ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СССР

ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ

286

Приложение
к Вх. № 6 с
число 6/II-59

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ВСЕГЕИ)
МИНИСТЕРСТВА ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР СССР

СЕКРЕТНО
Экз. № 443

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СССР

5463

ТОМ 4

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Академия Наук Арм.ССР Библиотека Геологический институт

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЕ НЕДР
МОСКВА 1958

РЕДКОЛЛЕГИЯ

В. Г. Грушевой (редактор раздела «Металлические полезные ископаемые»),
А. А. Иванов (редактор раздела «Неметаллические полезные ископаемые»),
П. М. Татаринов (ответственный редактор),
Н. В. Шабаров (редактор раздела «Твердые горючие ископаемые»)

ПРЕДИСЛОВИЕ

В результате геологических исследований, поисковых и разведочных работ на различные полезные ископаемые, произведенных на территории СССР в течение 40 лет после Великой Октябрьской революции, в нашей стране создана мощная минерально-сырьевая база социалистического народного хозяйства.

По разведанным запасам ряда важнейших полезных ископаемых (уголь, железо, марганец, хромит, асбест, калийные соли и др.) Советский Союз уже вышел на первое место в мире, по ряду других — он занимает одно из первых мест.

В директивах XX съезда КПСС предусмотрено: «Провести в 1956—1960 годах геологоразведочные работы в объемах, обеспечивающих необходимое расширение минерально-сырьевых баз действующих и строящихся предприятий и создание резерва разведанных запасов полезных ископаемых для дальнейшего развития промышленности, прежде всего в восточных районах страны...

... Всемерно расширить в восточных районах страны поиски новых месторождений нефти, газа, цветных и редких металлов, титана, марганцевых руд для производства ферромарганца. Усилить геологоразведочные работы по подготовке новых шахтных полей коксующихся углей в Донецком, Печорском, Кузнецком и Южно-Якутском бассейнах, малозольных и коксующихся углей в Казахстане и энергетических углей в Европейской части Союза, на Урале и в Средней Азии».

Постановка этих крупнейших задач в области расширения минерально-сырьевой базы народного хозяйства обоснована широким геологическим изучением территории Советского Союза, приведшим к открытию новых рудоносных районов, заключающих крупные месторождения различных металлов и неметаллических полезных ископаемых, новых крупнейших угленосных бассейнов, особенно в восточных районах нашей страны.

В настоящей работе, составленной большим коллективом геологов, научных сотрудников Всесоюзного научно-исследовательского геологического института (ВСЕГЕИ) Министерства геологии и охраны недр СССР, дается краткий обзор современного состояния наших знаний о минеральных ресурсах СССР по главнейшим металлическим, неметаллическим и твердым горючим полезным ископаемым на основе новейших данных геологического изучения отдельных рудоносных районов и угленосных бассейнов.

Не нашли отражения в этой работе месторождения нефти, драгоценных металлов (золота, платины) и редких рассеянных элементов, которые изучались специализированными научно-исследовательскими институтами и геологоразведочными организациями отраслевых министерств.

В кратких очерках, посвященных отдельным металлическим и неметаллическим полезным ископаемым и составленных примерно по одному

плану, описание ведется по отдельным регионам СССР с расположением рудоносных районов в порядке их относительного промышленного значения. Особое внимание уделяется достижениям в деле геологического изучения отдельных полезных ископаемых за советское время, в частности, за последние годы. Особенно это относится к новым, большей частью восточным районам нашей страны и к тем видам полезных ископаемых, которые лишь недавно вступили в сферу промышленного освоения.

По каждому полезному ископаемому намечаются возможности дальнейшего расширения его сырьевой базы с указанием наиболее перспективных типов месторождений и районов для постановки поисковых работ.

Твердым горючим ископаемым в настоящей работе уделяется значительное место. После общего обзора ресурсов и размещения углей на территории Советского Союза дается описание главнейших угленосных бассейнов и районов. Многие приведенные сведения по угленосности различных регионов страны получены в результате только что законченного подсчета запасов углей по всем угленосным бассейнам СССР.

В очерках, как правило, не указываются фамилии исследователей, открывших и изучавших месторождения полезных ископаемых, а равно наименования организаций, производивших поисковые и разведочные работы, так как ввиду их многочисленности это повело бы к значительному увеличению объема обзора. По этой же причине не приводится ссылок на литературные источники и списка слишком обширной геологической литературы.

В целом настоящий обзор, несмотря на его сравнительно небольшой объем и сжатость изложения, имеет целью дать представление о богатейших уже известных минеральных ресурсах описанных полезных ископаемых, о геологических закономерностях их территориального распределения и о широчайших перспективах дальнейшего роста их запасов на необъятных, но недостаточно детально еще изученных просторах нашей Великой Родины.

Настоящая работа составлена под общим руководством П. М. Татаринова. Редактирование отдельных разделов выполнено: В. Г. Грушевым («Металлические полезные ископаемые»), им же и А. А. Ивановым («Неметаллические полезные ископаемые»), Н. В. Шабаровым («Твердые горючие ископаемые»).

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ЖЕЛЕЗО

Советский Союз располагает огромными ресурсами железных руд самых различных генетических типов: магматического, контактово-метасоматического (скарнового), гидротермального, осадочного, выветривания и метаморфогенного. Наиболее широким распространением пользуются месторождения осадочного, контактово-метасоматического и метаморфогенного типов.

В размещении месторождений различных генетических типов на территории Советского Союза установлены определенные закономерности, позволившие открыть ряд новых крупных месторождений промышленного значения и по-новому планировать поисковые и разведочные работы на железо.

По запасам и степени разведанности железных руд Советский Союз занимает первое место в мире. Крупнейшие промышленные железорудные узлы размещаются в районах самого различного геологического строения.

МАГМАТИЧЕСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Магматические месторождения железных руд, представляющие практический интерес, известны преимущественно на территории Урала и Карело-Кольского региона. Особенностью этих месторождений является комплексный характер железного оруденения, несущего в качестве примесей титан и ванадий или сопровождающегося фосфорной, редкоземельной и в редких случаях кобальто-медно-никелевой минерализацией.

По генетической связи месторождений с интрузивными комплексами и положению последних в геотектонических зонах на территории Советского Союза выделяется три основных типа рудоносных формаций.

К первой из них относится габбро-пироксенит-перидотитовая рудоносная формация протерозойского и среднепалеозойского возраста, образовавшаяся в условиях ранних этапов развития геосинклинальных областей. Связанные с породами этой формации месторождения ванадистых магнетитовых и ильменито-магнетитовых руд широко развиты на Урале и известны на территории Кузнецкого Алатау и в Восточной Сибири.

На Урале магматические месторождения генетически связаны с породами сильно дифференцированных габброидных интрузий, развивающихся в различных структурно-металлогенических зонах и отличающихся друг от друга некоторыми особенностями строения и состава.

Месторождения кусинского типа (Кусинское, Копанское, Чернореченское и др.) размещаются в пределах Западного рудного бассейна (западный склон и центральная часть Урала) и связаны с габброидными интрузиями протерозойского возраста. Магнетито-ильменитовые руды слагают жилообразные тела мощностью до 8 *м* и протяженностью до нескольких километров. В эксплуатирующемся Кусинском месторождении при обогащении получаются высококачественные ильменитовый и магнетитовый концентраты.

Вторую группу на Урале составляют месторождения малотитанистых магнетитовых руд качканарского типа, подчиненные среднепалеозойским интрузиям габбрового состава, развитым в пределах Среднего рудного пояса (восточный склон Урала). Оруденение представлено зонами вкрапленников и, реже, шлировыми скоплениями магнетита с врастками ильменита. На эксплуатируемом Первоуральском месторождении в результате обогащения получается концентрат с содержанием железа 46—48%.

Рудоносная формация габбро и габбро-диабазов с месторождениями ванадистых железо-титановых руд проявляется на юге Карелии и на Урале. Эта формация связана с образованиями поздних этапов развития подвижных поясов или начальных этапов развития платформы.

Пудожгорское месторождение Карелии приурочено к пологозалегающей интрузии габбро-диабазов иотнийского возраста. Оруденение представлено сегрегационными вкрапленниками магнетита (кулсонита) с врастками ильменита в нижней части диабазового интрузивного тела, залегающего в древних гранитах. Подобного же рода вкрапленными рудами характеризуется Юбрышкинское месторождение Урала (Западный рудный пояс), связанное с габбро-диабазовой формацией нижнепалеозойского возраста.

Третий тип рудоносных магматических формаций — это формация ультраосновных и щелочных пород и связанных с ними месторождений апатито-магнетитовых руд области каледонской платформы. Месторождения этого типа, известные пока лишь на территории Карело-Кольского региона (Ено-Ковдорозерское и Вуориярвинское), приурочены к сложным, многофазным коническим интрузиям центрального типа, залегающим в беломорском комплексе гнейсов и мигматитов докембрия. Оруденение проявляется в виде вкрапленности в оливинитах и пироксенитах, но промышленные концентрации его связаны с серией рудных жил, линз и неправильной формы скоплений, залегающих в ультраосновных породах.

Руды представлены рядом разновидностей: апатито-форстерито-магнетитовой, кальцито-магнетитовой и др. Все они относятся к категории бедных руд, требующих обогащения. Ено-Ковдорозерское месторождение подготавливается к эксплуатации.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОНТАКТОВО-МЕТАСОМАТИЧЕСКОГО ТИПА

Многочисленные месторождения магнетитовых руд контактово-метасоматического генезиса распространены во многих районах Советского Союза. Однако основная масса запасов богатых магнетитовых руд сосредоточена в небольшом числе наиболее крупных месторождений Урала (Высокогорское, Гороблагодатское, Магнитогорское), Восточного Зауралья — Тургайского прогиба (Соколовское, Сарбайское, Качарское) и Сибири (месторождения Горной Шории и Хакассии). Составляя всего 14,3% разведанных балансовых запасов СССР, руды месторождений этого типа дают около 40% общесоюзной добычи.

