0	1,18	0,82	1,00	0,97

ют перспективы на выявление к этому времени новых месторождений, а в Японии, Португалии и Испании этих перспектив почти нет. Таким образом, учтя все возможные изменения в добыче, можно предполагать, что она может увеличиться по пяти указанным странам на 10 тыс. т и в то же время уменьшиться по Японии, Португалии и Испании на 3,5 тыс. т. Следовательно, имеющиеся запасы могут обеспечить получение в 2000 г. не более 36—37 тыс. т трехокиси, что явно будет недостаточно для покрытия потребностей. Дальнейшее увеличение добычи может ориентироваться на открытие новых месторождений в Канаде, Австралии, Боливии и США (Аляска), где имеются достаточно хорошие геологические перспективы.

Потребление вольфрама (в трехокиси вольфрама) в концентратах характеризуется довольно значительной неравномерностью. Так, максимум его потребления пришелся на 1957 г., когда оно составило около 40 тыс. т, а уже в следующие годы начало снижаться и к 1960 г. уменьшилось до 18—20 тыс. т. Связано это было с тем, что до 1957 г. США закупали значительное количество вольфрама для создания стратегического резерва, который к 1957 г. достиг 102 тыс. т трехокиси вольфрама. После этого было решено, что столь большой резерв является излишним и из него 77 тыс. т было реализовано на рынке, что привело к резкому снижению производства вольфрамовых концентратов до 12 тыс. т в 1963 г., к 1978 г. их производство снова возросло и составило 30 тыс. т.

Потребление трехокиси вольфрама в 1970 г. составляло 22,3 тыс. т, из которых на долю США приходилось 8,7 тыс. т, Японии 2,2 тыс. т и стран Западной Европы 11,4 тыс. т. Из числа последних примерно по 3 тыс. т использовали Великобритания и ФРГ. В 1977 г. потребление возросло до 25 тыс. т, из них 9,6 тыс. т было израсходовано США, 3,3 тыс. т — Японией,

12,9 тыс. т — странами Западной Европы. Потребление всех развивающихся стран составило всего 0,3—0,4 тыс. т трехокиси вольфрама.

Молибден

Прибавление молибдена в тех или иных количествах к стали при ее выплавке увеличивает вязкость стали, сопротивляемость коррозии, а также повышает ее износоустойчивость. Улучшается также качество закаливания стали. Благодаря этому молибден приобрел большое значение в черной металлургии как легирующая добавка к стали, а также к отдельным сортам чугуна. Растет использование молибдена для изготовления нержавеющих сталей (1—4 % молибдена и 18—25 % хрома как добавки к стали), а также антикоррозийных (добавка 0,75—0,8 % молибдена). Часть молибдена используется для производства химикалий, смазочных материалов, специальных красок, а также молибденовых катализаторов в различных химических и нефтехимических процессах. По имеющимся данным структура потребления молибдена в США как страны, использующей более 30 % мирового производства молибдена, в 1977 г. была следующей (в скобках для сравнения приведены данные за 1968 г.):

Легированная сталь 50,1 % (44 %);	
Нержавеющая сталь 12,6 % (20 %);	
Инструментальная сталь 6,0 % (11 %);	
Чугунное литье 8,5 % (8 %);	
Итого в производстве сталей и чугунов —	77,2 % (83 %)
Производство твердых сплавов	5,4 % (5 %)
Химическая промышленность (химикалии, катализаторы, красители)	8,4 % (7 %)
В виде металла (лист, проволока)	6,5 % (4 %)
Прочие отрасли	2,5 % (1 %)
Всего	100 % (100 %)

В капиталистических и развивающихся странах подавляющая часть месторождений молибдена относится к двум основным геолого-промышленным типам месторождений: штокверковому молибденовому и молибден-меднопорфировому. Запасы молибдена во втором типе были выявлены в основном в 60-х годах, когда бурное развитие добычи меди из меднопорфировых месторождений привело к попутному извлечению из них молибдена, количество которого в последние годы по существу сравнялось с добычей молибдена из собственно молибденовых месторождений. Это сказалось и на величине запасов молибдена и на их географическом распределении. Действительно, в 1957 г. 99 % запасов молибдена находилось только в двух странах: США и Чили и 1 % приходился на Канаду, Мексику, Японию и Норвегию. В 1978 г. уже 10 стран

имеют его запасы более чем по 100 тыс. т и еще в 7 странах он имеется в небольших количествах и при этом в 10 странах из 17 его запасы находятся только в меднопорфировых месторождениях (табл. 64). В этой таблице в число прочих стран в 1957 г. включены три (Япония, Филиппины и Норвегия), а в 1973 г. семь (Индия, Пакистан, Турция, Филиппины, Япония, Эквадор и Австралия). Норвегия выработала свои запасы и прекратила добычу молибдена.

Таблица 64

Распределение общих запасов молибдена по странам

Страны	Запасы молибдена, тыс. т					Кратность запасов 1978 г. к запасам 1957 г.	Доля в общих запасах 1978 г., %
	1957 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1978 г.		
США	1350	1800	2700	3000	3400	2,5	36,9
Чили	80	150	800	800	2500	31,3	27,2
Канада	5	100	650	850	1080	216,0	11,7
Панама	—	—	—	—	600	—	6,5
Перу	—	100	200	400	540	—	5,9
Итого по пяти странам	1435	2150	4350	5050	8120	5,7	88,2
Мексика	2	2	2	100	338	119,0	3,7
Папуа—Новая Гвинея	—	—	—	—	180	—	2,0
Гренландия	—	150	180	180	180	—	2,0
Аргентина	—	—	—	100	180	—	2,0
Иран	—	—	—	100	130	—	1,4
Прочие страны	12	17	19	36	77	6,4	0,7
Всего	1449	2319	4551	5566	9205	6,4	100,0
В том числе капиталистические страны	1365	2060	3537	4034	4670	3,4	50,7
развивающиеся страны	84	259	1014	1282	4535	54,0	49,3

Если в 1957 г. 93,2 % запасов молибдена приходилось на долю США, а на все капиталистические страны 94 % запасов, то в настоящее время они делятся почти поровну между капиталистическими и развивающимися странами, а доля США в общих запасах этих стран уменьшилась до 37 %, хотя абсолютные запасы увеличились в США в 2,5 раза.

За прошедшие 20 лет добыча молибдена в концентратах увеличилась в целом в 2,6 раза (табл. 65). Почти в 2 раза возросла она и в США. Однако по причинам, изложенным выше, США потеряла свое монопольное положение в его производстве, которое снизи-

лось там с 91 до 68 %, зато увеличилось значительно производство молибдена в Канаде и Чили. В целом доля развивающихся стран в производстве молибденовых концентратов остается небольшой и за 20 лет поднялась с 6 до 16 %. При этом из собственно молибденовых месторождений добыча проводилась только в США и Канаде. В США на месторождениях Клаймакс, Гендерсон и Квеста

Таблица 65

Добыча молибдена в концентрате в капиталистических и развивающихся странах

Страны	Добыча молибдена, тыс. т					% от общей добычи	
	1960 г.	1963 г.	1968 г.	1973 г.	1978 г.	1960 г.	1978 г.
США	30,95	29,49	42,40	52,55	59,87	90,7	67,7
Канада	0,35	0,38	10,19	13,79	14,07	1,0	16,0
Чили	2,01	2,90	3,86	4,94	13,20	5,9	15,0
Перу	0,05	0,53	0,81	0,72	0,59	0,1	0,8
Прочие страны	0,76	0,75	0,81	0,45	0,45	2,3	0,5
Всего	34,12	34,05	58,07	72,45	88,18	100,0	100,0
В том числе капиталистические страны	31,94	30,40	53,09	66,70	74,26	93,6	84,2
развивающиеся страны	2,18	3,65	4,98	5,75	13,92	6,4	15,8

в 1978 г. было добыто 41,6 тыс. т молибденовых концентратов, а из меднопорфировых месторождений 18,3 тыс. т. В Канаде из 14,1 тыс. т добыто на молибденовых месторождениях Эндако и Алис-Арм 9,2 тыс. т молибденовых концентратов, а остальной молибден получен из меднопорфировых месторождений (табл. 66).

За последние 15 лет доля молибдена из меднопорфировых месторождений значительно возросла как в общих запасах (с 26,5 до 63,6 %), так и по добыче (с 34 до 46 %). Это не могло не отразиться на величине содержания молибдена в разведанных запасах. Кроме того, надо учесть, что в 1963 г. в запасах штокверковых месторождений США учитывались только месторождения Клаймакс и Квеста с содержанием 0,22 % молибдена. За 15 лет более богатые руды на Клаймаксе были отработаны и среднее содержание снизилось до 0,196 %. Несмотря на то, что было выявлено месторождение Гендерсон со сравнительно богатыми рудами (0,294 % молибдена), в эти же годы были открыты и месторождения с более низкими содержаниями указанного металла, такие, как Томпсон-Крик (0,15 % молибдена) и Куортц-Хилл на Аляске (0,13 % молибдена). Все это привело к снижению содержания молибдена по штокверковым рудам с 0,22 до 0,19 %, а с учетом возрастания роли бедных молибденом меднопорфировых месторождений содержа-

ние молибдена по всем типам руд снизилось в 1978 г. до 0,08 % с 0,17 % в 1963 г.

В настоящее время основная добыча молибдена сосредоточена в четырех странах — США, Канаде, Чили и Перу. Все остальные

Таблица 66

Распределение запасов и добычи молибдена по геолого-промышленным типам месторождений

Геолого-промышленный тип	Запасы молибдена				Добыча в концентрате				Содержание молибдена в руде, %	
	1963 г.		1968 г.		1963 г.		1978 г.			
	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	1963 г.	1978 г.
Штокверковый	1670	72,0	3265	35,5	21,9	64,4	47,0	53,3	0,22	0,19
Меднопорфировый	615	26,5	5855	63,6	11,5	33,8	40,5	45,9	0,022	0,015
Скарновый	20	0,9	20	0,2	0,1	0,3	0,4	0,5	0,25	0,25
Жильный	14	0,6	65	0,7	0,5	1,5	0,3	0,3	0,57	0,32
Всего	2319	100,0	9205		34,0	100,0	88,2	100,0	0,17	0,08

государства получают только 0,5 % мировой добычи. Обеспеченность добычи общими запасами, выражаемая через кратность запасов к добыче, составляет для США — 57, для Канады — 77, Чили — 192 и Перу 900. Безусловно эти цифры должны быть от-

Таблица 67

Производство и потребление молибдена, тыс. т

Страны	1968 г.			1973 г.			1978 г.		
	Добыча	Производство	Потребление	Добыча	Производство	Потребление	Добыча	Производство	Потребление
Всего	58,1	56,7	54,0	72,5	71,0	77,0	88,2	82,8	85,2
США	42,4	30,9	26,0	52,6	51,7	33,0	59,9	55,4	29,0
Канада	10,2	7,8	—	13,8	10,8	—	14,1	16,4	—
Чили	3,9	Нет св.	—	4,9	4,8	—	13,2	11,0	—
Япония	—	—	11,7	—	—	11,0	—	—	11,3
Страны Западной Европы	—	—	16,0	—	—	33,0	—	—	32,2

корректированы в сторону снижения, так как извлечение молибдена в концентрат меньше, чем его добыча и составляет 80—85 % для месторождений штокверковых и около 50 % для меднопорфировых. Если учесть это, то кратность запасов резко уменьшится

и составит для США — 45, для Канады — 51, Чили — 96 и Перу — 450. При этом условии США и Канада вряд ли смогут в дальнейшем наращивать добычу молибдена, Чили может довести ее не более чем до 25 тыс. т в год, а Перу до 5 тыс. т. Остальные страны, перечисленные в табл. 65, смогут суммарно давать в год еще не более 10 тыс. т молибдена в концентрате. Таким образом, получение молибдена из имеющихся запасов в капиталистических и развивающихся странах может быть доведено не более чем до 115—120 тыс. т молибдена в концентрате. Это количество может быть увеличено только в случае открытия новых месторождений.

Соотношения между добычей молибдена, его производством в концентрате и потреблением показаны в табл. 67.

Из приведенных в таблице данных видно, что в последние годы потребление молибдена несколько превышает его производство, что связано с поступлением на рынок как запасов молибдена, накопившихся за прошлые годы, так и с разбронированием части стратегических запасов США. В то же самое время видно, что основными производителями молибденовых концентратов являются США, Канада и Чили, а Япония и западноевропейские капиталистические страны, не имея своего сырья, вынуждены импортировать молибден из этих стран.

Глава XII

НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ МЕТАЛЛОГЕНИИ СКЛАДЧАТЫХ ОБЛАСТЕЙ И ИХ ОБРАМЛЕНИЯ В СССР

Рассматриваемые в настоящей работе месторождения цветных металлов представляют почти все разновидности рудных эндогенных месторождений (за исключением месторождений черных и редких металлов и золота). Кроме того, некоторые цветные металлы формируют месторождения осадочного типа (медь и, может быть, свинец и цинк), месторождения, связанные с корами выветривания (никель силикатного типа), и месторождения россыпные (олово, вольфрам). Особую группу образуют месторождения бокситов, по существу не являющиеся рудными и относимые к последним лишь по характеру извлекаемого из них металла (алюминий), в то время как само полезное ископаемое представлено гидроокислами алюминия в сочетании с другими алюмосиликатами, имеющими в основном гипергенный характер и связанными генетически с латеритизацией кор выветривания, а иногда с последующим переносом и переотложением бокситового материала.

Формирование промышленных месторождений большинства рассматриваемых металлов на территории СССР наиболее интенсивно происходило в мезозойскую эпоху рудообразования. В это время образовались основные месторождения ртути, никеля и олова (80—81 % учтенных и прогнозных запасов), более половины запасов вольфрама, а также почти половина запасов сурьмы и молибдена. Внутри мезозойской эры выделяется ряд металлогенических циклов, характеризующихся определенной специализацией оруденения. Так, все известные и прогнозные запасы никеля мезозойского возраста и связанной с ним меди относятся к сульфидным медно-никелевым месторождениям в пределах Тунгусской синеклизы, формирование которых связано с трапповой формацией, проявившейся в среднем триасе. Молибденовое и частично вольфрамовое оруденения, развитые в Восточно-Забайкальской зоне тектоно-магматической активизации, связаны с интрузивным циклом, проявившимся в средней юре — начале раннего мела. Основные оловянные и часть вольфрамовых месторождений в Тихоокеанском складчатом поясе формировались в предпозднемеловой и позднемеловой интрузивные циклы; по-видимому, в это же время образовались сурьмяные месторождения. Месторождения ртути в основном связаны с зонами мезозойской активизации в пределах палеозойских складчатых структур.

Второй по интенсивности является палеозойская эпоха рудообразования; большинство основных процессов формирования месторождений в это время проходили в связи с герцинским тектоно-магматическим циклом. В это время сформировались основные меднопорфировые, субгеосинклинальные свинцово-цин-

ковые, а также оловянные, вольфрамовые и молибденовые месторождения. Сурьмяные месторождения образовались, по-видимому, позднее — после завершения интрузивной деятельности и складчатости, в то время, когда при достаточно консолидированных герцинидах происходили тектонические движения, обновлявшие заложенные ранее глубинные разломы. Более раннее, чем герцинское, время образования имеют широко развитые в палеозое колчеданные месторождения как медно-цинкового (Урал), так и медно-свинцово-цинкового и свинцово-цинкового (Алтай) состава. Они связываются с проявлениями субвулканической деятельности в силурийско-раннекарбоновое время, давая наибольшую концентрацию промышленно-ценных месторождений в интервале от верхнего силура до среднего девона. Общая специализация палеозойской эры рудообразования в СССР несколько иная, чем мезозойской. Здесь основное значение имеют медь, свинец и цинк.

Кайнозойская эпоха рудообразования, проявившаяся в СССР в пределах Тихоокеанского складчатого пояса, а также на территории Закавказья, Крыма и Закарпатья, входящих в Средиземноморский складчатый пояс, судя по перспективным и учтенным запасам цветных металлов, менее значительна, чем мезозойская и палеозойская эры. По-видимому, в какой-то мере это объясняется слабой изученностью процессов рудообразования этого возраста. Характерной чертой кайнозойского рудообразования является ярко выраженная специализация по меди и молибдену, связанных с предполагаемыми меднопорфировыми месторождениями, а также по олову и молибдену, выявление которых возможно в связи с молодыми субвулканическими интрузиями монцонитового состава. Сюда же относится ртуть, месторождения которой формируются в молодых глубинных тектонических зонах и зачастую в прямой связи с молодой вулканической деятельностью.

Наиболее бедна цветными металлами докембрийская эпоха рудообразования. Отнесение всех докембрийских (архейских и протерозойских) месторождений к одному периоду является условным из-за недостаточности наших знаний о металлогении того времени. В настоящее время докембрийские промышленные месторождения известны только для меди, свинца, цинка и никеля. При этом все они разновозрастны и формировались в различных условиях. Наиболее древними из них являются среднепротерозойские месторождения меди осадочного типа в Восточном Забайкалье (район Удоканского месторождения). На их долю приходятся основные запасы меди докембрия. Среднепротерозойскими же являются сульфидные медно-никелевые месторождения Балтийского щита, связанные с дифференцированными интрузиями основной магмы, дающие все запасы никеля и некоторую часть запасов меди этого возраста. С верхним протерозоем связана бóльшая часть прогнозируемых запасов свинца и цинка в месторождениях эпиплатформенного типа на западном побережье оз. Байкал, колчеданного типа на север от него и субгеосинклинального на Енисейском кряже.

Из анализа географического размещения запасов цветных металлов, образовавшихся в ту или иную эпоху, явно вырисовывается их приуроченность к определенным структурным элементам: складчатым областям, платформам и щитам.

Такими регионами для мезозойской эпохи рудообразования являются Тихоокеанский складчатый пояс, Восточно-Забайкальская зона активизации, Тунгусская синеклиза и южная часть Таймырского полуострова, Кавказская складчатая область; для палеозойской эпохи рудообразования Казахстанский складчатый регион, включающий Джунгаро-Балхашскую и Иртыш-Зайсанскую герцинские складчатые области с Тенизской, Джезказганской и Каратауской субгеосинклинальными наложенными структурами и Западно-Казахстанскую каледонскую складчатую область; Тяньшаньский складчатый регион, включающий Северо-Тяньшаньскую каледонскую и Средне- и Южно-Тяньшаньскую герцинские складчатые области; Уральская складчатая область, Алтае-Саянская складчатая область, окраинные части Алданского и Анабарского щитов и Донецкий прогиб; для кайнозойской эпохи рудообразования — Тихоокеанский складчатый пояс и Кавказская складчатая область, совпадающая с одноименной мезозойской областью, благодаря чему эти области объединены под названием Кавказский регион; для докембрийской эпохи рудообразования — Байкальский складчатый регион, включающий Байкальскую складчатую область (иначе называемую Байкальской горной страной), Енисейский кряж и Восточный Саян, и восточная часть Балтийского щита.

Данные о возможной промышленной значимости геологических регионов позволяют сделать некоторые обобщения. Так, наиболее широко представлены месторождения цветных металлов в Тихоокеанском складчатом поясе, Казахстане, Тяньшаньском, Кавказском, Алтае-Саянском и Восточно-Забайкальском регионах. Все эти регионы характеризуются наличием эндогенных месторождений меди, свинца и цинка, вольфрама и молибдена, исключением являются Восточно-Забайкальская зона активизации, где нет меди, а месторождения свинца и цинка представлены мелкими жильными и скарновыми месторождениями, и Тяньшаньский регион, где не учтены мелкие жильные месторождения молибдена, но зато широко проявлены месторождения ртути. Олово и сурьма присущи в основном Тихоокеанскому складчатому поясу и Тяньшаньскому региону, хотя встречаются небольшие месторождения и в ряде других регионов. Для всех шести указанных регионов характерно полное отсутствие эндогенных месторождений сульфидных медно-никелевых руд, которые развиты в Тунгусской синеклизе и на Балтийском щите. Первое место по прогнозным запасам цветных металлов занимает Тихоокеанский складчатый пояс, заключающий основные запасы олова и значительные запасы вольфрама, молибдена, сурьмы, ртути и крупные прогнозные запасы меди, второе — Казахстанский складчатый регион (свинец, цинк, вольфрам, медь и молибден), третье — Тяньшаньский регион

(в основном олово, ртуть и сурьма, в меньшей мере медь и вольфрам), четвертое — Восточно-Забайкальская зона активизации с вольфрам-молибденовым оруденением, пятое и шестое — Кавказская и Алтае-Саянская области.

Для других регионов характерно развитие рудопроявлений только одного или двух металлов. Так, в районе Тунгусской синеклизы сосредоточены значительные запасы (учтенные и прогнозные) никеля, в Байкальском регионе — свинца, цинка и меди в Уральской складчатой области — колчеданной меди, в палеозойском чехле на окраине Алданского щита и Анабарского массива — свинца, цинка, а по восточной окраине Алданского щита, кроме того, и сурьмы, на Балтийском щите — никеля, в Донецком прогибе — ртути.

Следует оговорить, что приведенная оценка не в полной мере отражает возможности того или иного региона, а в значительной мере зависит от степени его изученности. Так, учитывая общность геологического строения южной части Казахстанского и Тяньшаньского регионов, можно предположить, что в первом могут быть выявлены оловянные месторождения, хотя запасы по ним пока не прогнозируются. По-видимому, при более детальном изучении Алтае-Саянской области возрастет ее значение за счет открытия новых месторождений меди, полиметаллов, вольфрама и молибдена.

Тихоокеанский складчатый пояс

Рассматривая вопросы металлогении западной части Тихоокеанского пояса, приходящейся на территории СССР, надо учитывать прежде всего ее сложную геологическую структуру, резко отличающуюся от линейных структур восточной части пояса. Это связано в первую очередь с достаточно большой его шириной (от восточных границ Сибирской платформы до молодых образований Камчатки) в северной части и значительно меньшей — в южной. Складчатые структуры осложнены также наличием срединных массивов (Колымский, Охотский, Буреинский, Ханкайский), не вовлекавшихся в складчатые движения и являвшихся своего рода упорами. Разновременность завершения этапов складчатости в различных частях пояса при движении с запада на восток обусловила различную их металлогению. Поэтому целесообразно рассматривать размещение месторождений цветных металлов, присущих Тихоокеанскому поясу, раздельно для внешней его зоны (Верхояно-Чукотская и Сихотэ-Алинская складчатые области), для зоны, переходной от внешней к внутренней (пояс развития мезо-кайнозойских эффузивов, в том числе Охотский вулканоген и восточный склон Сихотэ-Алиня), и для внутренней зоны (Корякское нагорье, Камчатка, Сахалин и Курильские острова).

По геологическому строению Верхояно-Чукотская складчатая область может быть разделена в свою очередь на две части: западную, примыкающую к Сибирской платформе и отделяющуюся от нее Предверхоянским прогибом на севере и Сетте-Дабанским на юге, и восточную. К западной части относится Верхоянский антиклинорий, представленный породами перми, а также нижнего и частично среднего триаса, залегающими в виде дугообразно изогнутых крупных линейных складок, которые, по-видимому, будучи образованы на границе между нижним и средним триасом, в последующем были консолидированы и в дальнейшей складчатости не участвовали. Об этом свидетельствует не только характер складчатости, но и почти полное отсутствие позднеюрских и более молодых интрузий. Восточная часть, сложенная породами среднего и верхнего триаса, а также юры, претерпела значительную складчатость в позднеюрское время, которая сопровождалась крупными гранитоидными интрузиями. В более позднее время по омоложенным разломам в период меловых этапов складчатости в восточной части области происходило внедрение мелких, частично субвулканических интрузий, с которыми связаны основные эндогенные месторождения.

Южная часть пояса — Сихотэ-Алинская складчатая область — вступила в геологическое развитие несколько позже, с раннего триаса. Завершилось ее развитие в позднем мезозое — сеноне, причем несколько ранее для той части, которая находится западнее Амура, и позже для самого Сихотэ-Алиня. В области проявилось несколько этапов складчатости: в поздней юре, на границе юры и мела, в раннем мелу, в позднем мелу и в палеогене. При этом все этапы складчатости сопровождались той или иной интрузивной деятельностью. Наиболее интенсивными явились позднемеловые и палеогеновые проявления, представленные близповерхностными, иногда явно субвулканическими интрузиями, с которыми связывается основное оруденение.

Охотский и Сихотэ-Алинский вулканогенные пояса характеризуются тем, что они сложены покровами различных эффузивов как основной, так и кислой магмы, излившихся на поверхность в верхнемеловое и палеогеновое время по крупным зонам разломов, идущих по границам консолидирующихся в это время указанных выше складчатых областей с продолжающими геосинклинальное развитие областями внутренней зоны пояса.

Эндогенные месторождения цветных металлов в Тихоокеанском складчатом поясе представлены следующими морфологическими типами: для олова — жильным и штокверковым типами; для вольфрама — жильным и скарновым; для ртути — трещинным; для сурьмы — жильным; для свинца и цинка — скарновым и жильным. Кроме того, прогнозируется нахождение новых, пока не известных медно-порфировых, молибденовых штокверковых и свинцово-цинковых месторождений кайнозойского возраста. Большое количество учтенных и прогнозных запасов цветных металлов относится к Верхояно-Чукотской складчатой области. В Сихотэ-Алинской области прогнозируются только месторождения олова и вольфрама, в меньшей мере скарновые свинцово-цинковые.

В Верхояно-Чукотской складчатой области все известные и прогнозируемые месторождения олова и вольфрама концентрируются в двух рудных зонах — Янской и Чукотской. Предполагается, что внутри этих зон контуры возможного нахождения вольфрамовых месторождений несколько смещены по отношению к контурам оловянных месторождений в сторону Колымского срединного массива и Верхоянского антиклинория в первой зоне и к северу во второй. В центральной части Янской зоны вольфрамовые месторождения отсутствуют. На площадях, где контуры возможного нахождения оловянных и вольфрамовых месторождений совпадают, предполагается наличие не только собственно оловянных и вольфрамовых месторождений, но и оловянно-вольфрамовых. Характерно, что в Янской зоне преобладают оловянные месторождения жильные и типа минерализованных зон, а в Чукотской — наибольшее значение имеют штокверковые месторождения олова. Локализация различных типов месторождений в этих двух зонах может быть связана с различной компетентностью пород во время внедрения рудоносных интрузий: из-за наличия линейных складок в первом случае и более жесткого субстрата — во втором.

В Сихотэ-Алинской складчатой области тоже выделяются две оловянно-вольфрамоворудные зоны. Одна прослеживается вдоль хребта Сихотэ-Алиня от широты г. Уссурийска до верховьев р. Тумнин, а вторая расположена западнее и включает северную часть Малого Хингана, Комсомольский, Баджальский и Ям-Алинский районы. Вольфрамовое оруденение прослеживается в тех же контурах, что и оловянное, но с некоторым смещением на запад. В первой зоне предполагаются преимущественно скарновые месторождения вольфрама, во второй — жильные, в том числе комплексные оловянно-вольфрамовые.

Третьим оловорудным районом является Корякско-Камчатский, расположенный во внутренней зоне пояса. На всем его протяжении (от Камчатского перешейка на юге до залива Креста на севере) известны оловянные проявления кайнозойского возраста, ряд из которых, очевидно, будет иметь промышленное значение. Это наиболее молодые оловорудные месторождения пояса, встречающиеся только лишь в восточной половине Сихотэ-Алинской зоны, где достаточно достоверно установлен их палеогеновый возраст. Предположение, что во внутренней зоне пояса могут быть встречены только месторождения деревянистого олова, как видно, лишено оснований. Все известные рудопроявления Корякско-Камчатского района относятся к касситерит-силикатному типу. Пока прогнозные запасы олова на Камчатке и в Корякском нагорье оцениваются как незначительные, что, по всей вероятности, объясняется слабой изученностью района. Вольфрамовые месторождения в этом районе отсутствуют и не прогнозируются, так как, очевидно, температурные условия формирования рудных месторождений были более низкими, чем это необходимо для месторождений этого металла.

Отдельные находки рудного олова в южной половине Чукотки

на полях развития эффузивов Охотского вулканогена позволяют высказать предположение о возможности выявления месторождений в его пределах, на площади где эффузивы прорываются палеогеновыми близповерхностными интрузивами.

До открытия Сарылахского сурьмяно-кварцевого месторождения перспективы Тихоокеанского пояса на сурьму никем не оценивались. В настоящее время в Верхояно-Чукотской складчатой области известна Яно-Индигирская (Адыча-Тарынская, Эльбано-Адычанская) зона сурьмяного оруденения протяженностью порядка 700 км, простирающаяся от района Усть-Неры на юго-востоке до слияния рек Яны и Адычи на северо-западе. В пределах этой зоны в настоящее время открыт ряд новых сурьмяных месторождений. Особенно четко зона прослеживается в полосе глубинных разломов, окаймляющих с юга Колымский срединный массив, с которыми связано сурьмяное оруденение, имеющее верхнемезозойский возраст. Имеющиеся в данное время геологические материалы не позволяют прогнозировать новые районы сурьмяного оруденения в Верхояно-Чукотской складчатой области. Однако, учитывая приуроченность сурьмяных месторождений к зонам глубинных разломов у окраин жестких срединных массивов, достаточно консолидированных ко времени обновления движения по глубинным разломам, можно предположить возможность нахождения сурьмяных месторождений по восточной границе Колымского массива, по северному обрамлению Омолонского массива и вдоль зон широтных разломов в северной половине Чукотского полуострова.