Значительная часть (около 40%) месторождений рассматриваемого генетического типа приурочена к структурно-металлогеническим зонам со сложной минерализацией, связанной с габбро-плагиогранитными и габбро-граносиенитовыми интрузивными комплексами различного возраста ранних этапов развития подвижных зон (Урал, Закавказье и др.). Вторая группа магнетитовых месторождений, играющая также существенную роль (около 10%) в общих запасах эндогенных железных руд, генетически связана с интрузивными комплексами (диориты, гранодиориты, сиениты) поздних этапов развития подвижных зон. Подобного рода структурно-металлогенические зоны с поздней магнетитовой минерализацией типичны для районов Восточного Зауралья, Горной Шории, Тувы (тельбесский комплекс), Казахстана

(Атансор и Саяк), Восточного Забайкалья и др. Для этих месторождений характерно значительное содержание в магнетитовых рудах кобальта.

Особую провинцию в Восточной Сибири и в пределах Тургайского прогиба (Зауралье) составляют контактово-метасоматические месторождения магнетитовых руд, в которых встречаются борсодержащие минералы.

Закавказье

В Закавказье единственным крупным промышленным месторождением контактово-метасоматического типа является Дашкесанское месторождение в Азербайджанской ССР, на базе которого в настоящее время создана металлургическая промышленность (Закавказский металлургический завод).

Дашкесанское месторождение расположено в Сомхетско-Кировабадской пологоскладчатой зоне Малого Кавказа, принадлежащей альпийскому средиземноморскому геотектоническому поясу. Оно расположено в контакте гранодиоритовой гипабиссальной интрузии нижнетретичного (?) возраста с верхнеюрскими известняками. Оруденение представлено пластообразными залежами магнетитовых руд в мощной толще скарнов, которые содержат сульфиды железа, меди и кобальта, цинка, свинца и мышьяка позднейшей стадии минерализации. С 1954 г. Дашкесанское месторождение эксплуатируется.

Урал

На Урале промышленные контактово-метасоматические месторождения приурочены к различным структурно-фациальным зонам. Большая часть их расположена в Среднем рудном поясе западной вулканогенной зоны ранних этапов развития среднепалеозойского прогиба. Месторождения формировались в связи с интрузивными комплексами верхнего силура и нижнего девона, среднего и верхнего девона и нижнего карбона. Силуро-девонские месторождения генетически связаны как с кислыми дериватами (плагиограниты, кварцевые диориты и гранодиориты) габбро-перидотитовой формации, так и с сиенитовыми интрузиями, комагматичными верхнелудлоуским трахитовым порфирам. Магнетитовые месторождения (Ауэрбаховское, Воронцовское, Песчанское, Гаревское и севернее их — Марсятское, Покровское, Масловское, Северное III, Северное II и Рудная горка III), генетически связанные с плагиогранитами, размещаются параллельно «платиноносной» габбро-перидотитовой зоне на Среднем и Северном Урале вплоть до бассейна р. Собь. Это позволяет предполагать, что пояс контактово-метасоматических месторождений продолжается до Ледовитого океана. Все они относятся к группе высокотемпературных месторождений средних и малых глубин. Оруденение проявляется в виде пластообразных и штокообразных залежей крупных размеров; замещению подвергаются главным образом известняки, а также эффузивы и другие породы осадочно-эффузивной толщи. Руды представлены магнетитом, полумартитом, мартитом и рудными скарнами с содержанием железа до 65%. Местами в них развивается медное оруденение в виде халькопирита. В Покровском и других месторождениях присутствует кобальт в виде сульфоарсенидов и эритрина. Из указанных выше месторождений эксплуатируются Ауэрбаховское, Воронцовское, Покровское и Гаревское.

Месторождения Тагило-Кушвинской скарново-рудоносной сиенитовой формации (верхний силур — нижний девон) приурочены к контакту сиенитов, иногда дающих щелочные разновидности (монциниты, шонкиниты, нефелиновые сиениты). К этой группе принадлежат месторождения горы Благодать, Валуевское, Высокогорское, Лебяжинское, Устюнин-

ское, в настоящее время эксплуатирующиеся, Осокино-Александровское и ряд других. На Лебяжинском руднике скарны и магнетитовые руды содержат скопления редкоземельного апатита.

Контактово-метасоматические месторождения средне- и верхнедевонского возраста в пределах западной вулканогенной зоны восточного склона Урала представлены двумя группами:

а) месторождения Турьинских рудников, связанные с кварцевыми диоритами и гранодиоритами субвулканических интрузий, комагматичных роговообманковым порфиритам среднего девона, среди которых они залегают;

б) месторождения, связанные с диабазами габбро-диабазовой формации начала франского или конца живетского века (I Северный Рудник и месторождение Кара-Саир).

Одно из крупнейших в мире контактово-метасоматических месторождений — Магнитогорское — находится в западной вулканогенной зоне; генетически оно связано с гранитными и граносиенитовыми интрузиями Магнитогорско-Гумбейской формации субвулканического характера и непостоянного состава. Возраст скарново-рудного комплекса ранневарисский. Оруденение представлено магнетитовыми и мартитовыми рудами, слагающими мощную залежь пластового характера в известняках девона в контакте с гранитами.

В пределах Восточно-Уральского синклинория, сходного по металлогении с западной вулканогенной зоной, наиболее интересной представляется группа джетыгаринско-сарыобинских месторождений, связанных с гранодиоритами герцинского возраста.

Районы Восточного Зауралья

В последние десятилетия на территории Тургайского прогиба в Кустанайской области выявлены крупнейшие месторождения железа контактово-метасоматического типа, образующие новую железорудную провинцию — Тургайскую главную рудоносную зону. Последняя протягивается вдоль западного крыла крупного Кустанайского синклинория более, чем на 400 *км* при ширине 40—50 *км*. По геофизическим данным, полоса магнитных аномалий прослеживается на юг, возможно, вплоть до широты Аральского моря. Из двадцати вскрытых магнитных аномалий большая часть обусловлена наличием крупнейших железорудных месторождений контактово-метасоматического типа (Качарское, Сарбайское, Соколовское, Куржункульское месторождения и др.).

Магнетитовые месторождения пространственно и генетически связаны с гипабиссальными пластовыми интрузивными телами и крутопадающими дайками, прорывающими нижнекаменноугольную осадочно-вулканогенную толщу. Интрузивные породы, в основном диоритового состава (кварцевые и бескварцевые диориты, пироксеновые диорит-порфириты) и, реже, более кислого (граниты и гранит-порфиры района Качарского месторождения), по-видимому, принадлежат к поздним этапам развития геосинклинальной области. Рудно-скарновые тела имеют преимущественно линзовидную и пластовую формы и согласное залегание с вмещающими породами. Руды представлены несколькими минеральными типами: магнетитовыми, скаполито-магнетитовыми, мартитовыми, рудными скарнами и метасоматитами. По текстурно-структурным особенностям выделяются сплошные, вкрапленные, брекчиевидные и прожилковые руды. В верхних горизонтах до глубины 75 *м* магнетитовые руды окислены и превращены в мартитовые руды.

Железные руды Кустанайских месторождений по содержанию железа подразделяются на три промышленных сорта — богатые (среднее содержание железа более 50%), составляющие около 50% всей рудной массы; средние (от 30 до 50%) и бедные (от 20 до 30%). Кроме железных руд,

в некоторых месторождениях (лежачий бок Восточной залежи Сарбайского месторождения) развиты сульфидные пирит-пирротиновые руды с кондиционным содержанием кобальта (от 0,03 до 0,08, а в некоторых случаях 0,5%).

Следует отметить борную минерализацию, проявленную в виде прожилков датолита в Сарбайском месторождении.

Перспективы дальнейшего увеличения запасов железа региона возможны как за счет глубоких горизонтов уже известных месторождений, так и за счет новых объектов в северных районах Тургайской рудоносной полосы, протягивающейся предположительно до г. Тюмени, где она перекрыта толщей отложений мезо-кайнозоя мощностью до 1,5 *км*.

Перспективные запасы главной части Тургайской рудоносной зоны оцениваются в несколько миллиардов тонн.

Районы Казахстана и Средней Азии

На территории Казахстана и Средней Азии месторождения контактово-метасоматического типа весьма многочисленны, но почти все они отличаются незначительными размерами и сложной морфологией рудных тел. Среди них представляют интерес некоторые месторождения кеньтюбе-тогайской группы, являющиеся резервной базой Карагандинского завода, и ряд месторождений магнетитовых руд с кобальтовой минерализацией (Атансор, Саяк и др.). Последние связаны с интрузиями диоритов и сиенит-диоритов каледонского возраста поздних этапов развития подвижной зоны.

На территории Киргизской, Таджикской и Узбекской ССР ряд небольших месторождений контактово-метасоматического типа расположен в пределах варисского складчатого пояса Тянь-Шаня. Все они характеризуются небольшими размерами, сложной морфологией рудных тел и невысоким качеством руд, благодаря чему ни одно из них в настоящее время не разрабатывается. К промышленному типу относится Чокадам-Булакское месторождение в Северном Таджикистане (Карамазар).