Прогнозные запасы молибдена в Тихоокеанском поясе связываются в равной степени с двумя типами месторождений — штокверковыми собственно молибденовыми и меднопорфировыми.

Штокверковых кайнозойских месторождений молибдена можно ожидать в тех частях Тихоокеанского пояса, где сохранились тектонические блоки докембрийских пород, не переработанные более молодой складчатостью. Подобные блоки, будучи окружены со всех сторон породами мезо-кайнозоя, испытавшими складчатость, реагировали на нее появлением разнонаправленной трещиноватости, что облегчило проникновение в наиболее трещиноватые части гидротермальных растворов. При этом, по-видимому, блоки не должны были иметь слишком большие размеры (массу), так как это препятствовало бы развитию достаточно частой трещиноватости. Поэтому в Верхояно-Чукотской складчатой области перспективными на нахождение молибденовых месторождений штокверкового типа являются Охотский, Омолонский и Тайгоносский массивы, где на древних (в основном докембрийских) породах развиты платформенные отложения палеозоя или мезозоя и северо-восточная оконечность полуострова Чукотки, находящаяся в той же геологической позиции. Перспективной является, по-видимому, часть восточного окончания Алданского щита, приходящаяся на бассейн р. Маи.

Меднопорфировые месторождения в пределах пояса встречаются в различной геологической обстановке. По аналогии с другими частями Тихоокеанского складчатого пояса, наиболее крупные молибденово-медные месторождения (меднопорфировые) должны располагаться в первую очередь в зоне, переходной от внешней к внутренней частям пояса, в связи с мелкими субвулканическими интрузиями монцонитового и гранодиоритового состава, имеющими палеогеновый возраст. Такими районами в пределах советской части Тихоокеанского пояса являются Охотский вулканоген и его южное продолжение на восточных склонах Сихотэ-Алиня. Выявление меднопорфировых месторождений в последние годы среди эффузивных толщ Охотского вулканогена в бассейне р. Анюй в северной части Магаданской области и рудопроявлений в Тернейском районе Приморья является подтверждением этой точки зрения.

Несколько менее крупные месторождения меднопорфировых руд могут быть выявлены также у границы внешней зоны пояса с платформами или крупными массивами вблизи от платформ опять-таки в связи с молодыми палеогеновыми интрузиями. Анализ геологической обстановки северной части пояса, где он отделен от Сибирской платформы Предверхоянским прогибом, заставляет отказаться от этого района, как перспективного на нахождение меднопорфировых месторождений, так как при большой ширине внешней зоны пояса молодые интрузии так залеко на запад не проникали. Более благоприятные условия могли быть на западном склоне Сихотэ-Алиня и у восточного окончания Буреинского массива, где развиты эффузивные образования, аналогичные развитым по восточному склону Сихотэ-Алиня. По-видимому, здесь можно ожидать выявления меднопорфировых месторождений среднего масштаба.

Во внутренней зоне Тихоокеанского пояса можно ожидать выявления меднопорфировых месторождений, но не с молибденом, а с золотом и серебром в районах развития молодых субвулканических интрузий и вулканических структур в Центральной Камчатке и в Корякском нагорье. Однако месторождения в этой зоне, по-видимому, будут достаточно небольшими, что не позволяет отнести этот район к числу первоочередных для проведения работ по выявлению месторождений меднопорфирового типа.

Месторождения ртути Верхояно-Чукотской складчатой области тяготеют к зонам глубинных разломов и локализуются вне связи с интрузивными породами. Выделяют два основных рудоносных района: Палаваямский и Западно-Верхоянский. В первом ртутное оруденение связано с Палаваямской зоной разлома, идущей в субширотном направлении от Певека (Чаунская губа) до залива Креста. В пределах района известно Западно-Палянское месторождение. Во втором районе оруденение связано с серией параллельных субмеридиональных глубинных разломов, прослеживающихся более чем на 300 км. Известные месторождения ртути в этом районе относятся к трещинному типу, но в ряде случаев, при над-

виговых структурах с экранирующими породами глинистого состава и при наличии карбонатных пород или песчаников, могут образоваться согласные залежи, что значительно увеличивает ценность месторождений.

Во внутренней зоне пояса ртутное оруденение развито на Камчатке. Месторождения ртути связаны там с современной вулканической деятельностью и приурочены к зонам субмеридиональных

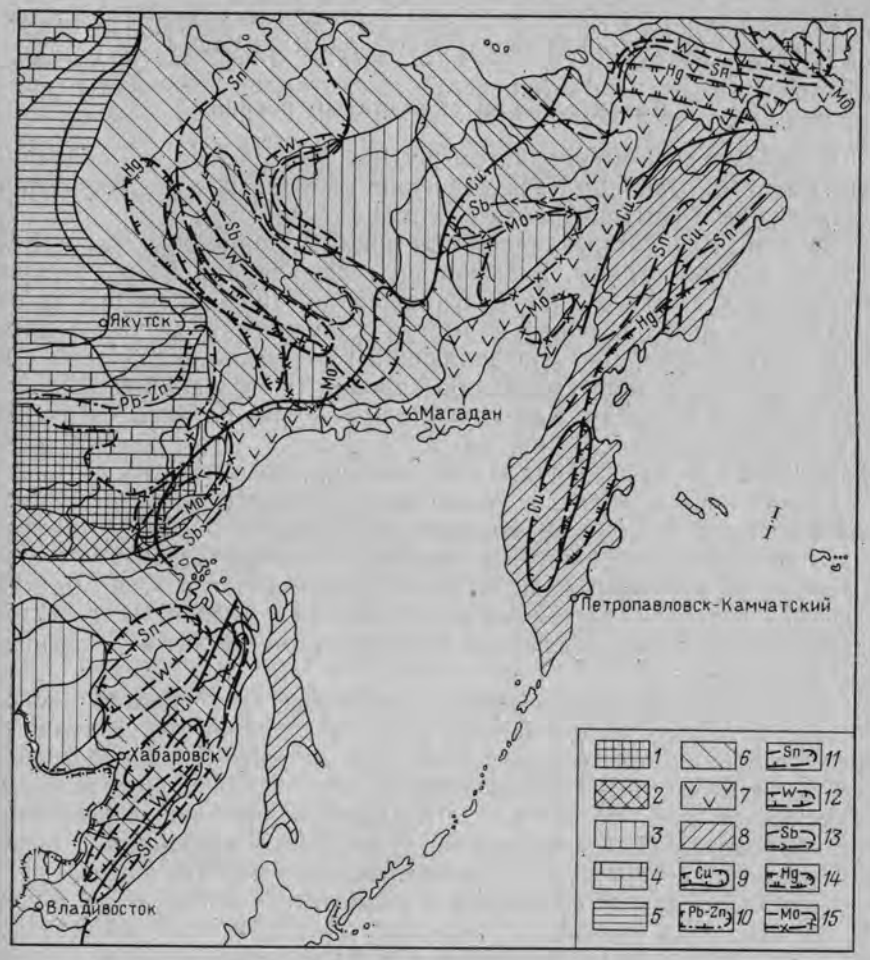


Рис. 4. Площади, перспективные на выявление месторождений цветных металлов в Тихоокеанском складчатом регионе:

1 — Алданский щит (докарельские образования); *2* — карельские образования; *3* — срединные массивы в зоне мезозойской складчатости; *4* — карбонатные платформенные отложения нижнего кембрия; *5* — платформенные отложения мезозойского возраста; *6* — внешняя зона Тихоокеанского складчатого пояса; *7* — Охотско-Чукотский вулканогенный пояс; *8* — внутренняя зона Тихоокеанского складчатого пояса; *9—15* — площади возможного нахождения промышленных месторождений: *9* — меднопорфировых, *10* — эпиплатформенных полиметаллических, *11* — оловорудных, *12* — вольфрамовых, *13* — сурьмяных, *14* — ртутных, *15* — молибденовых штокверковых

разломов. Все месторождения представлены сериями небольших тел трещинного типа и не обладают значительными размерами. Оснований предполагать, что в этой зоне будут встречены более или менее крупные месторождения, пока нет. Перспективы южной части внутренней зоны пояса (в пределах Сихотэ-Алинской области) на нахождение ртутных месторождений оцениваются отрицательно.

Предполагаемые контуры площадей, перспективных на нахождение тех или иных месторождений цветных металлов в пределах советской части Тихоокеанского пояса, даны на рис. 4.

Казахстанский складчатый регион

В Казахстанском складчатом регионе выделяются три складчатые области: Западно-Казахстанская каледонская и Джунгаро-Балхашская и Иртыш-Зайсанская герцинские.

Западно-Казахстанская область занимает западную часть Казахской горной страны, включая на северо-западе Кокчетавскую докембрийскую глыбу, и протягивается до Чингизского и Тарбагатайского хребтов, образуя выступ каледонских структур юго-восточного простирания, разделяющий герцинские складчатые области. На юго-западе каледониды продолжаются южнее оз. Балхаш в хребет Каратау. Каледонские структуры, развитые в пределах Северного Тянь-Шаня, также относятся к Казахстанскому складчатому региону. Начало геосинклинального режима в Западно-Казахстанской области относится к позднему протерозою, основная складчатость — к позднему ордовику — раннему силуру, а консолидация — к позднему силуру — раннему девону. Из промышленных месторождений полезных ископаемых в этой области известны только колчеданные месторождения меди в Чингиз-Тарбагатайском районе, связанные с эффузивами слилит-кератофировой формации.

Джунгаро-Балхашская герцинская складчатая область расположена к северу, северо-западу и юго-востоку от оз. Балхаш, с трех сторон (кроме юго-востока) она окаймлена каледонскими структурами и представляет каледонский прогиб, выполненный осадками от среднего девона до перми включительно. Складчатость, сопровождаемая интрузиями, проявлялась в среднем и позднем карбоне; в первый ее этап внедрялись умеренно кислые гранитоидные интрузии, во второй — калиевые граниты, в основном по разломам на границе герцинских и каледонских складчатых структур. В процессе консолидации в конце перми — раннем мезозое, по периферии области в связи с указанными выше глубинными разломами проявлялась интенсивная наземная вулканическая деятельность, приведшая к развитию не только туфо-эффузивных образований, но и субвулканических интрузий. С последними связывается формирование вторичных кварцитов и молибденово-медных месторождений штокверкового типа вблизи вулканических аппаратов. С позднекарбоновыми малыми интрузиями связывается

образование субгеосинклинальных и скарновых полиметаллических месторождений, с раннекарбоновыми и позднекарбоновыми интрузиями — штокверковые и жильные месторождения вольфрама и молибдена.

Иной структурный план имеет Иртыш-Зайсанская складчатая область, для которой характерны линейные структуры юго-восточного простирания, параллельные на юго-западе каледонидам Чингиз-Тарбагатая, а на северо-востоке каледонидам Алтае-Саянской области. Начало геосинклинального режима в этой области началось несколько ранее, чем в Джунгаро-Балхашской, в еще не полностью консолидировавшемся каледонском прогибе, и поэтому она претерпела большую амплитуду погружения. Как и в Джунгаро-Балхашской области, на ранних этапах развития здесь проявлялась вулканическая деятельность и происходило образование пород спилит-кератофировой формации, с которой связаны основные колчеданные месторождения области. Складчатость раннего карбона сопровождалась умеренно кислыми гранитоидными интрузиями крупных размеров, тектонические движения позднего карбона создали Калбинский пояс гранитных интрузий в осевой части области. Период консолидации не сопровождался обширной эффузивной деятельностью, но вызвал образование мелких интрузий среднего и кислого, а также щелочного состава. Гидротермальные проявления молибдена, вольфрама и олова в этой области связываются как с раннекарбоновыми, так и позднекарбоновыми интрузиями.

В период геосинклинального развития герцинских складчатых областей на каледонидах Западно-Казахстанской области формировались субгеосинклинальные структуры, приуроченные к небольшим погружениям фундамента. Эти структуры развиты в западной (Джезказганской и Тенизская), а также южной (Каратауская) и центральной (Карагандинская) частях области. Осадочные отложения в этих структурах в западной части представлены терригенными фациями, восточнее — карбонатными. Интрузивная деятельность в герцинское время там по существу отсутствовала, проявляясь только по глубинным разломам на их границе с каледонидами. С субгеосинклинальными структурами связаны крупные месторождения осадочной меди типа Джезказганского месторождения медистых песчаников и субгеосинклинальные месторождения полиметаллов в карбонатных породах типа Жайремского или Миргалимсайского.

Эндогенные месторождения цветных металлов представлены в Казахстанском складчатом регионе следующими геолого-промышленными типами:

— меднопорфировыми, колчеданными, жильными и скарновыми месторождениями меди;

— колчеданными, субгеосинклинальными и скарновыми полиметаллическими месторождениями;

— штокверковыми и жильными месторождениями вольфрама и молибдена.

Предполагается также возможность обнаружения месторождений ртути трещинного типа, связанных с глубинными разломами, и олова, связанного с герцинским тектоно-магматическим циклом.

Значительное количество запасов свинца, цинка и меди связывается с осадочными месторождениями меди и с месторождениями полиметаллов в наложенных субгеосинклинальных структурах — Джезказганской, Тенизской, Каратауской и Карагандинской. Крупные запасы свинца и цинка заключены в колчеданных месторождениях Иртыш-Зайсанской области, причем если количество прогнозных запасов этой области равно уже разведанным, то в месторождениях субгеосинклинальных структур количество прогнозных запасов в 2 раза больше разведанных, что свидетельствует о более высокой перспективности месторождений последнего типа.

Все запасы молибдена и вольфрама в Казахстанском регионе приходятся на Джунгаро-Балхашскую область, а все прогнозируемые запасы ртути на Западно-Казахстанскую.

Исключительно большой интерес в Казахстанском складчатом регионе представляют месторождения свинца и цинка. Как указывалось выше, основная роль здесь принадлежит двум типам полиметаллических месторождений — колчеданному и субгеосинклинальному. Колчеданные полиметаллические месторождения известны достаточно давно и за время их изучения выявлено много крупных месторождений, большинство из которых уже освоены промышленностью. Их перспективы оцениваются достаточно высоко до сих пор, особенно в той части Рудного Алтая, которая относится к Алтайскому краю РСФСР, хотя надо подчеркнуть, что выявление новых месторождений в этой области представляет исключительную сложность.

Более перспективными являются полиметаллические месторождения субгеосинклинального типа. Открытие в последние годы крупного Жайремского месторождения показало, что месторождения этого типа могут быть развиты не только в субгеосинклинальных структурах типа Каратау, но и в других, аналогичных структурах, имеющих преимущественно карбонатный состав девон-пермских и карбон-пермских отложений, даже, может быть при более интенсивной складчатости. По-видимому, возможность выявления новых месторождений не ограничивается Джезказганской, Тенизской и Каратауской структурами, они могут быть выявлены и в еще не изученных, но сложенных карбонатными породами Карагандинской структуре и аналогичных районах развития пологозалегающих отложений верхнего девона — карбона, находящихся в северных отрогах Чу-Илийских гор на запад и северо-запад от оз. Балхаш.

Помимо субгеосинклинальных месторождений в указанных структурах в юго-западных частях Джунгаро-Балхашской области находится довольно большое число полиметаллических месторождений колчеданного типа, связанных с песчано-сланцевыми толщами и также с зонами дробления среди эффузивов. В северо-западной части области находятся скарновые полиметаллические

месторождения. Несмотря на довольно различную геологическую обстановку этих месторождений, все они имеют один и тот же возраст. Возраст скарновых полиметаллических месторождений, непосредственно связанных с нижнекарбоновыми интрузиями, установлен достаточно точно, следовательно, его же можно считать как время образования субгеосинклинальных полиметаллических месторождений. Колчеданные месторождения, по-видимому, образовались на первых этапах формирования Джунгаро-Балхашской геосинклинали.

Потенциальные возможности Казахстанского региона по меди также оцениваются достаточно высоко. Первое место по прогнозным запасам меди в регионе занимают меднопорфировые месторождения верхнепалеозойского возраста. Месторождения этого типа связываются с последней фазой интрузивной деятельности, проявившейся в виде мелких субвулканических интрузий вдоль зон глубинных разломов, окаймляющих Джунгаро-Балхашскую область, а также и внутри ее на площадях, где в это же время шло образование эффузивных покровов. Оруденение обычно сопровождается интенсивной гидротермальной переработкой вмещающих пород вплоть до образования вторичных кварцитов и приурочивается к эндо- или экзоконтактам апикальных частей указанных интрузий. Следующими по перспективности следует считать осадочные месторождения типа Джезказганского. Месторождения этого типа могут быть выявлены в аналогичной геологической обстановке в других частях Джезказганской впадины, а также в Тенизской впадине.

Запасы меди в Иртыш-Зайсанской области связываются с колчеданными полиметаллическими месторождениями, а в Западно-Казахстанской каледонской области с колчеданными медными месторождениями Тарбагатайского хребта. В пределах региона имеются одно жильное — Чатыркульское и одно скарновое — Саякское месторождение меди.

Месторождения вольфрама в Казахстанском складчатом регионе связаны с позднекарбоновыми интрузиями. В Джунгаро-Балхашской области они обычно приурочены к тем площадям в ее центральной части, где развиты кембро-силурийские породы, выступающие как жесткие глыбы-останцы каледонского фундамента прогиба. По-видимому, эти породы были более жесткими, чем участвовавшие в складкообразовании породы верхнего палеозоя, что обусловило их трещиноватость при внедрении интрузии и создание благоприятных условий для формирования жильных и штокверковых вольфрамовых месторождений. Примерно такая же обстановка существовала и при образовании штокверковых месторождений молибдена.

Месторождений ртути на территории Казахстанского региона неизвестно, однако по аналогии с Алтае-Саянской областью предполагается возможность их формирования вдоль зон глубинных разломов, окаймляющих герцинские субгеосинклинали.

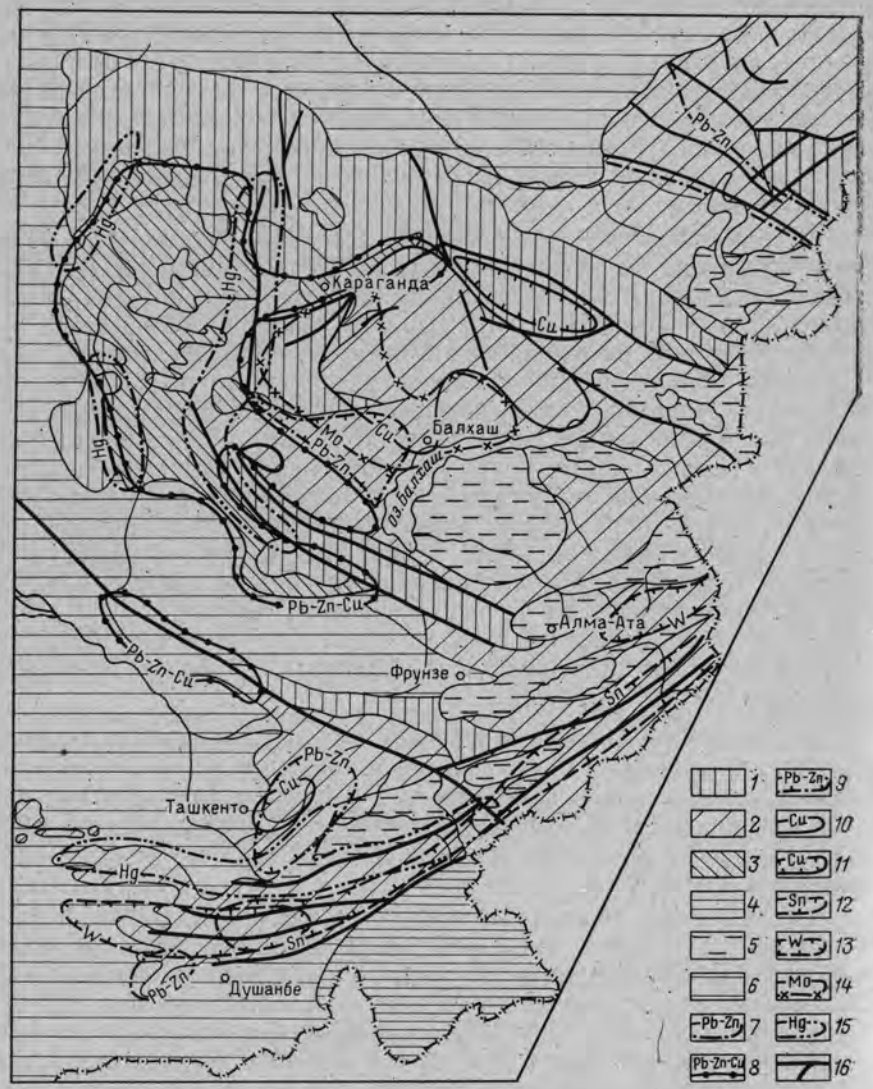


Рис. 5. Площади, перспективные на выявление месторождений цветных металлов в Казахстано-Среднеазиатском складчатом регионе.

1 — область каледонской складчатости; *2* — область герцинской складчатости; *3* — верхнепалеозойские субгеосинклинальные впадины; *4* — область кайнозойской складчатости; *5* — неотектонические впадины; *6* — платформенные отложения кайнозойского возраста; *7—15* — площади возможного нахождения промышленных месторождений: *7* — полиметаллических колчеданных, *8* — медных осадочных и полиметаллических субгеосинклинальных, *9* — полиметаллических скарновых, *10* — меднопорфировых, *11* — медноколчеданных, *12* — оловорудных, *13* — вольфрамовых скарновых, *14* — молибденовых штокверковых, *15* — ртутных и ртутно-сурьмяных; *16* — зоны глубинных разломов

Примерные контуры перспективных площадей в рассматриваемом регионе по отдельным металлам представлены на рис. 5.

Тяньшаньский складчатый регион

Структурный план Тяньшаньского складчатого региона резко отличается от плана Казахстанского региона, поскольку здесь герцинские складчатые структуры имеют четко выраженное широтное простирание. Последнее обусловлено двумя причинами. Во-первых, тем, что Северный Тянь-Шань, представляющий собой каледонскую структуру, имел общее широтное направление, параллельно которому и формировались расположенные южнее герцинские структуры, а во-вторых, тем, что здесь сказалось влияние Средиземноморской альпийской складчатости, в процессе которой возникли структуры Памира. В тяньшаньских герцинидах эта складчатость выразилась образованием крупных глубинных зон разломов, по которым происходило значительное перемещение отдельных блоков каледонских и герцинских консолидированных областей, приведшее к возникновению высоких хребтов и глубоких впадин, таких, как Ферганская, Иссык-Кульская и Южно-Таджикская.

Обычно среди герцинид Тянь-Шаня выделяют две самостоятельные складчатые области — Средне-Тяньшаньскую и Южно-Таньшаньскую. Формирование последней началось до окончательной консолидации каледонских структур, т. е. с позднего ордовика, в то время как Средний Тянь-Шань начал свое геосинклинальное развитие только со среднего девона. Поскольку к этому времени каледонские структуры консолидировались, то Средний Тянь-Шань несет некоторые черты субгеосинклинального развития.

Герцинская складчатость протекала в Тяньшаньской области в два этапа: ранне- и позднекарбоновый: первый сопровождался гранитоидными интрузиями повышенной основности, второй — интрузиями умеренно кислого состава. Карбоновые интрузии сформировали два крупных интрузивных пояса, один широтного направления в южной части Южного Тянь-Шаня, в пределах Зеравшанского хребта, а второй северо-восточного направления, идущий от Ленинабада к северо-востоку в пределах Чаткальского и Кураминского хребтов. Консолидация складчатых областей происходила в пермское время и сопровождалась образованием разломов с внедрением мелких гранитоидных и сиенитовых интрузий.

Основное значение в Тяньшаньском регионе имеют месторождения сурьмы и ртути, образующие ртутно-сурьмяный пояс, который протягивается вдоль крупной зоны глубинных разломов по южному борту Ферганской долины согласно направлению складчатости средне- и верхнепалеозойских отложений, не будучи связан непосредственно с интрузиями. Месторождения ртути представлены как трещинным типом, связанным с лиственитами (Чанкой), так и с поднадвиговыми коллекторами (Хайдаркан). Месторождения сурьмы в этом районе представлены согласными залежа-

ми в кварц-карбонатных брекчиях (Джижикрут, Кадамджай), а также встречаются вместе с ртутью на отдельных участках ртутных месторождений (Хайдаркан). Два сурьмяных месторождения Терексай и Касансай находятся на противоположном борту Ферганской впадины в Средне-Тяньшаньской складчатой области.

По-видимому, формирование этих месторождений связано с проникновением гидротермальных растворов из подкоровых глубин по глубинным разломам при образовании Ферганской впадины. Движение крупных масс палеозойских консолидированных пород, создавших высокие горные сооружения рядом с глубокой впадиной, по зонам глубинных разломов при отсутствии боковых давлений создавало хорошие условия для проникновения указанных растворов. Характерно, что две параллельные зоны разломов, расположенные южнее, не несут следов ртутного и сурьмяного оруденения. Очевидно, это объясняется иными тектоническими условиями, при которых не происходило достаточного раскрытия зон глубинных разломов. На востоке ртутно-сурьмяный пояс обрывается диагональной зоной разломов в районе Ферганского хребта, на западе он, очевидно, погружается под Кызылкумы.

Изложенные данные позволяют высказать предположение о связи ртутного оруденения этого региона с образованием кайнозойской Ферганской впадины, т. е. считать эти месторождения одновозрастными с крупнейшими месторождениями мира (Монте-Амиата, Идрия).

Работы последних лет показали, что перспективы Хайдарканского и Чанкойского ртутных месторождений до сих пор еще полностью не раскрыты. Можно предположить, что в ближайшем будущем весь рудный район, включающий указанные месторождения, может по запасам встать в один ряд с крупнейшими месторождениями мира.

Размеры недавно установленной Среднеазиатской оловорудной провинции представляются довольно значительными. Она начинается на востоке в отрогах хребта Терскей-Алатау, протягиваясь на запад через Иныльчекский и Учкошконский районы в Алайский хребет и через участки Кумарх и Тагобикуль в Зеравшанский хребет, заканчивается в районе Майхуринского месторождения, западнее которого находится крупный пояс батолитов среднего и верхнего карбона. По-видимому, здесь, где пермские гранитоиды прорывают не осадочно-метаморфические образования, а более древние интрузии, благоприятные условия для формирования промышленных месторождений олова уже отсутствовали.

К южной части Южно-Тяньшаньской области приурочены и скарновые месторождения вольфрама. Эмпирически для этой полосы устанавливается следующая закономерность: основная масса промышленных шеелитовых месторождений сосредоточена в западной части полосы, в средней ее части (район Майхуры) встречаются оловянно-вольфрамовые месторождения скарнового типа, а восточнее с появлением промышленных месторождений олова вольфрам отмечается в основном лишь как попутный компонент,

а его скарновые проявления не имеют промышленного значения. В целом потенциальные возможности рассматриваемой оловянно-вольфрамовой полосы достаточно высоки и к ней должно быть привлечено особое внимание из-за сравнительной легкодоступности этого района для освоения, несмотря на то, что месторождения, как правило, расположены на высотах 2500—3500 м. Произведенные расчеты показывают на достаточно высокую степень рентабельности предприятий, которые будут созданы на их базе.

Месторождения свинца и цинка Тяньшаньского региона сосредоточены в двух районах. Один из них — Кураминский хребет, где развиты скарновые месторождения (Курганшиканское, Алтын-Топкан) в девонских и нижнекарбоновых известняках на их контакте с пермскими малыми интрузиями и дайками сиенит-диоритов и гранитоидов. Второй район — юго-западные отроги Гиссарского хребта, где имеются Уч-Кулачское и Хандизинское полиметаллические рудные поля, представленные месторождениями субгеосинклинального и колчеданного типов. Рудные залежи колчеданного типа находятся среди вулканогенно-осадочной толщи карбонового возраста, а субгеосинклинальные — в породах терригенно-карбонатной фации.

Потенциальные возможности обоих типов полиметаллических месторождений по запасам примерно равны. В первом районе возможно увеличение запасов за счет открытия новых рудных залежей на глубине в синклинали между Алтын-Топканом и его северным участком, а также в Чаткальских горах на северо-запад от Курганшикана, во втором районе возможно расширение площадей рудных полей по их простиранию.

Все месторождения меди в регионе сосредоточены в Алмалыкском районе Среднего Тянь-Шаня на западном склоне Кураминского хребта. В общесоюзном балансе запасов меди их удельный вес невелик, но Алмалыкский район они могут обеспечить на большой срок.

Кавказский складчатый регион

Основу Кавказского региона составляют две крупные геоантиклинальные структуры Большого и Малого Кавказа, разделенные Закавказским межгорным прогибом. Ядра указанных антиклиниориев сложены метаморфическими докембрийскими и палеозойскими породами, входящими в районе Передового хребта Большого Кавказа в зону герцинской складчатости, протягивающуюся от р. Белой на западе до р. Баксан на востоке. Представлена эта зона породами среднего и верхнего палеозоя, а местами и нижнего триаса. В основном складчатость имеет предсреднекарбоновый возраст и сопровождалась гранитными интрузиями батолитового типа. С герцинской зоной Кавказа связывается медноколчеданное оруденение, приуроченное к спилит-кератофировой формации девон-раннекарбонового возраста.