Алтае-Саянская область

В пределах этой обширной области, охватывающей такие регионы, как Восточный и Западный Саян, Кузнецкий Алатау и Горную Шорию, Горный Алтай и Туву, месторождения контактово-метасоматического типа весьма многочисленны. Особенностью этого типа месторождений является рассредоточение их на относительно большой территории и концентрация основной массы запасов железных руд в небольшом числе крупных месторождений. В настоящее время в системе Кузнецкого металлургического комбината действующие рудники обеспечиваются запасами только пяти месторождений: Таштагольского, Темир-Тау, Одра-Баш, Шалымского и Шерегешского. Подготавливаются к эксплуатации крупнейшие Абаканское и Тейское месторождения.

В размещении месторождений на территории Алтае-Саянской области отмечается парагенетическая связь их с каледонскими интрузиями гранитоидов тельбесско-ирбинского комплекса поздних этапов развития подвижных зон.

Интрузивные рудоносные комплексы связаны с глубинными разломами, ограничивающими области межгорных прогибов на контакте их с каледонскими поднятиями, или приурочены к остаточным синклинальным зонам развития вулканогенно-осадочной формации в пределах крупных антиклинориев (Горношорский и др.). Крутопадающие зоны смятия в осадочно-вулканогенных толщах играют роль рудоконтролирующих структур.

Месторождения Таштагольское, Шалымское, Шерегешское и ряд других размещаются в пределах Таштагольской зоны, прослеживающейся в центральной части Горношорского антиклинория. В структурном отношении эта зона представляет собой сильно сжатую синклиналь, осложненную системой разрывов и сложенную хлорито-серицитовыми сланцами, порфиритами, мраморами верхнего и среднего кембрия, с подчиненным развитием терригенных отложений ордовика, прорываемых штоками грано-сиенитов.

К Тейскому рудоносному поясу, расположенному в зоне сочленения Горношорской складчатой области и Минусинской котловины, приурочены крупное Тейское месторождение, а также Тузухсинское, Эльген-Таг и вновь открытое Хайкеловское. Крупнейшее Абаканское месторождение, подготавливающееся к эксплуатации, расположено в области тектонического сопряжения Западного Саяна и южной части Минусинской котловины.

Весьма перспективной представляется Анзасская зона Западного Саяна с ее Анзасским месторождением и рядом крупных магнитных аномалий.

Месторождения Алтае-Саянской области характеризуются сложной морфологией рудных тел. На некоторых из них насчитывается до сорока рудных тел, часто очень сложного строения (Шалымское месторождение) и значительного размера. Протяженность рудных тел до 1200 *м* при мощности до 250 *м* (Тейское). По падению оруденение прослеживается более чем на 775 *м*.

Железные руды представлены в основном магнетитовыми и в значительно меньшей степени мартитовыми или полумартитовыми рудами, часто с большой примесью сульфидов, особенно цинка. Содержание железа колеблется от 20 до 55%. Для некоторых месторождений характерны присутствие в рудах кобальта, высокие содержания окиси магния (Тейское) и примесь молибдена.

Восточная Сибирь

Своеобразную провинцию контактово-метасоматических месторождений составляют месторождения Южно-Алданского и Нерчинско-Заводского железорудных районов, магнетитовые руды которых сопровождаются борсодержащими минералами.

Месторождения Южно-Алданского железорудного района локализуются в трех зонах, расположенных на расстоянии 35—50 *км* одна от другой: Сиваглинской (Сиваглинское, Пионерское и Комсомольское месторождения), Таежной (месторождения Таежное, Гематитовое, Магнетитовое и др.) и Десс-Савильской. Месторождения приурочены в основном к одному и тому же стратиграфическому горизонту иенгрской серии архейского метаморфического комплекса. Вмещающими породами являются магнезиальные скарны, переслаивающиеся с кристаллическими сланцами и гнейсами, интенсивно мигматизированными и гранитизированными, а местами прорванными жилами и дайками аляскитовых гранитов. Морфология рудных тел весьма сложная; протяженность до 1100 *м*, мощность до 100 *м*, глубина выклинивания 350—500 *м*.

Руды представлены магнетитовыми, мартитовыми и полумартитовыми разностями, содержание железа в которых колеблется в очень широких пределах — от 30 до 65%. Часто в комплексе с железными рудами встречается минерализация меди, кобальта, молибдена, вольфрама. Особый практический интерес представляет концентрация борсодержащих минералов как в магнетитовых рудах, так и во вмещающих породах. Так, в Таежном месторождении руды представлены людвигит-магнетитовыми и ашарит-магнетитовыми разновидностями и сопровождаются редкометальной минерализацией — кобальтом, вольфрамом и

молибденом. К такому же типу относится Магнетитовое месторождение.

В Нерчинско-Заводском железорудном районе известно месторождение Железный кряж и ряд других, характеризующихся значительной примесью в магнетитовых рудах борсодержащих минералов. Оруденение представлено магнетитовыми рудами с сульфидами и карбонатами, сопровождающимися магнетито-людвигитовыми и мономинеральными людвигитовыми рудами. Последние содержат до 15,8% борного ангидрита. Рудные тела простираются в длину до 1000 *м*, мощность их до 80 *м*. На глубину оруденение прослежено до 150 *м*.

ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Из многочисленных месторождений гидротермального типа, известных в различных районах Советского Союза (Закавказье, Средняя Азия, Казахстан, Урал и Сибирь), исключительный интерес представляют и имеют большое практическое значение месторождения Ангаро-Илимской железорудной провинции.

В пределах юго-восточной окраины Сибирской платформы ангаро-илимские месторождения (Рудногорское, Коршуновское и др.) располагаются в области проявления трапповых интрузий в краевой части платформы среди отложений кембро-силура и тунгусской свиты. Оруденение приурочено к трубкам взрыва, образовавшимся в связи с глубинными разломами в зоне сочленения складчатых структур. По форме проявления рудные тела весьма разнообразны — это рудные жилы, столбы, штоки, конфигурация и пространственное положение которых контролируется структурно-геологическими и литологическими особенностями вмещающих руды пород и характером проявившихся здесь дорудных тектонических нарушений.

Оруденение сопровождается весьма сильно выраженным гидротермальным изменением вмещающих пород с образованием скарноподобных пород.

По составу выделяются сплошные магнетитовые руды и их разновидности: хлорито-магнетитовые, кальцито-магнетитовые и др. По текстурным признакам выделяются массивные, оолитоподобные, такситовые, равномерновкрапленные, пористые и порошковатые руды.

Химический состав руд ангаро-илимских месторождений значительно отличается от состава магнетитовых руд контактово-метасоматического типа повышенным содержанием окиси магния (до 12,5%).

Запасы магнетитовых руд Ангаро-Илимского железорудного района могут вполне обеспечить создание мощной восточно-сибирской металлургической промышленности.

На территории Урала в пределах Западного рудного пояса гидротермальные месторождения представлены железноблесковыми и мартито-магнетитовыми рудами. К ним относятся Кутимское, Магдалинский Камень, Махмутовское месторождения гематитовых руд и др. Другой тип гематитового оруденения на Урале связан с диабазами и основными эффузивами среднего палеозоя в Карпинском районе.

В Тувинской автономной области Карасугское и Улатайское гидротермальные месторождения характеризуются гематито-барито-флюоритовыми рудами.

Небольшие гидротермально-метасоматические месторождения известны в Закарпатской области. К ним относятся месторождения гематитовых руд Раховского массива и ряд месторождений сидерита.

ОСАДОЧНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Месторождения осадочного типа, представленные бурыми и красными железняками и сидеритами, пользуются широким распространением среди отложений различного возраста — от докембрия до кайнозоя.

Колоссальные концентрации железных руд этого типа в целом ряде районов составляют около 30% всех железорудных ресурсов страны.

Крупнейшие скопления осадочных руд приурочены к отложениям протерозойского (гематитовые руды Ангаро-Питского района в Восточной Сибири), мелового (бурые железняки Аятского месторождения в Восточном Зауралье) и третичного возраста (бурые железняки Керченского бассейна, Приаральские и Лисаковского месторождения в Восточном Зауралье). Руды этих месторождений слагают линзовидные и пластовые залежи протяжением до нескольких десятков километров и мощностью до нескольких десятков метров. Содержание железа в них колеблется от 20—25 до 48—53%. Часто руды обладают высокой кремнистостью и загрязнены фосфором и мышьяком. Основная масса руд нуждается в обогащении и относится к классу труднообогатимых, так как требует применения дорогостоящих методов обогащения. К легко обогатимым и не требующим обогащения относится лишь небольшая часть руд (бурые железняки бакальской группы, Тульского и Липецкого железорудных районов и коричневые руды Керченского бассейна), которая и осваивается промышленностью, давая несколько более 15% общесоюзной добычи.

Керченский железорудный бассейн

Расположенный на территории Украинской ССР Керченский железорудный бассейн приурочен к отложениям верхнетретичного возраста (киммерийский ярус плиоцена), перекрытым верхнекиммерийскими, куяльницкими и четвертичными отложениями.

Железорудные месторождения представляют собой пластообразные рудные тела, расположенные в пределах замкнутых синклинальных структур (Камыш-Бурунская, Эльтиген-Ортельская, Кыз-Аульская, Катерлезская, Северная и Акманайская мульды).

По минералогическому составу, структурным особенностям и физическим свойствам руды подразделяются на три типа: коричневые, икряные и табачные. Коричневые руды залегают на окраинных участках мульд в зоне выветривания и являются в основном вторичными рудами, образовавшимися за счет окисления первичных табачных руд. Последние состоят из оолитов бурого железняка, сцементированных железисто-глинистым цементом с примесью вивианита. Икряные руды, характеризующиеся примесью марганца и отсутствием цемента, залегают в рудном теле в виде неправильных линзовидных залежей, также большей частью в зоне окисления. Табачные (неокисленные) руды залегают в центральных, более глубоких частях мульды.