Период геосинклинального развития мезо-кайнозойских областей Большого и Малого Кавказа начался в раннем лейасе на севере и несколько позднее на юге. Так, в районе Большого Кавказа наиболее интенсивные погружения происходили в ранней и средней юре с отложением мощных толщ флишоидных осадков, а на Малом Кавказе в это время отлагалась толща пород спилит-кератофировой формации. Геосинклинальный режим в течение второй половины мезозоя (средняя юра — мел) не менее 4 раз прерывался периодами складчатости, сопровождавшимися внедрением различных гранитоидных интрузий. С первым периодом складчатости связывается формирование молибден-вольфрамового скарнового Тырныаузского месторождения (средняя юра), со вторым (поздняя юра) — полиметаллическое оруденение Садоно-Згидского района. К юрскому периоду относится также формирование колчеданных медных и полиметаллических месторождений в флишоидных толщах Большого Кавказа и рудопроявления так называемого медно-пирротинового типа. На Малом Кавказе аналогами этих месторождений, но, может быть, несколько более молодыми (верхняя юра — мел) являются медноколчеданные и полиметаллические месторождения.

На границе эоцена и олигоцена происходила складчатость в условиях прекращения геосинклинального режима и отмечалась консолидация области с проявлением крупных разломов и надвигов, сопровождавшихся внедрением дифференцированных гранитоидных и щелочных интрузий, с которыми связывается медное (обычно жильного, но иногда и штокверкового типа) и полиметаллическое оруденение северных районов Малого Кавказа.

На границе олигоцена и миоцена проявилась тектоно-магматическая фаза, с которой связана крупная батолитоподобная (Ордубадская) интрузия юга Малого Кавказа и ряд мелких интрузий гранитов и дацитов в центральной части Большого Кавказа. В эту фазу были сформированы штокверковые медно-молибденовые, причем иногда существенно молибденовые месторождения юга Кавказа типа Каджаранского месторождения.

В неогеновое время проявилась последняя тектоно-магматическая фаза, с которой связывается возникновение ртутных месторождений трещинного типа и жильных сурьмяных месторождений, приуроченных к зонам разлома, заложенным в юрское время, но обновленным в неогене.

К числу перспективных в Кавказском регионе следует отнести следующие группы месторождений:

— колчеданные месторождения меди палеозойского возраста;

— колчеданные полиметаллические и медные месторождения мезозойского возраста;

— вольфрам-молибденовые скарновые месторождения юрского возраста;

— молибден-медные штокверковые месторождения неогенового возраста;

— трещинные месторождения ртути и жильные месторождения сурьмы неогенового возраста.

Кроме того, на Кавказе находится ряд месторождений меди и полиметаллов скарнового и жильного типов, которые имеют местное значение.

Основное количество запасов вольфрама связывается с Тырныаузским, а молибдена — с Каджаранским месторождениями. Перспективы на выявление новых месторождений вольфрама ограничены, особенно для месторождений скарнового типа юрского возраста.

Более перспективной представляется возможность выявления медно-молибденовых месторождений типа Каджаранского на юге Малого Кавказа в пределах Ордубауского плутона. Открытие там в последние годы Гехинского рудного поля, где в гидротермальноизмененных гранитах встречены штокверковые зоны с повышенным содержанием молибдена, позволяет говорить о возможном увеличении запасов последнего. Возможно выявление и более мелких меднопорфировых месторождений в Армении и прилегающих к ней районах Азербайджана.

Колчеданные месторождения палеозойского возраста могут быть открыты в Передовом хребте Большого Кавказа, а мезозойского — на его северных склонах. Перспективность выявления мезозойских месторождений более велика, чем палеозойских, так как площади развития палеозойских образований очень малы. Колчеданные мезозойские месторождения меди генетически и геологически приурочены к тем же толщам юры, что и полиметаллические того же типа. После открытия Филизчайского месторождения существовавшие до этого взгляды на возможность выявления там месторождений такого типа были пересмотрены и сейчас считается, что перспективы нахождения новых колчеданных месторождений с медью, свинцом и цинком на северных склонах Большого Кавказа довольно значительны. Более того, в последнее время типично медноколчеданные руды выявлены в эффузивно-осадочных толщах юры — возрастных аналогах флишоидной толщи Большого Кавказа — на северном крыле Малого Кавказского антиклинория в Казахском районе Азербайджана и в Сванетии (Грузия).

Месторождения ртути и особенно сурьмы невелики и хотя они могут иметь промышленное значение, но их удельный вес в общем балансе запасов страны для этого вида сырья сравнительно мал (особенно сурьмы) и особого внимания они не заслуживают.

Алтае-Саянская складчатая область

Алтае-Саянская складчатая область, как бы окаймляющая с юга Сибирскую платформу, имеет в основном близкое к широтному простирание каледонских складчатых структур. На северо-востоке она граничит с байкалидами Восточного Саяна, имеющими северо-западное простирание, а на западе — с герцинскими

сооружениями Иртыш-Зайсанской складчатой области. На юго-востоке Алтае-Саянская область ограничивается крупным массивом архейских и протерозойских пород, представляющих собой, очевидно, срединный массив.

Собственно геосинклинальный период развития этой области был сравнительно непродолжительным. Начало геосинклинального погружения относится к верхнему протерозою (синию), а в начале и середине ордовика отмечается поднятие области и двукратное проявление складчатости, создавшей основной структурный план каледонских складок. В начале геосинклинального развития формировались образования спилит-кератофировой формации (кембрий — начало ордовика), сменившиеся терригенной и в меньшей мере карбонатной формациями. Складчатость сопровождалась глубинными разломами, по которым в центральной части области была выведена на поверхность широтная полоса из блоков докембрийских пород, как бы разделивших область на две части — северную и южную.

Первая фаза складчатости сопровождалась гипербазитовыми и габбро-перидотитовыми интрузиями, вторая — гранодиоритовыми и сиенитовыми интрузиями. В период от среднего ордовика до раннего девона включительно в прогибах не полностью консолидированной складчатой области образуются флишоидные и в меньшей мере терригенные и вулканогенные формации. Затем следует еще одна складчатость и внедрение крупных гранитных интрузий. Далее происходило завершение консолидации области, в результате которой на месте указанных прогибов сформировались девонские внутренние впадины, выполненные осадками среднего и верхнего девона и нижнего карбона. В это время образовались лагунно-континентальные и наземные вулканогенные формации, а также происходило внедрение субвулканических интрузий кислого и щелочного состава. Последующий герцинский тектоно-магматический период вызвал возобновление движений по зонам глубинных разломов с внедрением небольших интрузий гранитоидного состава.

Основными промышленно-ценными месторождениями Алтае-Саянской области (рис. 6) являются:

— свинцово-цинковые колчеданные месторождения в спилит-кератофировой формации, образовавшиеся в кембрийско-раннеордовикское время;

— молибденовые штокверковые месторождения в связи с интрузиями диорит-сиенитового состава, проявившимися в середине ордовика (?) во время основного периода складкообразования;

— меднопорфировые месторождения, связанные с внедрением герцинских (по некоторым данным каледонских) гранитоидов;

— вольфрамовые жильные месторождения в связи с герцинскими биотитовыми гранитами, прорывающими девонские образования;

— ртутные месторождения трещинного типа в карбонатных породах и песчаниках в зонах разломов или в поднадвиговых струк-

турах, формирование которых связано с постскладчатыми движениями по зонам разлома в раннемезозойское время.

Свинцово-цинковые колчеданные месторождения Алтае-Саянской области известны среди нижнекембрийских вулканогенных образований в районе г. Қызыл (Қызыл-Таштыгское месторождение) и в Салаире (Салаирская группа). Небольшое развитие нижнекембрийских образований в районе Салаира не дает оснований рассчитывать на нахождение там новых более или менее крупных месторождений. Достаточно широкое развитие этих образований в районе г. Қызыла, а также к западу от него вдоль обоих склонов Западного Саяна указывает на то, что дальнейшие поиски полиметаллических колчеданных месторождений могут дать там положительный эффект. Однако надо учесть, что период, благоприятный для образования колчеданных месторождений, был непродолжительным.

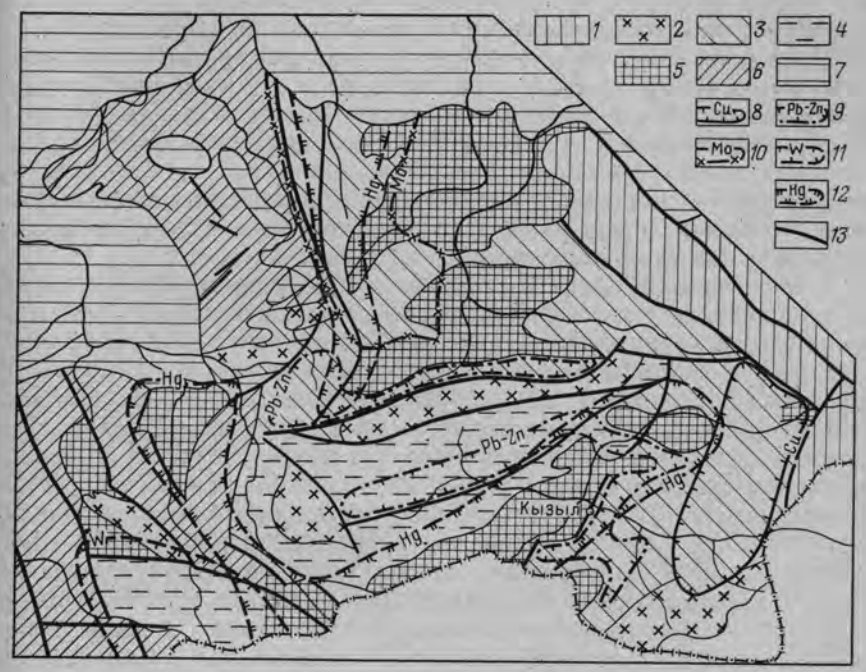


Рис. 6. Площади, перспективные на выявление месторождений цветных металлов в Алтае-Саянской складчатой области:

1 — байкальские складчатые сооружения Восточного Саяна; *2* — выступы докембрийских структур; *3* — районы ранней каледонской складчатости; *4* — районы поздней каледонской складчатости; *5* — средне- и верхнепалеозойские впадины; *6* — области герцинской складчатости; *7* — мезозойские платформенные отложения; *8—12* — площади возможного нахождения промышленных месторождений: *8* — меднопорфировых, *9* — полиметаллических колчеданных, *10* — молибденовых штокверковых, *11* — вольфрамовых, *12* — ртутных; *13* — зоны глубинных разломов

Более интересны молибденовые месторождения Алтае-Саянской области, представителем которых является пока только одно Сорское месторождение. Распространено мнение, что это месторождение, приуроченное к сиенит-диоритам центральной части сложного Уйбакского плутона, связано с проявлениями фельзит-порфиров и сиенит-порфиров и имеет каледонский возраст. Однако учитывая, что в пределах этого плутона зафиксированы не только каледонские, но и нижнекаменноугольные граниты, относящиеся уже к герцинскому циклу, и не исключена возможность нахождения там более молодых гранитов вплоть до пермских, с которыми связано молибденовое оруденение в Казахстанском складчатом регионе, можно предположить, что молибденовое оруденение Сорского месторождения имеет более молодой возраст. Это ориентирует на проведение поисков новых месторождений в районах развития наиболее молодых интрузивов, в первую очередь вдоль западного борта Минусинской котловины.

Единственное в области Колгутинское месторождение вольфрама связывается достаточно уверенно с герцинскими биотитовыми гранитами и развито как в них, так и в прорываемых ими девонских эффузивах. Незначительность геологических информаций не позволяет в настоящее время судить о возможной площади распространения подобных месторождений в области.

Месторождения ртути приурочены к зонам разломов по границе каледонских структур и герцинских прогибов. Выделяются семь зон, перспективных на ртуть: две по окраине Кузбасса, две по северному борту Тувинского прогиба и три по бортам Алтайско-Чуйского прогиба. К одной из последних (Курайской) приурочены основные месторождения области — Акташское и Чаган-Узунское. В последние годы в перечисленных районах были открыты новые небольшие месторождения ртути (Белоосиповское, Сарасинское и др.) трещинного типа. Можно ожидать также обнаружения месторождений среднего масштаба (типа Акташского), возникающих при наличии благоприятных пород для оруденения (карбонатные породы, песчаники) и экранирующих структур (обычно надвига). Очевидно, движения по зонам разломов при образовании герцинских впадин были сравнительно небольшими, что не давало возможности проникновения крупных масс ртутных эманаций из подкоровых глубин. Поэтому, оценивая в целом перспективы этого района как благоприятные, следует рассчитывать на выявление там в основном средних и мелких месторождений.

Меднопорфировые месторождения в области пока представлены тоже только одним месторождением Аксуг, находящимся к северо-востоку от г. Кызыла. Месторождение почти не изучено и расположено в труднодоступном районе. Возраст его определен условно как каледонский, хотя по аналогии с казахстанскими и монгольскими месторождениями такого типа можно предположить, что он является герцинским.

Приведенные данные указывают на слабую изученность металлогении Алтае-Саянской складчатой области, являющейся перспективной на большинство из перечисленных цветных металлов, в первую очередь на свинец, цинк, медь, молибден и в какой-то мере вольфрам.

Восточно-Забайкальская зона активизации

Восточно-Забайкальская зона мезозойской активизации рассматривается нами наравне со складчатыми регионами в связи с тем, что в ее пределах после полной консолидации допалеозойских и палеозойских складчатых структур произошло обновление тектонических движений по зонам глубинных разломов, сопровождавшееся интрузиями кислых и щелочных гранитоидов в позднетриасовое — среднеюрское время. Зона мезозойской активизации начинается у южной оконечности оз. Байкал и прослеживается далее в северо-восточном направлении. Географически она совпадает с Яблоновым хребтом, а затем с южными склонами Станового хребта вплоть до бассейна р. Маи, как бы окаймляя с юга вначале байкальские сооружения, а восточнее — Алданский щит.

На своем протяжении зона пересекает складчатые структуры разного возраста. Северная часть зоны окаймляет с юга Байкальский складчатый регион, затем переходит в протерозойские комплексы южного обрамления Алданского щита, южная ее часть располагается на территории развития палеозойских комплексов пород, относимых к Восточно-Забайкальской мезозойской складчатой области. По-видимому, отнесение этой области к мезозою нельзя считать удачным, так как формирование ее закончилось в карбоне — перми и только на отдельных участках в триасе, а в мезозойское время происходило образование наложенных структур, имеющих резко отличный структурный план и небольшую степень дислокации. Среднемезозойские интрузии, которые связываются с одним из этапов формирования мезозойской складчатой области, внедрялись в консолидированные палеозойские сооружения в процессе тектоно-магматической активизации.