Мощность рудных пластов изменяется по падению от 1 до 20 *м*. Средняя мощность 9—12 *м*. Углы падения пластов от одного до нескольких градусов, реже 10—12°. Глубина залегания их от поверхности колеблется в широких пределах от непосредственного выхода на поверхность до глубины 200 *м*. Среднее содержание железа на различных участках колеблется от 33,3 до 40,38%, при содержании марганца от 0,89 до 2,1% и фосфора от 0,6 до 1,07%. Из полезных примесей в руде присутствует ванадий (0,057—0,065%), из вредных — мышьяк (0,106—0,123%).

Керченский тип оруденения прослеживается широко в районах Северного Приазовья, в районах Присивашья и Таманского полуострова Кубанской низменности. К этому же типу относятся месторождения Приаральской провинции.

Приаральская железорудная провинция

Район месторождения представляет собой обширное плато, где оруденение приурочено к комплексу осадочных песчано-глинистых пород третичного (олигоценового) и четвертичного возраста.

В тектоническом строении района принимает участие ряд унаследованных синклинальных и антиклинальных структур в общем почти меридионального направления. К одной из них — Джиланской синклинали — приурочено крупнейшее месторождение Кок-Булак и железорудные выходы Богузнен, Кумбукс и Алтыказан. Кроме них известен еще ряд небольших месторождений.

Рудное поле Кок-Булакского месторождения вытянуто вдоль оси синклинали. Рудный горизонт представлен серией крупных пластообразных и линзообразных рудных тел с относительно спокойным, близким к горизонтальному залеганием, приуроченных к континентальным песчано-глинистым отложениям кутакбулакской свиты среднего олигоцена. Рудный горизонт залегает на глубине от 2—3 до 50 *м*. Протяженность рудного поля 38 *км*, ширина 2—5 *км*. Мощность рудного пласта от 1 до 50 *м*. Руды представлены оолитовыми, реже оолито-конгломератовыми бурыми железняками, рыхлыми или плотно сцементированными песчано-глинистым, гидрогётитовым или хлорито-сидеритовым цементом. Рыхлые (сыпучие) руды являются наиболее богатыми по содержанию железа. Среднее содержание железа 39,3%, серы 0,075%, фосфора 0,7%. В рудах присутствуют ванадий (0,01—0,07%), титан (0,31—0,55%), марганец (0,2—0,5%), кобальт (до 0,02%).

В непосредственной связи с приаральскими месторождениями находится Лисаковское месторождение, расположенное в пределах Тургайского прогиба. Оруденение, приуроченное здесь к аллювиальным осадкам кутакбулакской свиты среднего олигоцена, прослеживается более чем на 100 *км* при ширине полосы 1—8 *км*. Руды представлены оолитовыми бурыми железняками, частично обохренными, со средним содержанием железа 36,5%.

Перспективными в отношении этого типа оруденения являются районы, прилегающие к восточному склону Мугоджар и Южного Урала.

Аятский железорудный район

Геологические и палеогеографические условия, благоприятные для образования оолитовых железных руд аятского типа существовали на сравнительно ограниченном отрезке времени (верхний турон — сантон), когда на территории Кустанайского поднятия туронское море было мелководным, а крупные лагуны и заливы были окружены поднятыми участками с мощной корой выветривания.

Рудный горизонт приурочен к верхней части аятской свиты турона и прослеживается в широтном направлении на 80 *км*, залегая почти горизонтально. По минералогическому составу руды довольно однообразны и представлены первичными (оолитовыми сидерито-лептохлоритовыми) и окисленными (лептохлоритовыми) разновидностями. Запасы руд огромны.

Перспективные районы в отношении нахождения руд аятского типа намечаются к югу от г. Кустаная.

Урал

На территории Урала выделяется две провинции осадочных месторождений сидеритов и бурых железняков. Первая расположена в пределах Западного рудного пояса (Западный склон Урала) в зоне развития древних протерозойских и отчасти палеозойских свит, слагающих Башкирское поднятие. Вторая, Орско-Халиловская провинция южных предгорий Уральского хребта, приурочена к Баймакской синклинальной зоне, сложенной толщей осадочных и эффузивных пород верхнедевонского и нижнекарбонового возраста.

Оруденение Башкирской провинции парагенетически связано с отложениями различных свит протерозоя: бакальской (юшинской), зигазино-комаровской, авзянской, инзерской и миньярской. В этой провинции наиболее крупной является группа бакальских месторождений, приуроченных к верхнебакальскому и нижнебакальскому горизонтам бакальской свиты, сложенным известняками, доломитизированными известняками и доломитами. К юго-западу от нее расположены месторождения Катав-Ивановского железорудного района, приуроченные к отложениям авзянской и зигазино-комаровской свит. К ним относятся месторождения первухинской, катав-ивановской групп и др. Еще южнее размещается Инзерский железорудный район, месторождения которого приурочены к сланцам малоинзерской толщи авзянской свиты. К югу этот район переходит в важнейший Зигазино-Комаровский железорудный район Башкирии.

Бакальское рудное поле представляет собой крупную синклинальную складку, строение которой осложнено системой сбросов и дайками диабаза. Форма рудных тел — пластообразные залежи, гнезда и линзы. В верхних горизонтах (до глубины 300 *м*) рудные залежи сложены окисленными рудами (бурые железняки, турьиты) с содержанием железа от 34 до 55%, представляющими основную промышленную ценность. На глубине они сменяются первичными рудами — сидеритами с содержанием железа от 20 до 40%. Существовавшее ранее мнение о гидротермальном генезисе бакальских руд не подтверждается последними данными разведки: большой фактический материал свидетельствует об их осадочном генезисе (Д. В. Наливкин, А. Е. Малахов). Вторая гипотеза открывает значительные перспективы обнаружения карбонатных руд и за пределами уже известных контуров Бакала.

Месторождения зигазино-комаровской группы стратиграфически приурочены к двум горизонтам: к основанию малоинзерской толщи авзянской свиты и к туканской толще зигазино-комаровской свиты. В Зигазино-Комаровском районе разведано около 30 месторождений бурых железняков. Наибольшее значение имеют разрабатываемые месторождения Тукан и Западная Майгашля, обладающие крупными запасами и хорошим качеством руд. Провинция бурожелезняковых и сидеритовых руд прослеживается еще южнее по западному склону Урала, охватывая Белорецкий, Авзянский железорудные районы и ряд других.

Рассматриваемые месторождения характеризуются двумя типами руд: первичными сидеритовыми рудами и бурожелезняковыми рудами зоны окисления, представленными турьитом и лимонитом.

Открытие новых месторождений в пределах Башкирского поднятия мало вероятно, к перспективным можно отнести лишь Вязинский и Катав-Ивановский районы.

Для Орско-Халиловской провинции железо-хромо-никелевых промышленных руд характерны месторождения железняков следующих генетических типов: 1) осадочные месторождения халиловского типа, 2) осадочные месторождения в отложениях верхнего мезозоя, 3) месторождения коры выветривания основных и ультраосновных пород. Наибольший интерес представляют осадочные месторождения железо-хромо-никелевых руд халиловского типа. Они залегают под континентальной юрско-меловой толщей на неровной поверхности коры выветривания серпентинитовых массивов. Рудные тела имеют форму пластов с неровной нижней поверхностью и с извилистыми контурами. Средняя мощность рудного пласта 3—4 *м*.

Несколько другой характер имеют бурые железняки Аккермановского месторождения, залегающие на неровной размытой поверхности известняков нижнего карбона. Рудные тела имеют неправильную форму, зависящую от очертаний и размеров карстовых углублений в подстилающих породах.

По составу выделяются преобладающие гидрогётит-хлоритовые грубослоистые руды, подстилающиеся тонкослоистыми рудами и перекрывающиеся бобово-оолитовыми и конгломератовыми бобовыми рудами. Содержание железа в рудах колеблется от 28 до 45%. Содержание легирующих примесей возрастает с глубиной. Большинство исследователей склоняется к мнению об осадочном генезисе этих месторождений. Образование бурых железняков происходило в водных бассейнах путем накопления механических осадков первичных продуктов выветривания серпентинитов и химических осадков, диагенетически преобразованных в железистые хлориты. При выходе на поверхность хлориты под влиянием грунтовых вод были частично разложены и замещены гидратами окиси железа.

В данный момент из месторождений этого типа эксплуатируется Ново-Киевское и подготавливается к добыче Аккермановское. В Орско-Халиловском районе перспективным в отношении нахождения новых железорудных месторождений является ряд участков Баймакской депрессии.

Сибирь и Северо-Восток

На территории Западной Сибири в районе г. Колпашево в последнее время открыт крупнейший бассейн осадочных железных руд.

В пределах Западно-Сибирского бассейна в отложениях верхнего мела установлены два горизонта оолитовых бурожелезняково-сидеритовых руд, по возрасту относящихся к турону и маастрихту. В районе г. Колпашево глубина залегания кровли маастрихтского рудного горизонта колеблется в пределах 190—240 *м*. Средняя мощность его на площади около 900 *км*² составляет 12 *м*. Среднее содержание железа 36%.

К югу и западу от г. Колпашево на площади 10 тыс. *км*² установлено увеличение мощности рудного горизонта, улучшение качества руд и уменьшение глубины их залегания.

В Восточной Сибири, в пределах восточной окраины Енисейского кряжа, расположен Ангаро-Питский железорудный район, территория которого сложена карбонатно-терригенными отложениями нижнеангарской свиты верхнего протерозоя. Из многочисленных месторождений этого района наиболее крупным является Нижне-Ангарское. Вторым крупным месторождением, по-видимому, окажется Ишимбаевское.