Основные месторождения цветных металлов связываются с двумя интрузивными циклами: предсреднеюрским, сформировавшим небольшие тела гранитов и гранит-порфиров, и позднеюрским — предмеловым, сформировавшим в первую фазу гранитоидные интрузии, а в последующую — малые, преимущественно близповерхностные, щелочные интрузии. С предсреднеюрским интрузивным циклом связано образование месторождений молибдена, вольфрама и проявлений олова, с позднеюрским — предмеловым — большая часть месторождений полиметаллов и ртути.

Наибольшую ценность в Восточно-Забайкальской зоне активизации представляют месторождения молибдена и вольфрама, в том числе штокверковые молибденовые месторождения в северной ее части. В настоящее время в северной части зоны известны два молибденовых месторождения: Орекитканское на западе и Жирекенское в центре. Однако значительное количество имеющихся здесь молибденовых проявлений свидетельствует о перспективности

всей этой территории на выявление новых месторождений, тем более, что в последние годы проявления молибдена обнаружены в пределах Станового хребта. Надо отметить, что в этой же части зоны находятся и небольшие жильные проявления молибдена, не представляющие промышленного интереса. Перспективны на нахождение штокверковых молибденовых месторождений и площади, находящиеся на востоке северной части зоны, вплоть до бассейна р. Маи, где в районе Красного Каньона встречено молибденовое оруденение, пока что не получившее должной оценки. Характерно, что молибденовые штокверковые месторождения обычно встречаются в тех площадях, где предсреднеюрские граниты прорывают более древние гранитные массивы, а не осадочно-метаморфические комплексы. Вольфрамовые месторождения на севере зоны не встречаются.

В южной части зоны встречаются как молибденовые, так и вольфрамовые месторождения, причем зачастую и то, и другое оруденение развивается в пределах одного и того же рудного поля (район Джидинского месторождения) или даже на одном и том же месторождении (Бугдая). В первом случае в одном рудном поле находятся штокверковое вольфрамовое месторождение (Инкурский штокверк), жильное вольфрамовое месторождение, представленное кварц-гюбнеритовыми жилами (Холтосонское), и штокверковое молибденовое месторождение (Первомайское). Во втором случае в одном штокверковом месторождении развит молибденит и шеелит при преобладании первого. Кроме того, известен ряд собственно вольфрамовых жильных месторождений, из которых наиболее крупным является Бом-Горхонское. Вся полоса от Джидинского поля на западе до границ с КНР на востоке перспективна на выявление новых месторождений, причем в первую очередь вольфрамовых.

На крайнем юге зоны располагаются месторождения полиметаллов, представленные трубообразными и гнездообразными залежами, залегающими преимущественно в карбонатных породах, и жильными обособлениями в эффузивах, гранитах и других породах. Связаны эти месторождения, по-видимому, с самыми последними фазами предмеловой интрузивной деятельности, так как на наиболее крупном месторождении района — Ново-Широкинском — жильные тела приурочены к зоне дробления в эффузивных породах позднеюрского времени.

Оловянное оруденение в зоне мезозойской активизации пока еще не получило должной оценки. Рудопроявления, которые спорадически встречаются в северной части зоны, оказались не имеющими промышленного значения. Единственное крупное месторождение зоны — Хапчерангинское — представлено бедным штокверковым оруденением касситерит-силикатного типа. Однако значительное число проявлений олова и наличие мелких жильных месторождений позволяют считать этот район в какой-то мере перспективным на олово.

Ртутное оруденение в Восточно-Забайкальской зоне приурочено к восточной ее половине, там где развиты меловые гранитоидные интрузии в полосе палеозойских пород, зажатых между двумя зонами глубинных разломов. Здесь известно Ланское рудное поле, где оруденение связано с зонами дробления в палеозойских песчаниках, а также ряд ртутных проявлений на восток от него. Месторождения восточной части зоны относятся к трещинному типу и, по-видимому, не будут иметь крупных размеров, однако нахождение на небольшом расстоянии друг от друга месторождений среднего масштаба может представить интерес для промышленности. Ртутные проявления, не имеющие промышленного значения, известны в ряде точек западнее, в частности на северо-востоке Бурятии.

Байкальский складчатый регион

В южном обрамлении Сибирской платформы имеются три района, сложенных байкалидами: Байкальская горная область, расположенная непосредственно у оз. Байкал и на север и восток от него, Восточный Саян и Енисейский кряж. Учитывая, что история их развития протекала идентично, они объединены в Байкальский складчатый регион.

Начало геосинклинального режима в этих районах относится к раннему протерозою, когда по окраине Сибирской платформы началось погружение архейского основания. В это время здесь сформировались мощные толщи терригенных пород, в том числе во внешней зоне Байкальской геосинклинали, примыкавшей к Алданской платформе и Чарской глыбе, где происходило отложение удоканской меденосной серии.

После складчатости на границе раннего и среднего протерозоя часть Байкальской геосинклинали (в основном ее внешняя зона) консолидировалась и присоединилась с юга к платформе; возникли поднятия и в середине области, по бокам которых образовались прогибы, где отлагались терригенные осадки. Терригенные и карбонатные осадки формировались в это время также в пределах Восточных Саян и Енисейского кряжа.

Складчатость на границе среднего и позднего протерозоя привела к завершению геосинклинального режима в Байкальской горной области и в Восточном Саяне. В Байкальской области в позднем протерозое — раннем кембрии на границе с платформой сформировался краевой прогиб, в котором откладывались мергелистые и вулканогенно-осадочные образования. Вулканогенно-осадочные породы позднего протерозоя — раннего кембрия продолжали возникать и в ряде мелких прогибов в пределах области, где одновременно происходило формирование полиметаллических колчеданных месторождений. По-видимому, в это же время в Байкальском краевом прогибе (располагавшемся к западу и северу от современной впадины Байкала) образовались осадочные месторождения меди, а несколько позднее — эпиплатформенные месторождения свинца и

цинка. В Восточном Саяне в позднепротерозойское — раннекембрийское время отлагались карбонатные осадки субгеосинклинального и платформенного типов, а в Енисейском кряже продолжался геосинклинальный режим, характеризующийся накоплением мощной толщи сначала песчано-глинистых осадков, а затем карбонатных. Геосинклинальный режим в Енисейском кряже завершился в конце синия на границе с кембрием.

В ходе геосинклинального развития региона в периоды складчатости неоднократно проявлялась интрузивная деятельность. Для образования эндогенных месторождений имели значение дифференцированные интрузии ультраосновных пород давыренского комплекса, внедрившиеся по зонам глубинных разломов на границе среднего и позднего протерозоя. С этими интрузиями связаны проявления сульфидного медно-никелевого оруденения, не имеющие промышленного значения. С поздним протерозоем в Енисейском кряже связано полиметаллическое оруденение.

В регионе выделяются следующие основные группы месторождений цветных металлов (рис. 7):

— осадочные медные месторождения среднего протерозоя северной части Байкальской горной области;

— свинцово-цинковые колчеданные месторождения раннего кембрия, образовавшиеся в локальных прогибах;

— свинцово-цинковые субгеосинклинальные месторождения в карбонатных породах верхнего протерозоя Енисейского кряжа;

— медные осадочные месторождения в нижнем протерозое — раннем кембрии в Байкальском краевом прогибе на западном берегу оз. Байкал;

— свинцово-цинковые месторождения эпиплатформенного типа в Байкальском краевом прогибе, залегающие стратиграфически выше медных осадочных руд.

Кроме того, можно предположить вероятность нахождения свинцово-цинковых месторождений среди субгеосинклинальных карбонатных отложений верхнего протерозоя — нижнего кембрия в Восточном Саяне.

Возможные масштабы полиметаллического и медного оруденения в Байкальском регионе оцениваются очень высоко (см. рис. 7). Бóльшая часть потенциальных запасов меди связывается с районом развития среднепротерозойских терригенных отложений, протягивающихся полосой широтного простирания вдоль границы с Алданским щитом. В настоящее время в этом районе кроме Удоканского месторождения выявлен ряд других более мелких месторождений. Однако возможности региона этим не исчерпываются, так как площадь перспективных на медь терригенных отложений протерозоя распространяется как на запад, так и на север, а может быть, даже на восток от известных месторождений.

Осадочные меденосные отложения позднепротерозойского — раннекембрийского возраста, развитые по западному берегу Байкала, изучены несравненно слабее. Пока там выявлены только

меденосные отложения, среди которых встречаются отдельные пласты мощностью 1—3 м с содержанием около 1 % меди.

Среди свинцово-цинковых месторождений первое место по разведанным запасам принадлежит раннекембрийскому колчеданному месторождению — Озерному, а по разведанным и прогнозным

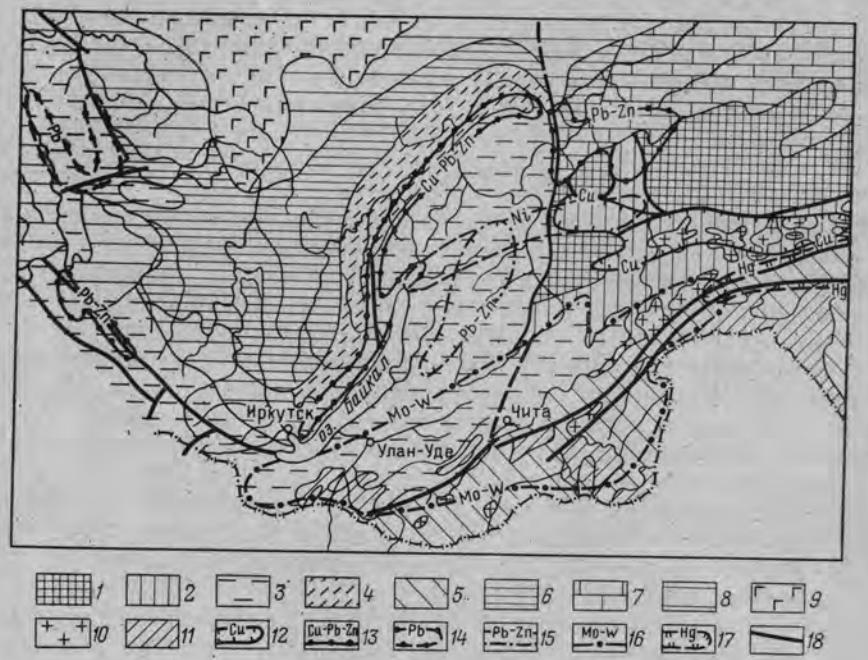


Рис. 7. Площади, перспективные на выявление месторождений цветных металлов в Байкальском складчатом регионе:

1 — Алданский щит (докарельские образования); *2* — карельские образования; *3* — область байкальской складчатости; *4* — Байкальский краевой прогиб; *5* — область герцинской складчатости; *6* — платформенные отложения палеозойского возраста; *7* — карбонатные платформенные отложения палеозоя; *8* — юрские платформенные отложения; *9* — покровы мезозойских траппов; *10* — мезозойские кислые интрузии; *11* — наложенные мезозойские впадины; *12—17* — площади возможного нахождения промышленных месторождений: *12* — медных осадочных, *13* — полиметаллических и медно-полиметаллических эпиплатформенных, *14* — полиметаллических скарновых и жильных, *15* — полиметаллических колчеданных, *16* — молибденовых и вольфрамовых, *17* — ртутных; *18* — зоны глубинных разломов

позднепротерозойскому — Холодненскому. Район последнего имеет весьма значительные перспективы и может рассматриваться как новая крупная рудная база полиметаллической промышленности. Если же учесть Горевское месторождение, находящееся среди верхнепротерозойских пород Енисейского кряжа, и возможности прилегающего к нему района, то общие перспективы всего Байкальского региона значительно возрастут. Довольно перспективными следует считать также эпиплатформенные месторождения западного побережья оз. Байкал, в которых полиметаллическое оруденение представлено галенит-сфалерит-флюоритовыми рудами в карбонатных породах позднего протерозоя и сфалерит-халько-

пиритовыми в карбонатных породах раннего кембрия. Этот район при наличии, кроме того, по-видимому, осадочных месторождений меди может сыграть большое значение в формировании крупного полиметаллического региона в Прибайкалье. К сожалению, эта возможность все время не учитывается и работы на медь, свинец и цинк на западном берегу оз. Байкал не развиваются.

Среди сульфидного медно-никелевого оруденения, связанного с ультраосновными породами давыренского комплекса, промышленных скоплений не выявлено; однако в районе имеется ряд неизученных массивов, которые могут представлять интерес.

Уральская складчатая область

Уральская складчатая область считается типично герцинской и основные полезные ископаемые ее обычно связываются с этим периодом геосинклинального развития. Основное значение там имеют месторождения бокситов в западной зоне Урала, приуроченные к карбонатным породам девона, и месторождения (колчеданные) меди в восточной зоне, приуроченные к вулканогенно-осадочным формациям, образовавшимся в период от силура до верхнего девона, а на Южном Урале до нижнего карбона. Проявления колчеданной меди встречаются также в отложениях начального этапа формирования герцинской геосинклинали — в ордовике, но в этом случае они лишены промышленного значения. Подчиненное значение имеют скарновые медно-магнетитовые месторождения, связанные с габбро-сиенитовыми интрузиями среднедевонского возраста.

Как уже указывалось в главе II, основная часть перспективных запасов в медноколчеданных месторождениях Урала приходится на долю Южного Урала и Мугоджар, на Среднем Урале колчеданные месторождения могут быть выявлены в основном в Зауралье под чехлом мезо-кайнозойских отложений, территория же Северного и Полярного Урала, где встречаются проявления медноколчеданного и, возможно, меднопорфирового типа, пока еще плохо изучена, но, судя по имеющимся данным, трудно предположить, что этот район может дать большие запасы меди, хотя месторождения промышленного значения там и могут быть обнаружены. В последнее время на Южном Урале открыт ряд проявлений меди порфирового типа, правда, в обстановке, отличающейся от типичных проявлений месторождений этого типа. Однако сам факт наличия этих проявлений требует более пристального внимания.

Считалось, что осадочные месторождения меди на Урале связаны в основном с пермскими платформенными осадками терригенного типа и могут быть встречены в районе Предуральского прогиба. Поиски там месторождений подобного типа не привели к положительным результатам, возможно, потому, что были направлены на исследование толщ песчаников, тогда как их следовало бы искать далее на запад в сторону Русской платформы в слан-

цево-карбонатных отложениях полузамкнутых мелководных морских бассейнов.