Рудоносная толща мощностью 60—90 *м* прослеживается в крыльях Дашкинской синклинали и слагается весьма разнообразным комплексом отложений: песчано-глинистыми, песчаниками, конгломератовидными (гравелитовыми) рудами, рудными конгломератами и брекчиевидными (осадочными) рудами. По составу руды представлены следующими разновидностями: гематитовыми (гидрогематитовыми), гематито-магнетитовыми, песчанистыми и глинистыми гематитовыми и гематито-сидеритовыми рудами. Выделяются руды первого сорта (содержание железа более 50%) и второго сорта (35—50%), требующие обогащения. По генезису месторождение относится к морским прибрежным образованиям.

Перспективы расширения рудной базы Ангаро-Питского железорудного района весьма значительны как за счет детальной разведки известных месторождений, так и обнаружения новых путем проверки магнитных аномалий в этом районе.

Месторождение Победное, являющееся единственным месторождением железных руд на огромной территории Северо-Востока, размещается в пределах восточной части так называемого главного палеозойского поля. Оруденение здесь приурочено к интенсивно складчатой толще карбонатных отложений девонского возраста. Рудный гори-

54553

зонт слагается богатыми гематитовыми рудами и прослеживается на расстоянии 45 *км*. Перспективы расширения железорудной базы Северо-Востока еще не выяснены.

МЕТАМОРФОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФОРМАЦИИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ

Метаморфогенные месторождения формации железистых кварцитов докембрия и нижнего палеозоя имеют огромное распространение на территории СССР и отличаются колоссальными ресурсами железных руд. Исключительной особенностью некоторых месторождений этого типа является наличие богатых руд сложного генезиса, парагенетически тесно ассоциирующих с железистыми кварцитами. Последние наиболее широко распространены на западе Русской платформы, где они, образуя большую железорудную провинцию, известны на севере Кольского полуострова и в Карелии, в районах Прибалтики, Белоруссии, КМА и в Криворожско-Кременчугском бассейне. Вторым значительным по размерам районом распространения железистых кварцитов является Хинганская провинция железистых кварцитов Дальнего Востока и Уссурийского края.

Крупные запасы железистых кварцитов сосредоточены также в районах Алдана и Казахстана, на территории Восточных и Западных Саян, в Тувинской республике, в Якутии и на Урале. Формация железистых кварцитов обладает различными типами руд, из которых преобладающее значение имеют полосчатые железистые кварциты и парагенетически с ними связанные богатые гематито-мартито-магнетитовые и сидерито-магнетитовые руды. Подчиненную роль играют месторождения магнетитовых и гематитовых руд в толще кристаллических сланцев докембрия, отличающихся от железистых кварцитов текстурно-структурными особенностями и условиями генезиса (Южная Якутия, Эстония, Кольский полуостров и др.).

Карело-Кольский регион

Месторождения железистых кварцитов приурочены к отложениям вулканогенно-железисто-кремнистой формации ранних этапов развития верхнеархейского подвижного пояса. По особенностям фациально-литологического состава отложений на территории региона выделяются три пояса развития месторождений железистых кварцитов: Восточно-Карельский, Западно-Карельский и Кольско-Имандровский.

Среди многочисленных месторождений железистых кварцитов к наиболее крупным относится Оленегорское, являющееся сырьевой базой Череповецкого металлургического завода. На территории Карелии детально разведано и передано промышленности для освоения Костамукшское месторождение.

В структурном отношении рудные поля этого региона представляют собой корневые части сильно сжатых синклинориев, прослеживающихся по простиранию от 15 (Костамукшское) до 50 *км* (Имандровские). Мощность рудных залежей до 360 *м*.

Руды представлены только магнетитовыми и гематито-магнетитовыми кварцитами, требующими обогащения. Богатые руды типа криворожской синьки на территории Карело-Кольского региона отсутствуют.

Криворожский железорудный бассейн

Криворожский бассейн является одним из крупнейших в мире по запасам железа при исключительно высоком качестве руд.

Составляя часть обширной провинции железистых кварцитов докембрия Европейской части СССР, Криворожский бассейн располагается

в районе Среднего Приднепровья в центральной части Украинского кристаллического щита.

Месторождения железных руд и ряд сочетающихся с ними рудных участков, именуемых магнитными аномалиями, размещаются в пределах более или менее выдержанных четырех поясов развития эффузивно-осадочных комплексов верхнего архея — нижнего протерозоя, обычно подчиненных субмеридиональным и северо-западным складчатым структурам и располагающихся в зоне шириной более 200 *км*. На севере они уходят за границы Украинского кристаллического массива и прослеживаются севернее Днепровско-Донецкой впадины в виде Курских магнитных аномалий.

Первый пояс охватывает Криворожский бассейн и Кременчугскую магнитную аномалию и имеет общую протяженность около 230 *км*. Второй — располагается к востоку от Кривого Рога и составлен Верховецкой и Чертомлыкской магнитными аномалиями. Третий пояс составляет группа Запорожских аномалий, прослеженных вдоль р. Конки, продолжением которых на юге является Мало-Безозерская аномалия. Четвертый пояс образован многочисленными участками железистых метасоматитов, объединяемых широкой зоной Орехово-Павлоградской магнитной аномалии. На южном продолжении ее находятся месторождения Корсак Могилы и Каменной Могилы.

Криворожская (Саксаганская) железорудная формация, слагающая огромные площади в пределах перечисленных поясов, смята в систему сложных складок — крупных синклинориев, осложненных антиклинальными поднятиями.

В пределах железорудной формации выделяется два основных типа руд: 1) железистые кварциты, представляющие собой бедные руды, требующие обогащения, и 2) богатые железные руды, составляющие основную ценность Криворожского бассейна.

Среди метаморфических месторождений богатых руд по генетическим особенностям выделяются следующие типы:

1) Саксаганские месторождения красково-мартитовых руд, составляющих более 90% всех запасов Криворожья;

2) месторождения красково-мартито-магнетитовых руд;

3) магнетитовые месторождения, связанные с процессами щелочного метасоматоза;

4) месторождения, связанные с процессами окварцевания;

5) месторождения коры выветривания.

В пределах Криворожского бассейна насчитывается около 300 рудных залежей богатых руд, характеризующихся значительным разнообразием форм, размеров, условий залегания, но в общем подчиненных условиям залегания вмещающих их железистых кварцитов и вместе с ними прослеживающихся на большие глубины. Наиболее широко распространен тип столбообразных неправильной формы залежей, приуроченных к крыльям складчатых структур, реже встречаются штоковидные залежи, приуроченные к шарнирам крупных синклинальных структур. Размеры их колеблются от 100 до 500 *м*, реже 1000 *м* в длину, при ширине 10—30, иногда 100 *м*.

Также широко распространен тип пластообразных залежей, приуроченных к зонам надвигов и сдвигов вдоль контакта с надрудной толщей. Эти залежи прослеживаются на несколько километров по простиранию при мощности 10—15 *м* и большой протяженности на глубину.

По минералогическому составу в Криворожском бассейне различают четыре основных промышленных типа руд: гематито-мартитовые, магнетитовые, гидрогематитовые и бурожелезняковые. Преимущественным развитием пользуются гематито-мартитовые руды, наиболее богатые и не содержащие серы, составляющие более 90% всех запасов бассейна.

В генетическом отношении месторождения железистых кварцитов относятся к типу осадочных, преобразованных процессами метаморфизма. В отношении генезиса богатых руд единого мнения нет. По-видимому, следует признать наличие двух типов богатых руд: связанных с процессами гипергенеза и образовавшихся в гипогенных условиях.

В послереволюционное время разведочные работы в районе Криворожского рудного пояса получили широкое развитие. В последние годы было открыто и разведано Кременчугское месторождение, а также выявлено большое количество новых залежей. В настоящее время резко увеличены запасы известных залежей железных руд. В результате разведочных работ получен огромный материал, облегчающий изучение структуры и генезиса месторождений Криворожского рудного пояса.

Район Курских магнитных аномалий

Развитие черной металлургии центральных районов Европейской части СССР обеспечивается колоссальными запасами железных руд метаморфогенного типа района Курской магнитной аномалии. В ближайшие годы здесь предусматривается широкое использование как богатых сидерито-мартитовых руд, так и железистых кварцитов, требующих обогащения.

Район Курских магнитных аномалий (КМА) является одним из крупнейших железорудных бассейнов мира и представляет собой самый крупный бассейн железных руд на территории Советского Союза. Протяженность его (от Харькова до Барятино) около 600 *км*, ширина около 200 *км*, площадь около 120 тыс. *км*^{2}.

В юго-западном направлении бассейн КМА через ряд промежуточных аномалий (Роменскую, Миргородскую и др.) соединяется с Криворожско-Кременчугским бассейном.

Территория Курского железорудного бассейна приурочена к западному крылу крупного сводового поднятия Русской платформы — Воронежской антеклизы и выходит за ее пределы на территорию Московской и Украинской впадин Русской платформы.

Геологическое строение КМА определяется наличием двух различных по составу и условиям залегания комплексов пород: 1) интенсивно-складчатого кристаллического основания докембрийского возраста, представленного железистыми кварцитами, кристаллическими сланцами, известняками, гнейсами и прорывающими эти породы интрузиями; 2) осадочной толщи (почти горизонтального залегания), трансгрессивно покрывающей докембрийские породы и представленной палеозойскими, мезозойскими и кайнозойскими отложениями.

Структура докембрия всей территории Курского железорудного бассейна трактуется как громадный антиклинорий северо-западного простирания, западное и восточное крылья которого, фиксируемые двумя зонами магнитных аномалий, также тектонически сложны и представляют собой синклинальные и антиклинальные структуры вторых и более высоких порядков.