Известно, что до формирования герцинской складчатой структуры Урал претерпел и более ранний, байкальский, этап геосинклинального развития, структуры которого впоследствии были на большей части площади переработаны, но остались неизменными на некоторых участках Полярного Урала и на Западном Урале. Формирование Байкальской геосинклинали завершилось в начале кембрия, причем после последней фазы складчатости в позднем протерозое отлагались достаточно мощные толщи песчаников и карбонатных пород, которые на ряде площадей не участвовали в последующем погружении при формировании герцинской геосинклинали. К этим участкам рифея — кембрия, сложенным карбонатными породами, относятся преимущественно свинцовые месторождения, обнаруженные в последние годы на Полярном Урале и в Башкирии. Значительная площадь развития рифейско-кембрийских карбонатных пород на Полярном Урале позволяет говорить о возможном расширении масштабов полиметаллического оруденения в этом районе и открытии там промышленных месторождений.

Прочие районы

Прочие регионы — Тунгусская синеклиза с медно-никелевым оруденением мезозойского возраста, обрамление Алданского и Анабарского щитов с эпиплатформенными свинцово-цинковыми месторождениями в отложениях раннего кембрия. Донецкий прогиб с ртутными месторождениями и северная часть Балтийского щита с медно-никелевым оруденением протерозойского возраста — перспективны на какой-либо один вид оруденения, данные по которому подробно изложены при описании соответствующих руд и нет необходимости их повторять. Но существуют еще три складчатые области — палеозойская Таймырская и мезо-кайнозойские Памиро-Копетдагская и Восточно-Карпатская, для которых должна быть произведена оценка потенциальных запасов цветных металлов.

В Восточно-Карпатской области, только небольшая часть которой заходит на территорию СССР, известны небольшие месторождения полиметаллов (Беганьская группа) и мелкие месторождения ртути трещинного и гнездового типов (Большой Шиян и др.). Однако в общем балансе запасов СССР они имеют слишком небольшое значение, и поэтому данная область не может относиться к числу перспективных.

Памиро-Копетдагская область также имеет небольшие проявления ртути, из которых ни одно не достигает масштабов месторождения. Но на Памире известен ряд сравнительно небольших месторождений олова, в основном скарнового типа, которые при достаточно высоком его содержании могут представлять промышленную ценность.

В Таймырской складчатой области пока прогнозируется только выявление медно-никелевых месторождений мезозойского возраста, связанных с интрузивными фациями трапповой формации в южной половине полуострова. В центральной части Таймыра, сложенной породами палеозоя, имеются рудопроявления свинца и цинка, меди и ртути, но геологическая позиция их изучена очень слабо. Учитывая, что Таймырский полуостров исключительно труднодоступный район страны и расположен в суровых условиях Крайнего Севера (между 74 и 77° с. ш.), освоение полезных ископаемых на его территории вряд ли может быть начато в ближайшем будущем.

В заключение следует еще раз подчеркнуть большое практическое значение Тихоокеанского складчатого пояса как плацдарма для создания новых крупных сырьевых баз цветной металлургии, поскольку здесь могут быть выявлены значительные запасы меди в меднопорфировых месторождениях в пределах Охотско-Чукотского вулканогенного пояса и прилегающих к нему полос развития мезозойских образований; свинца и цинка эпиплатформенного типа в нижнепалеозойских отложениях на восточной окраине Сибирской платформы и в том числе в Сетте-Дабанском перикратонном прогибе, а также в породах палеозойского чехла вокруг Анабарского массива и по западному побережью оз. Байкал; штокверковых месторождений молибдена с повышенным его содержанием в районе срединных массивов в пределах рассматриваемого пояса и на окраине Сибирской платформы, включая сюда северную часть Восточно-Забайкальской зоны тектоно-магматической активизации; сурьмы как жильного, так и согласного типа (вероятнее всего в районе стыка Алданского щита с мезозойскими структурами); олова в Верхояно-Алданской ветви пояса; ртути на Чукотке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ всех приведенных в настоящей работе материалов позволил выделить (табл. 68) на территории СССР три крупных геолого-экономических региона (состоящих из нескольких геологических районов), наиболее перспективных по нескольким цветным металлам эндогенного происхождения (Казахстано-Среднеазиатский, Байкальский, Тихоокеанский), и семь геологических регионов, перспективных по одному или двум цветным металлам (Уральская складчатая область, Кавказская область, Тунгусская синеклиза, Алтае-Саянская область, северная часть Восточно-Европейской платформы, Балтийский щит, Донецкий прогиб).

В настоящее время представляется рациональной следующая очередность выявления запасов по указанным регионам (отдельно для каждого вида полезного ископаемого).

Так, по меди в первую очередь необходимо проведение геологических работ в Казахстано-Среднеазиатском геолого-экономическом и Уральском регионах, где уже создана промышленность и где имеются перспективы на выявление новых месторождений, и в Байкальском регионе, где предполагается открытие новых крупных месторождений осадочного типа для расширения базы медеплавильной промышленности, основой которой будет Удоканское месторождение. Меднопорфировые месторождения Тихоокеанского пояса, представляющие в общем большой интерес, пока должны изучаться с целью получения их общей оценки, так как в данное время там (за исключением его самой южной сихотэалинской части) могут представлять ценность только исключительно крупные месторождения, поскольку содержание меди в рудах этого типа обычно бывает невысоким.

По свинцу и цинку наиболее перспективными для создания новых районов производства этих металлов (с учетом экономических факторов) представляются месторождения субгеосинклинального типа в центральной части Джунгаро-Балхашской складчатой области (Центральный Казахстан) и колчеданные эпиплатформенные месторождения в Байкальском геолого-экономическом регионе, где в короткие сроки могут быть разведаны крупные запасы свинца и цинка. Из районов с развитой свинцово-цинковой промышленностью достаточно перспективны на выявление новых месторождений районы Иртыш-Зайсанской складчатой области (Рудный Алтай), где могут быть выявлены колчеданные месторождения.

Можно ожидать выявления крупных эпиплатформенных месторождений в районе восточного обрамления Алданского щита и вокруг Анабарского массива, но в настоящее время из-за трудной доступности районов их нахождения и наличия крупных месторождений в экономически более легко осваиваемых районах

Таблица 68

Планируемая направленность геологических исследований по выявлению минерально-сырьевой базы цветных металлов в СССР

Геолого-экономические и геологические регионы	Объекты поисковых и разведочных работ			Объекты оценочных работ*
	для сохранения достигнутого уровня производства	для расширения существующего уровня	для создания новых крупных баз	
Казахстано-Среднеазиатский геолого-экономический регион				
а) Джунгаро-Балхашская и Западно-Казахстанская области	Cu	Cu, W	Pb, Zn, W, Mo	(Hg)
б) Иртыш-Зайсанская область	Pb, Zn, Cu	Pb, Zn	—	—
в) Южно-Тяньшаньская область	Cu, Pb, Zn	W, Hg, Sb	Sn, Hg	—
Байкальский геолого-экономический регион				
а) Байкальская складчатая область	—	—	Cu, Pb, Zn	(Ni)
б) Восточно-Забайкальская зона активизации	—	W, Mo	W, Mo	(Sn)
Тихоокеанский геолого-экономический регион				
а) Верхояно-Чукотская область	Sn, W	Sn, W	Sn, Sb, Hg	Cu, Mo, (Pb, Zn)
б) Сихотэ-Алинская область	Sn	Sn	W	Cu
в) Обрамление Алданского щита	—	—	Mo, Sb	Pb, Zn
Уральская область	Cu, Al	Cu, Al	Cu, Al	(Pb)
Кавказская область	Cu	Cu, Pb, Zn	W	—
Тунгусская синеклиза	Ni, Cu	Ni, Cu	Ni, Cu	—
Алтае-Саянская область	—	Pb, Zn	Mo, Cu, Hg	W
Северная часть Восточно-Европейской платформы	—	—	Al, Cu	—
Балтийский щит	Ni	Ni	Al, Sn	—
Донецкий прогиб	Hg	Hg	—	—

* В скобках указаны металлы, которые в данное время прогнозируются в небольших количествах и должны изучаться лишь в ходе региональных геологических исследований.

представляет интерес, как и для медных месторождений этого пояса, лишь их общая оценка.

Тунгусская синеклиза в настоящее время является основным перспективным районом для проведения не только поисковых, но и разведочных работ на медно-никелевые руды, в первую очередь на никель. Промышленностью этот район уже освоен. Должны быть продолжены работы и на Кольском полуострове, где имеется никелевая промышленность, хотя перспектив на выявление новых месторождений там немного. В Байкальском регионе следует производить пока только общие оценочные работы.

Перспективы развития сырьевой базы по олову в основном связываются с Тихоокеанским складчатым поясом как с южной его частью (Приморский и Хабаровский края), так и с северной (в первую очередь Янский район), где в ближайшем будущем может быть создан новый центр оловодобывающей промышленности. Освоение этих отдаленных районов может быть экономически выгодным при выявлении и разведке новых месторождений, которые расширили бы имеющуюся в настоящее время (в основном за счет Депутатского месторождения) сырьевую базу. Значительный интерес представляет Средне-Азиатская оловорудная провинция, изучение которой является также первоочередным. Перспективен на открытие штокверковых месторождений типа Пыркакайского северо-запад Чукотки, где месторождения могут быть вовлечены в освоение быстрее, чем в Янском районе Якутии.

Поиски месторождений вольфрама в первую очередь должны быть продолжены в Казахстано-Среднеазиатском регионе и в Восточно-Забайкальской зоне активизации, где есть возможности выявления крупных штокверковых и промышленно-ценных скарновых и жильных месторождений. Учитывая приуроченность в Тихоокеанском поясе вольфрамовых месторождений к оловянным и, более того, наличие там комплексных оловянно-вольфрамовых месторождений, районы этого пояса должны изучаться наравне с указанными выше двумя регионами.

Наиболее перспективным районом для выявления месторождений молибдена остается Восточно-Забайкальская зона активизации. Немного ниже оцениваются перспективы Джунгаро-Балхашской и Западно-Казахстанской областей. Представляет интерес, в основном для расширения сырьевой базы существующей промышленности, западная часть Алтае-Саянской области. Более сложен вопрос о целесообразности поисков молибдена в северной части Тихоокеанского пояса, поскольку экономико-географические условия этой территории в настоящее время малоблагоприятны. Здесь может иметь значение только открытие особенно крупных месторождений штокверкового типа с содержанием молибдена выше чем 0,2 %. В связи с этим в данном районе можно рекомендовать проведение поисково-рекогносцировочных работ.

Последние данные геологоразведочных работ на ртуть позволяют прийти к выводу, что наиболее вероятно выявление крупных

ртутных месторождений в Ферганском районе Киргизии и на Чукотке. Именно там должны быть сконцентрированы наибольшие объемы работ по поискам и разведке ртутных месторождений. Имеются перспективы на увеличение запасов в Никитовском рудном районе в Донецком прогибе.

Для поисков и разведки месторождений сурьмы сейчас четко можно выделить два района — Яно-Индигирский в Якутии и Зеравшано-Гиссарский в Средней Азии. В первом должны быть усилены поиски жильных месторождений с высоким содержанием сурьмы с целью расширения нового рудного района, во втором необходимы работы по увеличению существующей сырьевой базы действующих предприятий. Значительный интерес представляют поиски согласных сурьмяных месторождений на восточной окраине Алданского щита.

Районами поисков и последующей разведки месторождений высокосортных бокситов пока являются: Урал, где возможно выявление новых месторождений бокситов геосинклинального типа, Воронежский кристаллический массив, Тиман и восточные склоны Балтийского щита, где могут быть открыты новые крупные месторождения как латеритного, так, возможно, и переотложенного типа. Следует особое внимание уделять изучению палеоклиматических условий на территории СССР с целью выявления районов образования латеритных кор выветривания, так как только в этом случае можно целеустремленно проводить поисковые работы на новых территориях.

Говоря о новых районах, нельзя забывать и о тех, где уже создана горнодобывающая и перерабатывающая промышленность. Проблема обеспечения их прочной сырьевой базой не должна противопоставляться работе на новых, даже очень перспективных территориях.

Постановка работ в указанных выше регионах, особенно новых, требует проведения там детальных металлогенических исследований, так как в противном случае поисковые работы часто оказываются недостаточно эффективными, а иногда и безрезультатными.

В результате этих исследований должны быть составлены детальные металлогенические карты, имеющие достаточно конкретный, не обзорный, характер и показывающие районы возможного нахождения промышленно-ценных месторождений, а не рудопроявлений или минералопроявлений.

К настоящему времени в геологической литературе имеется много обзорных металлогенических схем и карт, дающих общие представления о металлогении территории страны и ее отдельных регионов, но очень незначительно число конкретных прогнозно-металлогенических карт достаточно крупного масштаба для небольших территорий. Работа по составлению таких конкретных карт является первоочередной.

Выполняя свою работу, автор не стремился противопоставить

ее известным металлогеническим картам, данные которых он в той или иной мере учитывал. Целью настоящей сводки было дополнить результаты металлогенических исследований материалами о распространении месторождений в разных районах мира и их геолого-промышленной оценке, чтобы обосновать представления о потенциальных возможностях промышленного оруденения отдельных геологических регионов нашей страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Барсуков В. Л.* Оловорудные месторождения Тасмании (Австралия).— «Геология рудн. м-ний», 1972, № 5, с. 80—89.

2. *Бергер В. И., Иициксон М. И.* Основные черты металлогении северо-восточной части Тихоокеанского пояса (Северо-Западные Кордильеры и Аляска).— «Советская геология», 1973, № 1, с. 90—107.

3. *Бергер В. И.* Сурьмяные месторождения (закономерности размещения и критерии прогнозирования). Л. Недра, 1978.

4. *Богданов Ю. В., Кутарев Э. И.* Геологические условия размещения медных и свинцово-цинковых стратиформных месторождений Советского Союза.— «Геол. рудн. м-ний», 1971, т. 13, № 5, с. 23—31.

5. *Бородаевская М. Б., Кривцов А. И., Ширай Е. П.* Типы колчеданоносных провинций и методы прогнозирования колчеданного оруденения. Сер. Геология, методы поисков и разведки м-ний метал. полезн. ископ. М., ОЦНТИ ВИЭМС, 1975.

6. *Бушинский Г. И.* Геология бокситов. М., Недра, 1971.

7. *Быховер Н. А.* Распределение мировых ресурсов минерального сырья по эпохам рудообразования. М., Госгеолтехиздат, 1963.

8. *Быховер Н. А.* Экономика минерального сырья. М., Недра, 1967.

9. *Веселов В. В., Липова И. М., Попов Ю. В.* Минерально-сырьевая база медной промышленности капиталистических и развивающихся стран. Сер. Экономика минерального сырья и геологоразведочных работ. М., ВИЭМС. 1979.

10. *Геология* месторождений олова зарубежных стран/Р. М. Константинов, С. Ф. Лугов, Б. В. Макеев и др. М., Недра, 1969.