Восточная зона берет свое начало к северу от г. Валуйки и тянется до района г. Малоархангельска. В пределах этой зоны, в структурном отношении представляющей собой крупный синклинорий, выделяются наиболее крупные рудные поля Щигровского, Коробковского, Салтыковского, Ястребовского, Лебединского, Осколецкого и Тимского участков. Западная зона прослеживается почти от г. Волчанска через Белгород и Обоянь к Льгову, откуда разветвляется на две подзоны. В Восточной подзоне, протягивающейся почти до Шавлыкино, расположены Яковлевское, Гостищевское, Тетеревинское, Малиновское и Ольховатское месторождения.

В рудной толще Курского железорудного бассейна по типу железных руд, определяющемуся условиями генезиса и процессами формирования, выделяются три зоны (снизу вверх):

1) первичные неокисленные и неизмененные железистые кварциты (магнетитовые кварциты и, реже, железнослюдковые разновидности);

2) окисленные, измененные и частично дезинтегрированные железистые кварциты (нижняя зона коры выветривания);

3) кора выветривания железистых кварцитов (верхняя зона), сильно ожелезненная, превращенная в остаточные богатые железные руды.

Мощность толщи железистых кварцитов 200—350 *м*. Среди них выделяются магнетитовые, гематитовые (железнослюдковые) и гематито-магнетитовые (преобладающие) кварциты со средним содержанием железа 33—35%. Генетически они относятся к типу осадочных, регионально-метаморфизованных руд. На отдельных участках в толще железистых кварцитов в подчиненном количестве встречаются карбонатно-магнетитовые руды гипогенного типа.

Окисленные кварциты и остаточные руды образуют как площадной тип коры выветривания, при котором богатые руды залегают плащеобразно на поверхности (на головах) железистых кварцитов, так и линейный (трещинный) тип коры выветривания, когда руды залегают в виде пластообразных тел или рудных столбов среди железистых кварцитов. Мощность рудной толщи зоны выветривания колеблется от 1—2 до 25—40 *м*, достигая 270 и даже 350 *м* в Белгородском районе. Длина залежей от 50 *м* до 3,5 *км*, ширина от 15 до 300 *м*. Нижняя граница (подошва) залежей остаточных руд неровная, извилистая и располагается на различных гипсометрических уровнях (от 2 до 80 *м*). Мощность толщи перекрывающих пород от 25 до 530 *м*.

По минералогическому составу выделяются сидерито-гематитовые (мартитовые и железнослюдковые) сидерито-мартитовые-гидрогематитовые, гематито-гидрогетитовые, гидрогетитовые и магнетито-мартитовые руды. Содержание железа от 47 до 66%. Образование руд обусловлено процессами выветривания.

Запасы железистых кварцитов КМА огромны. Запасы богатых руд в недавно открытом Белгородском железорудном районе более 1 млрд. *т*. В настоящее время производится опытная эксплуатация железистых кварцитов на Южно-Коробковском участке и подготавливаются к освоению другие участки.

Урал и Казахстан

Метаморфогенные месторождения железистых кварцитов Урала приурочены к кристаллическим сланцам нижнего протерозоя, прослеживающимся на значительное расстояние. Оруденение представлено линзообразными и пластообразными залежами пироксено-магнетитовых кварцитов, подчиненными определенному горизонту.

В пределах Центрального Казахстана Карсакпайский железорудный район протягивается в виде узкой полосы в меридиональном направлении на расстоянии до 350 *км*. В состав бассейна входит семнадцать рудных участков. Из них крупнейшими по запасам являются месторождения Балбраун и Керегетас, находящиеся в наиболее выгодных, по сравнению с остальными участками, экономических условиях. Наряду с железистыми кварцитами здесь в подчиненном количестве развиты богатые руды типа криворожской синьки.

Месторождения железистых кварцитов в последние годы открыты на территории Алтае-Саянской области. Они парагенетически связаны с кварцито-сланцевыми отложениями верхнего протерозоя, слагающими ряд синклинорных зон в районах нагорья Сангилен в юго-восточной части Тувы (Магурское месторождение), Западного Саяна (Джебашское

и др.), Кузнецкого Алатау (Сентябрьское и др.) и в пределах Восточного Саяна (Сосновый Байц и другие из Онотской группы и Кушкерское месторождение).

Малый Хинган

Значительную часть выявленных в настоящее время запасов железных руд Дальнего Востока составляют месторождения железистых кварцитов Малого Хингана, приуроченные к нижнепалеозойским выступам Хингано-Буреинской структурно-фациальной зоны.

В строении месторождений принимает участие толща морских глубоководных терригенных и химических осадков, в различной степени метаморфизованных, синийского, а также средне- и нижнекембрийского возраста, содержащая промышленные концентрации железа (в виде железистых кварцитов) и марганца.

В настоящее время на Малом Хингане известно более двадцати выходов на поверхность железорудной толщи, объединяемых территориально в две группы: Северо-Хинганскую (месторождения: Кимканское, Кайланское, Старо-Дитурское, Южно-Дитурское, Сары-Накское, Сохатухинское, Северо-Лондоковское, Северо-Мурандавское и др.) и Южно-Хинганскую (Юго-Западное, Столбухинское и др.).

Железные руды представлены полосатыми железистыми кварцитами, кварцево-гематитовыми сланцами, магнетитовыми и магнетит-гематитовыми кварцитами, образующими пластовые залежи. Руды относятся к категории бедных, требующих обогащения.

Зее-Селемджинский район

Железорудные месторождения этого района (Гарь, Лебедиха, Мамын, Селемджик и др.) расположены в пределах Зейско-Шантарской структурно-фациальной ветви Монголо-Охотской геосинклинали.

Месторождения приурочены к контакту гранитоидов мамынско-гарьского комплекса ранних этапов развития подвижной зоны с известняками и эффузивами так называемой тункурингрской свиты. Верхняя возрастная граница интрузивного комплекса условно определяется как силур.

Вмещающие породы месторождений (порфириты, спилиты?) подверглись интенсивному натровому метасоматозу с образованием альбититов и пород, содержащих щелочные амфиболы и пироксены.

Руды представлены тремя типами: сплошными магнетитами, полосчатыми магнетитами и вкрапленными контактовыми роговиками или скарнами, содержащими магнетит. Первые два типа пользуются наибольшим распространением. Среднее содержание в них растворимого железа 47—86%; фосфора 0,20% и серы 1,07%.

В генетическом отношении месторождения представляют собой первичные эффузивно-осадочные образования, преобразованные контактово-метасоматическими процессами.

МЕТАМОРФИЗОВАННЫЕ ОСАДОЧНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

Метаморфизованные осадочные месторождения железных и ассоциирующих с ними марганцевых руд в промышленных масштабах проявляются на территории Центрального Казахстана. К ним относятся крупные месторождения Атасуйской группы и ряд небольших месторождений Успенской группы, расположенные в западной части сарысу-тенизских субгеосинклинальных наложенных структур, формировавшихся на жестком докембрийском и нижнепалеозойском основании в период от верхнего девона до верхнего палеозоя.

Атасуйские месторождения (Караджал, Большой Ктай, Малый Ктай, Джумарт и др.) приурочены к красноцветной толще мелководных кремнисто-карбонатно-мергелистых отложений фаменского яруса, слагающей северное крыло Джаильминской мульды. Оруденение представлено богатыми гематитовыми и частично магнетитовыми рудами, слагающими крупную пластовую залежь. Кроме того, здесь известны пласты богатых браунитовых и псиломелановых руд. Наряду с окисными рудами в этих месторождениях присутствуют также фации карбонатных железных и марганцевых руд. Атасуйские месторождения являются основной сырьевой базой для Карагандинского металлургического завода.

В настоящее время мощная металлургическая промышленность Советского Союза базируется в основном на железорудных месторождениях трех типов — метаморфогенного (Украина), контактово-метасоматического (Урал, Западная Сибирь и Закавказье) и осадочного (Центральный промышленный район и Урал). Перспективы дальнейшего развития отечественной черной металлургии тоже, очевидно, заключаются в промышленном освоении большого числа крупнейших новых месторождений тех же главных типов, из которых часть уже разведана, а некоторые находятся в стадии подготовки к эксплуатации.

Из сделанного обзора главных железорудных районов нашей страны видно, что наиболее перспективными в отношении контактово-метасоматических месторождений являются: район Восточного Зауралья (Тургайского прогиба) с его громадными недавно открытыми месторождениями, район Горной Шории и южной части Минусинской котловины с многочисленными и частью весьма крупными месторождениями и Южно-Алданский железорудный район в Восточной Сибири, тоже недавно открытый и много обещающий.

В отношении открытия новых месторождений осадочного типа, особенно перспективными, помимо старых районов на обоих склонах Урала и в Европейской части СССР, возможности которых еще далеко не исчерпаны, являются Западно-Сибирский бассейн с его бурожелезняково-сидеритовыми рудами, гематитовые руды Ангаро-Питского района в Восточной Сибири, а также бурые железняки Тургайского прогиба (Аятский район) и Приаралья. Весьма перспективным является также Ангаро-Илимский район Восточной Сибири с его гидротермальными гематитовыми рудами. Наибольшие же запасы железа несомненно заключаются в метаморфогенных месторождениях типа железистых кварцитов, развитых на громадных площадях как в западной части Русской платформы, так и в ряде районов Восточной Сибири (Хинган, Зее-Селемджинский район) и Центрального Казахстана (Карсакпайский район).

Железные руды последнего типа представляют мощный резерв для социалистической металлургии, отдельные части которого или осваиваются промышленностью (Кольский полуостров) или намечены к освоению в ближайший период (район Курских магнитных аномалий).

ТИТАН

В течение последнего десятилетия на территории Советского Союза открыт и освоен ряд крупных месторождений титановых руд, обеспечивающих развитие отечественной титановой промышленности. Месторождения относятся к различным генетическим типам, однако промышленные концентрации титановых руд связаны в основном с месторождениями магматического и осадочного типов.

МАГМАТИЧЕСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

К раннемагматическим (сегрегационным) месторождениям относится Пудожгорское месторождение ванадистых железо-титановых руд, расположенное на территории Южной Карелии. Близким аналогом его

является известное в этом же районе Койкарское месторождение, а на Урале — Юбрышкинское. Все они связаны с формацией габбро-диабазов, относящихся к типу пологозалегающих близповерхностных малых интрузий, формирующихся в условиях начальной стадии развития платформы или конечных этапов развития подвижных зон (в областях переходного типа).

Руды представлены вкрапленниками магнетита с ильменитом в диабазах нижней части интрузивных тел. На ильменит эти комплексные руды не обогащаются, но используются для получения высококачественных ванадистых сталей и высокотитанистого шлака.

Значительная группа промышленных месторождений титановых руд Советского Союза по генезису относится к позднемагматическим.

По особенностям тектонической локализации интрузивных комплексов, вмещающих титановое оруденение, среди позднемагматических месторождений отчетливо выделяются два типа. К первому из них относятся месторождения, связанные с дифференцированными интрузиями ультраосновных и основных пород, образовавшихся в ранние этапы развития подвижных зон (Урал, Кузнецкий Алатау, Саяны). Второй тип — это месторождения, приуроченные к массивам основных пород существенно габбро-анортозитового состава, формировавшимся в условиях платформенного режима или переходного к платформе (Карело-Кольский регион, Украина, Кузнецкий Алатау и другие районы СССР).

На территории Кольского полуострова известны Цагинский массив габбро-анортозитов протерозойского возраста, Елетьозерский, Гремяха-Вырмес и другие массивы основных и щелочных пород палеозойского возраста, характеризующиеся в основном вкрапленными рудами с подчиненным развитием сплошных руд. Украина известна своими интрузивными массивами габбро-анортозитового состава (Волынский, Городищенский и др.), содержащими вкрапленное титановое оруденение.

Среди Уральских месторождений наиболее перспективным является Кусинско-Копанский рудный район западного склона Урала, где титановое оруденение связано с массивами габброидных интрузий протерозойского и нижнепалеозойского возраста. Оруденение здесь представлено как сплошными рудами, слагающими жилообразные тела, так и зонами вкрапленников. Руды представлены агрегатом зерен ильменита и магнетита с переменным количеством силикатных минералов.

К несколько отличному типу относятся месторождения качканарской группы восточного склона Урала, залегающие в ультраосновных породах — дифференциатах габброидного комплекса (габбро-пироксенит-перидотитовая формация среднего палеозоя). Оруденение выражено зонами вкрапленников магнетита в срастании с ильменитом, а также небольшими шлирообразными телами сплошных руд. В Алтае-Саянской области в последние годы выявлен целый ряд габбровых титаноносных интрузивных массивов.

Из них наиболее перспективными являются массивы основных пород подлысанской группы в северо-западной части Восточного Саяна. Оруденение носит комплексный характер и представлено зонами вкрапленных ильменитовых и ильменито-магнетитовых руд в пироксенитах и серпентинитах.

Кузнецкий Алатау характеризуется тремя типами титаноносных формаций: габбровой, приуроченной к образованиям ранних этапов развития подвижной зоны (Синявинское и др. месторождения); габбро-норитовой комплексной формацией платформенного типа (Патынское, Культайгинское и другие месторождения) и габбро-диабазовой ильменитоносной формацией постпермского возраста района Кузбасса (Макаринское и др.).

На территории Алтайского края в последние годы обнаружен ряд габброидных сильно дифференцированных массивов с ильменито-магне-

титовым оруденением (Харловский и др.). В Восточной Сибири и на Дальнем Востоке выявлены Каларский, Джугджурский и другие титаноносные массивы. Месторождения в этих массивах представлены как телами сплошных руд, так и зонами вкрапленников.

Кроме перечисленных месторождений титановых руд собственно магматического типа, на территории СССР имеется группа эндогенных сложных месторождений магмато-пегматоидного типа. Все они приурочены к платформенным многофазным, сложного петрографического состава, интрузиям ультраосновных и щелочных пород. Массивы относятся к кольцевым коническим интрузиям центрального типа. Титановое оруденение, связанное с этими интрузиями, весьма разнообразно и представлено комплексом титансодержащих минералов: в основном, кнопитом, магнетитом в срастании с ильменитом, в незначительном количестве ильменитом, сфеном, пирохлором. Руды главным образом вкрапленные, реже они слагают жилообразные и шлировые тела (Кольский полуостров, Карелия, северная часть Сибирской платформы и другие районы).

В породах щелочных массивов Хибинских и Ловозерских тундр проявляются сфеновое и лопаритовое оруденения.

ОСАДОЧНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Образующиеся за счет разрушения коренных месторождений титана, габброидных и щелочных пород, а также пород древнего метаморфического комплекса или гранитоидов осадочные месторождения титана на территории СССР весьма разнообразны. Среди них особенно широким развитием пользуются россыпи третичные континентальные (Тургай, Украина) и прибрежно-морские (Украина), а также четвертичные флювиогляциальные и современные аллювиально-делювиальные (Украина).

В выявленном недавно Тургайском титаноносном районе продуктивная толща — индрикотериевая свита среднего олигоцена — в литологическом отношении является сложной и принадлежит фации руслового и пойменного аллювия. Циркон-ильменитовые и ильменитовые россыпи относятся здесь к типу косовых россыпей, областью питания которых служили районы Южного Урала и Казахского нагорья.

Ильменитовые россыпи Украины обязаны своим происхождением размыву коры выветривания Волынского и других габбро-анортозитовых массивов, а украинские месторождения ильменито-рутило-цирконовых песков в толще прибрежно-морских песчаных отложений палеогена — неогена образовались за счет размыва серии метаморфических пород.

ОСАДОЧНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТИТАНА В ДРЕВНЕЙ КОРЕ ВЫВЕТРИВАНИЯ

Месторождения этого типа известны на территории Украины и в районах распространения габбро-анортозитовых массивов (Волынский, Коростенский и др.). Образование их связано с выносом щелочей, кальция, магния, железа и, частично, кремния из древней коры выветривания, перекрывающей массивы основных и щелочных пород, обогащенных титановыми минералами. Обогащенная ильменитом кора выветривания отмечается и на массивах основных пород Южного Урала, Мугоджар, Казахстана и Западной Сибири.

МЕТАМОРФОГЕННЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ

На территории СССР широко распространены проявления титановых руд, связанные с концентрацией титановых минералов в метаморфических толщах. Наиболее перспективными районами, где могут быть встречены такие месторождения титана, являются Енисейский кряж, Анабарский щит, Западный Саян, Кузнецкий Алатау и др.

МАРГАНЕЦ

Из стран с высокоразвитой металлургической промышленностью только Советский Союз обладает крупными месторождениями высококачественных марганцевых руд. Ресурсы этого минерального сырья полностью удовлетворяют потребность нашей промышленности и позволяют экспортировать его на внешний рынок.

В подавляющем большинстве случаев известные в Советском Союзе марганцевые месторождения относятся к типу осадочных и метаморфогенных (осадочных метаморфизованных) месторождений. Из остальных типов наиболее широко развиты месторождения выветривания и ничтожную роль играют месторождения гидротермального типа.

ОСАДОЧНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В Советском Союзе месторождения марганцевых осадочных руд имеют различный возраст: третичные (олигоценовые), представляющие наибольший интерес для черной металлургии, нижнепермские, нижнекарбоновые и кембрийские.

Украино-Кавказо-Уральская олигоценовая провинция

При значительном распространении палеогеновых отложений, особенно в Европейской и Западно-Сибирской частях СССР, марганцевые месторождения, с ними связанные, встречаются лишь на некоторых обособленных участках.

На территории Украинской ССР промышленные месторождения марганцевых руд сосредоточены в Приднепровском бассейне, объединяющем три крупных рудных района — Никопольский, Больше-Токмакский и Ингулецко-Днепровский, общей площадью более 1000 *км*^{2}.

Крупнейший Никопольский марганценосный район стоит на первом месте среди марганцеворудных районов Советского Союза в отношении удовлетворения потребностей отечественной черной металлургии. Преобладающим типом руд является первично-окисный. В последние годы открыты карбонатные марганцевые руды. Отрицательным свойством никопольских руд является повышенное содержание в них фосфора (среднее 0,2—0,3%).

Больше-Токмакский рудный район, расположенный на левобережье р. Днепра, имеет значительную протяженность. Руды представлены здесь преимущественно карбонатными разностями (около 90% общих запасов), залегающими на глубине от 30 до 120 *м*, при средней мощности пласта около 2,0 *м*.

В Ингулецко-Днепровских месторождениях распространены как окисные, так и карбонатные руды, по типу аналогичные никопольским рудам.

Не менее важную роль играют месторождения, известные в Закавказье. Среди них Чиатурское месторождение пользуется мировой известностью как по качеству своих руд, так и по их запасам. Неподалеку от него находится Аджамети-Чхарское месторождение того же типа. На Северном Кавказе к числу крупных по запасам месторождений относится Лабинское месторождение сравнительно бедных руд.