11. *Геолого-экономический* анализ состояния и развития минерально-сырьевой базы олова за рубежом/Е. Н. Кондрашев, Л. И. Стругова, А. Н. Лабутин, С. Ф. Лугов. Сер. Экономика минерального сырья и геологоразведочных работ. М., ВИЭМС, 1980.

12. *Денисенко В. К.* Месторождения вольфрама. М., Недра, 1978.

13. *Иициксон М. М., Красный Л. И.* Некоторые проблемы геотектоники и металлогении Востока СССР.— «Геотектоника», 1970. № 2, с. 121—134.

14. *Иициксон М. И., Бергер В. Н.* Металлогенический анализ Восточно-Азиатского и Аляска-Канадского звеньев севера Тихоокеанского пояса.— «Советская геология», 1972, № 5, с. 38—48.

15. *Иициксон М. И.* Связь металлогенических провинций с вулканогенными поясами, крупными геотектоническими элементами и типами земной коры.— В кн.: Проблемы региональной металлогении. Л., 1973, с. 102—120.

16. *Иициксон М. И.* Металлогенические системы Тихоокеанского сегмента земли.— «Геология рудн. м-ний», 1974, № 2, с. 10—28.

17. *Колчеданные* месторождения мира. Под ред. акад. В. И. Смирнова. М., Недра, 1979.

18. *Кондрашев Е. Н.* Современное состояние и перспективы развития рудной сырьевой базы за рубежом. Сер. Экономика минерального сырья и геологоразведочных работ. М., ВИЭМС, 1980.

19. *Красный Л. И.* Геолого-структурное районирование и полезные ископаемые Боливии.— «Советская геология», 1973, № 7, с. 95—121.

20. *Лугов С. Ф., Макеев Б. В.* Генетическая и промышленная классификация оловорудных месторождений.— «Советская геология», 1972, № 5, с. 19—60.

21. *Материков М. П.* Генетические группы и формации оловорудных месторождений.— «Советская геология», 1964, № 11, с. 36—47.

22. *Металлогения* ртути. Под ред. В. И. Смирнова, В. А. Кузнецова, В. П. Федорчука. М., Недра, 1976.

23. *Москвин А. Г.* Минерально-сырьевые ресурсы Социалистической Федеративной Республики Югославии и их использование. Сер. Экономика минерального сырья и геологоразведочных работ. М., ВИЭМС, 1978.

24. *Овчинников Л. Н.* Плутоногенные гидротермальные месторождения.— В кн.: Генезис эндогенных месторождений. М., Недра, 1968, с. 443—490.

25. *Огороднева В. И.* Геолого-экономическая характеристика месторождений бокситов основных бокситодобывающих стран Африки и Азии. Обзор. М., ОНТИ ВИЭМС, 1967.

26. *Павлова И. Г.* Меднопорфировые месторождения (закономерности размещения и критерии прогнозирования). Л. Недра, 1978.

27. *Перваго В. А.* Некоторые черты металлогении Тихоокеанского пояса.— В кн.: Основные проблемы металлогении Тихоокеанского рудного пояса. Владивосток, ДНЦ АН СССР, 1971, с. 21—24.

28. *Перваго В. А.* Условия формирования и геолого-экономическая оценка промышленных типов месторождений цветных металлов. М., Недра, 1975.

29. *Перваго В. А.* Геология и экономика меднопорфировых месторождений. М., Недра, 1978.

30. *Покалов В. Т.* Генетические типы и поисковые критерии эндогенных месторождений молибдена. М., Недра, 1972.

31. *Попов В. В.* Вулканизм, тектоника и полиметаллическое оруденение Лениногорского рудного района. Алма-Ата, 1968.

32. *Попов В. Е., Чайка В. М.* Медно-полиметаллические руды докембрийских щитов. Сер. Геология, методы поисков и разведки месторождений металлических полезных ископаемых. М., ВИЭМС, 1976.

33. *Прощенко Е. Г., Федорчук Н. В., Славиковская И. М.* Сырьевые ресурсы капиталистических и развивающихся стран. Сер. Экономика минерального сырья и геологоразведочных работ. М., ВИЭМС, 1976.

34. *Рудные* месторождения СССР. Под ред. В. И. Смирнова. В 3-х томах. М., Недра, 1974.

35. *Рудные* месторождения США. Т. 1. Под ред. Д. Ж. Риджа. М., Мир, 1972.

36. *Скоков В. Г., Огороднева В. И., Еременко М. Ф.* Минерально-сырьевые ресурсы Австралии. Сер. Экономика минерального сырья и геологоразведочных работ. М., ВИЭМС, 1976.

37. *Смирнов В. И.* Особенности металлогении северо-западной части Тихоокеанского пояса.— «Изв. МГУ», Сер. 4, 1966, № 5, с. 22—30.

38. *Смирнов В. И.* Знакомство со свинцово-цинковыми месторождениями Сардинии.— Геология рудн. м-ний, 1971, т. XIII, № 4, с. 116—117.

39. *Смирнов В. И.* Геология полезных ископаемых. 3-е изд. М., Недра, 1976.

40. *Состояние* и основные тенденции развития сырьевой базы алюминиевой промышленности мира/В. А. Броневой, А. В. Зильберминц, П. Я. Кошелев, Б. Н. Одокий. Сер. Экономика минерального сырья и геологоразведочных работ. М., ВИЭМС, 1979.

41. *Стратиформные* свинцово-цинковые месторождения Западной Канады/В. Л. Барсуков, Г. С. Дзоценидзе, Ш. Е. Есенов и др.— «Геология рудн. м-ний», 1973, т. 15, № 2, с. 28—41.

42. *Твалчрелидзе Г. А.* Некоторые особенности металлогении Средиземноморского геосинклинального пояса.— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 7. М., Наука, 1964, с. 101—120.

43. *Твердые* полезные ископаемые Афганистана/В. В. Вислов, М. А. Чальян и др. Сер. Экономика минерального сырья и геологоразведочных работ. М., ВИЭМС, 1978.

44. *Твердые* полезные ископаемые Индии/В. М. Моралев, А. А. Емянов, Н. А. Зимина и др. Сер. Экономика минерального сырья и геологоразведочных работ. М., ВИЭМС, 1976.

45. *Твердые* полезные ископаемые Ирана/В. В. Вислов, Ю. С. Перфильев и др. Сер. Экономика минерального сырья и геологоразведочных работ. М., ВИЭМС, 1977.

46. *Федорчук В. П.* Телетермальные месторождения.— В кн.: Генезис эндогенных месторождений. М., 1968, с. 544—585.

47. *Федорчук В. П.* Генетические и промышленные типы месторождений сурьмы.— «Разведка и охрана недр», 1974, № 8, с. 4—12.

48. *Щеглов А. Д.* Металлогения срединных массивов. Л., Недра, 1971. 148 с.

49. *Щеглов А. Д., Теняков В. А.* Месторождения бокситов Австралии. М., ОНТИ ВИЭМС, 1972. 26 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Глава I. **Геолого-промышленные типы месторождений цветных металлов** . 5

Медные месторождения 7
Свинцово-цинковые месторождения 12
Никелевые месторождения 17
Оловянные месторождения 18
Вольфрамовые месторождения 21
Молибденовые месторождения 24
Ртутные месторождения 27
Сурьмяные месторождения 30
Бокситовые месторождения 32

Глава II. **Месторождения меди** 38

Меднопорфировые месторождения мезо-кайнозойского возраста . . 41
Меднопорфировые месторождения палеозойского возраста 62
Осадочные месторождения протерозойского возраста 65
Осадочные месторождения палеозойского возраста 70
Колчеданные месторождения палеозойского возраста 73
Колчеданные месторождения мезо-кайнозойского возраста 78
Колчеданные месторождения докембрийского возраста 81
Медно-никелевые месторождения мезозойского возраста 87
Жильные месторождения кайнозойского возраста 87
Жильные месторождения докембрийского и палеозойского возраста . 91
Скарновые месторождения 92
Карбонатитовые месторождения 95
Перспективы выявления новых медных месторождений и рудных районов в СССР 97

Глава III. **Месторождения свинца и цинка** 108

Колчеданные месторождения палеозойского возраста 109
Колчеданные месторождения докембрийского возраста 116
Колчеданные месторождения мезозойского возраста 122
Эпиплатформенные месторождения палеозойского возраста 122
Эпиплатформенные месторождения мезо-кайнозойского возраста . . 128
Субгеосинклинальные месторождения палеозойского возраста . . . 129
Субгеосинклинальные месторождения докембрийского возраста . . . 133
Субгеосинклинальные месторождения мезозойского возраста . . . 133
Субгеосинклинальные месторождения кайнозойского возраста . . . 134
Жильные месторождения кайнозойского возраста 136
Жильные месторождения мезозойского, палеозойского и докембрийского возраста 145
Скарновые месторождения 148
Перспективы выявления новых полиметаллических месторождений и рудных районов в СССР 152

Глава IV. **Месторождения сульфидных и силикатных никелевых руд** . 160

Месторождения сульфидных руд докембрийского возраста 161
Месторождения сульфидных руд мезозойского возраста 167
Месторождения силикатных руд мезозойских кор выветривания . . 170
Месторождения силикатных руд кайнозойских кор выветривания . . 172
Перспективы выявления новых никелевых месторождений и рудных районов в СССР 176

Глава V. **Месторождения бокситов** 180

Месторождения латеритных бокситов кайнозойского возраста . . . 180
Месторождения латеритных бокситов нижнепалеозойского возраста . 188
Месторождения геосинклинальных бокситов 189
Месторождения платформенных переотложенных бокситов 194
Месторождения платформенных бокситов карстового типа 196
Перспективы выявления новых бокситоносных месторождений и районов в СССР 198

Глава VI. **Месторождения олова** 205

Месторождения мезозойского и кайнозойского возраста 208
Месторождения палеозойского возраста 224
Месторождения докембрийского возраста 229
Перспективы выявления новых оловорудных месторождений и районов в СССР 231

Глава VII. **Месторождения вольфрама** 236

Скарновые месторождения мезозойского возраста 237
Скарновые месторождения палеозойского возраста 241
Штокверковые месторождения палеозойского и мезозойского возраста . 243
Жильные месторождения мезозойского возраста 245
Жильные месторождения палеозойского возраста 250
Жильные месторождения докембрийского возраста 253
Перспективы выявления новых вольфрамовых месторождений и рудных районов в СССР 254

Глава VIII. **Месторождения молибдена** 258

Штокверковые месторождения кайнозойского возраста 259
Штокверковые месторождения мезозойского возраста 261
Штокверковые месторождения палеозойского возраста 263
Меднопорфировые месторождения кайнозойского и мезозойского возраста 264
Скарновые месторождения 266
Жильные месторождения 267
Перспективы выявления новых молибденовых месторождений и рудных районов в СССР 269

Глава IX. **Месторождения ртути** 272

Перспективы выявления новых ртутных месторождений и рудных районов в СССР 292

Глава X. **Месторождения сурьмы** 297

Сурьмяно-кремнисто-карбонатные месторождения мезозойского возраста 298
Сурьмяно-кремнисто-карбонатные месторождения палеозойского возраста 300
Жильные золото-сурьмяно-кварцевые месторождения мезозойского возраста 302
Жильные золото-сурьмяно-кварцевые месторождения палеозойского возраста 305
Жильные золото-сурьмяно-кварцевые месторождения докембрийского возраста 307
Жильные золото-сурьмяно-кварцевые и сурьмяно-кварцевые месторождения кайнозойского возраста 308
Перспективы выявления новых сурьмяных месторождений и рудных районов в СССР 311

Глава XI. **Экономика месторождений цветных металлов** 312

Медь 318
Свинец 325
Цинк 332
Никель 339
Алюминий 345
Олово 350
Вольфрам 356
Молибден 362

Глава XII. **Некоторые черты металлогении складчатых областей и их обрамления в СССР** 367

Тихоокеанский складчатый пояс 370
Казахстанский складчатый регион 376
Тяньшаньский складчатый регион 381
Кавказский складчатый регион 383
Алтае-Саянская складчатая область 385
Восточно-Забайкальская зона активизации 389
Байкальский складчатый регион 391
Уральская складчатая область 394
Прочие районы 395

Заключение 397

Список литературы 402

Владимир Александрович Перваго

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ТИПОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Редактор издательства Л. М. Старикова
Переплет художника В. Г. Сорокина
Художественный редактор Е. Л. Юрковская
Технический редактор Н. С. Гришанова
Корректор Л. В. Сметанина
ИБ № 4187

Сдано в набор 08.09.82. Подписано в печать 11.02.83. Т-02571. Формат 60×90¹/₁₆.
Бумага книжно-журнальная. Гарнитура «Литературная». Печать высокая.
Усл. печ. л. 25,5. Усл. кр.-отт. 25,5. Уч.-изд. л. 29,11. Тираж 1950 экз.
Заказ 632/8289—14. Цена 1 р. 80 к.

Ордена «Знак Печета» издательство «Недра», 103633, Москва, К-12,
Третьяковский проезд, 1/19
Ленинградская картографическая фабрика ВСЕГЕИ

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «НЕДРА» ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ НОВЫЕ КНИГИ

РАДИАЦИОННАЯ безопасность при геологоразведочных работах / Середин Ю. В., Никольский В. В., Павлов И. В. и др.— 15 л., — 80 к.

Рассмотрены современное состояние и организация радиационной безопасности при геологоразведочных работах, связанных с возможностью облучения работающих. Изложены физические и биологические основы защиты от ионизирующих излучений. Описаны принципы нормирования облучения. Даны практические рекомендации по обеспечению радиационной безопасности на всех видах геологоразведочных работ, где возможен профессиональный контакт работающих с ионизирующим излучением, а также по организации и проведению радиационного контроля.

Для инженерно-технического персонала геологических организаций, работающего с источниками ионизирующих излучений, а также для инженеров по охране труда и технике безопасности.

ТОЛКАЧЕВ М. В. Финансово-кредитный механизм геологоразведочной отрасли.— 14 л.,— 75 к.

Освещены структура финансово-кредитного механизма, источники экономического роста и финансовые ресурсы геологоразведочной отрасли. Дана характеристика расчетного финансового плана, оборотных средств и кредитных вложений. Рассмотрены геологоразведочный цикл инвестиционного процесса и возможности его оптимизации. Изложены методические и практические вопросы повышения экономической эффективности финансово-кредитного механизма отрасли. Предложены меры по сокращению незавершенного производства, согласованию народнохозяйственной и отраслевой эффективности, организации финансового контроля.

Для инженерно-технических работников геологоразведочных организаций. Может быть использована в системе экономического образования в отрасли.

Интересующие Вас книги Вы можете приобрести в местных книжных магазинах, распространяющих научно-техническую литературу, или заказать через отдел «Книга — почтой» магазинов: № 17 — 199178, Ленинград, В. О., Средний проспект, 61; № 59 — 127412, Москва, Коровинское шоссе, 20.

Издательство «Недра»