В пределах Северного Урала марганценосные толщи палеогеновых отложений прослеживаются вдоль восточной границы палеозойского выступа на протяжении более 200 *км*. Здесь с ними связаны Полуночное, Марсятское, Ивдельское и ряд других месторождений. И, наконец, на территории восточного побережья Каспийского моря расположено Мангышлакское месторождение.

Отмеченные крупные марганцеворудные районы характеризуются приуроченностью рудных залежей к областям развития морских мелко-

водных кремнистых осадков олигоценового возраста, представленных главным образом опоками, опоковидными глинами и существенно опаловыми породами. Толща олигоценовых отложений с залегающим в основании ее рудоносным горизонтом трансгрессивно залегает на размытой поверхности докембрия (Никопольское месторождение) или перекрывает отложения палеозоя и мезозоя (Чиатуры, Марсятское) и палеогена (Мангышлакское). Рудные скопления носят характер типичных пластовых осадочных залежей, сформировавшихся на огромных площадях в третичное время в условиях прибрежной зоны морского бассейна.

Марганцевые руды, в зависимости от условий их накопления, представлены различными фациями — окисными и карбонатными. Первичные окисные руды состоят из псиломелана, пиролюзита, иногда манганита. Карбонатные руды слагаются карбонатами марганца (родохрозит, кальциевый родохрозит, иногда манганокальцит). В зоне выветривания карбонатные руды переходят в окисные (марганцевые шляпы). По физическим свойствам выделяются оолитовые, конкреционные и другие разновидности руд. Содержание марганца колеблется в широких пределах: от нескольких процентов до 58% в окисных рудах и до 35% в карбонатных.

Из месторождений верхнепермского возраста известно пока одно крупное Улутелякское месторождение на западном склоне Урала. Оруденение проявляется в виде маломощной пачки марганцевистых известняков уфимского яруса, трансгрессивно залегающей на размытой поверхности артинских известняков и кунгурских гипсоносных отложений. Рудоносные слои представлены фацией известковистых мелководных химических осадков, отлагавшихся в условиях спокойных вод опресненного континентального бассейна и подвергшихся (в дочетвертичное время) интенсивному выветриванию. Известняки характеризуются содержанием марганца в среднем около 8% и представляют собой ценное сырье в качестве основного флюса. Окисленные разновидности — кремнисто-вернадитовые руды содержат марганца до 20%.

Нижнекарбоновая провинция марганцевых руд в пределах Башкирского Приуралья окаймляет западный склон Южного Урала. Из многочисленных известных здесь месторождений только Аккермановское месторождение обладает промышленными запасами. Оруденение носит пластовый характер и проявляется среди опоковидных и кремнистых сланцев и окремненных известняков турне—визе. Главная масса руд кремнисто-пиролюзитового состава относится к типу бедных руд с содержанием марганца 18% и железа 6%.

Месторождения, связанные с отложениями кембрийского возраста, известны в пределах Западной Сибири. Среди них Усинское месторождение по своим размерам принадлежит к числу крупнейших первично осадочных месторождений, образовавшихся в условиях мелководных морских бассейнов и впоследствие несколько метаморфизованных. Рудоносная толща, слагающая синклинальную складку, представлена марганцевистыми известняками с прослоями кремнистых пород и хлорито-карбонатных руд, прослеживающихся на значительном расстоянии при средней мощности около 125 *м*. Руды состоят из родохрозита, манганокальцита, марганцевистого серпентина, бустамита, хлорита, барита, кварца и халцедона. Зона поверхностного окисления рудной залежи имеет незначительную мощность. Окисленные руды представлены вернадитом, рансьеитом и лимонитом. Руды относятся к бедным, требующим обогащения.

МЕТАМОРФОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ И АССОЦИИРУЮЩИЕСЯ С НИМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЫВЕТРИВАНИЯ

Представляя собой первично осадочные регионально метаморфизованные месторождения, метаморфогенные месторождения нередко содержат высококачественные руды марганца. На территории СССР отчетливо выделяется девоно-карбоновая провинция с промышленными месторожде-

ниями Атасуйского, Карсакпайского и других районов в пределах Казахстана и многочисленными (более 150) месторождениями восточного склона Южного Урала, расположенными на протяжении более 300 *км*². В пределах этой зоны выделяются три основные группы: Учалинская (северная), Абзелиловская (центральная) и Баймакская (южная). Подавляющее большинство месторождений обладает небольшими запасами руд промышленного значения, главным образом за счет руд марганцевых шляп.

Месторождения (Караджал, Малый, Средний, Большой Ктай и др.) Атасуйской группы, как и месторождения Успенской зоны (Шоинтас и др.) расположены в пределах Сарысу-Тенизской зоны и приурочены к наложенным мульдам, выполненным субгеосинклинальными карбонатно-мергелистыми отложениями среднего палеозоя. Особенностью этих месторождений является комплексный характер оруденения, которое представлено железными (главным образом гематитовыми и, реже, магнетитовыми) рудами и сопровождающими их пластами высококачественных марганцевых руд.

Марганцевые руды псиломелано-браунитового состава слагают пласты мощностью несколько метров и значительной протяженности, представляя собой фации первично-окисных руд со следами оолитового сложения. Содержание марганца 22—26%. В разрезе они сменяются железо-марганцевыми карбонатно-кремнистыми рудами, переходящими в марганцевистые известняки.

Группа месторождений Карсакпайского района (Джезды, Найзатас и др.) приурочена к мощной конгломерато-песчаниковой немой толще (D_2—D_3), налегающей на породы гранитных массивов и экскулинской свиты. Кроме пластовых залежей первичных руд браунит-гаусманитового состава с содержанием марганца от 10 до 30%, здесь развиты жилообразные тела, приуроченные к тектонической зоне, и марганцевые шляпы, слагаемые богатыми псиломелановыми рудами.

Метаморфогенные месторождения хинганской группы на Дальнем Востоке приурочены к отложениям кембрийского возраста.

ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Гидротермальные месторождения имеют сравнительно небольшое значение среди промышленных генетических типов месторождений марганца в СССР. По морфологическим особенностям и способу отложения руд различаются два типа таких месторождений: метасоматические в виде штокообразных тел и жильные. Весьма возможно, что образование тех и других в большинстве случаев связано с переработкой марганценосных осадочных пород или руд гидротермальными растворами, генетически связанными с интрузивной деятельностью кислых магм. Метасоматические гидротермальные скопления марганцевых руд Урала пространственно приурочены к мраморизованным известнякам девонского возраста в пределах Среднего рудного пояса, прорванных интрузией Тагило-Кушвинской сиенитовой формации. К ним принадлежат Сапальское месторождение у г. Нижнего Тагила и расположенное севернее его месторождение Липовая Гора. К этому же типу относится Казанское месторождение на Северном Урале. Руды представлены родохрозитом, манганомагнетитом, пирохроитом, гаусманитом и образуют метасоматические залежи небольших размеров в толще доломитизированных известняков.

МЕДЬ

Добыча меди в дореволюционной России сосредоточивалась, в основном, на Урале и Кавказе, богатейшие же возможности других районов почти не использовались. Рудной базой медеплавильных заводов Урала являлись главным образом руды скарновых и в меньшей степени колче-

данных месторождений, пришедших на смену интенсивно разрабатывавшимся в первой половине XIX в. медистым песчаникам Приуралья.

К колчеданному типу относятся и разрабатывавшиеся месторождения Закавказья. Небольшой Спасский завод в Центральном Казахстане работал на рудах Успенского жильного месторождения. В небольшой степени добывались руды из месторождений Минусинского района и Средней Азии.

Медные месторождения Карелии, Алтая и других районов почти не использовались, хотя попытки их разработки делались неоднократно. Общая выплавка меди в 1913 г. составляла 32,4 тыс. *т*., и в мировом производстве меди Россия занимала восьмое место.

Широко развернутые после Октябрьской революции поисково-разведочные работы привели к открытию весьма многочисленных медных месторождений как в старых меденосных районах, так и в районах, где почти не были известны проявления медных руд.

Важными меднорудными районами в настоящее время являются: Центральный Казахстан, Урал, Норильский район, Мурманская область, Кавказ, Средняя Азия, Алтай, Западная Сибирь и Читинская область.

Увеличилось также и число типов используемых месторождений. Помимо колчеданных и скарновых залежей, большое значение приобрели комплексные медно-никелевые месторождения, месторождения медных порфировых руд, вкрапленники медных минералов в габбро, несоизмеримо возросла роль медистых песчаников.

Современное положение с меднорудной базой в различных районах СССР кратко может быть охарактеризовано следующим образом.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН

В Центральном Казахстане находятся крупнейшие медные месторождения СССР, относящиеся к двум различным генетическим типам: к медистым песчаникам и к медным порфировым рудам. Кроме месторождений этих главных типов, в районе имеются небольшие колчеданные, скарновые и жильные месторождения.

Медистые песчаники широко распространены в Центральном Казахстане. Наиболее интересным из них является Джезказганское. Оруденение приурочено здесь к пестроцветной песчанико-сланцевой толще верхнего палеозоя (джезказганская серия), имеющей общую мощность до 650 *м*. Выдержанные пластообразные рудные тела и линзы различного размера концентрируются преимущественно в пластах серых песчаников. Число рудных пластов на отдельных участках колеблется от одного до семи. Первичные рудные минералы представлены халькопиритом, борнитом, халькозином и в меньшей степени галенитом, пиритом, марказитом, сфалеритом, блеклыми рудами. Рудные минералы концентрируются в цементе песчаников и присутствуют также в мелких жилках, в общем балансе руд не имеющих значения. В распределении сульфидов устанавливается характерная для медистых песчаников зональность. В зоне окисления за счет медных сульфидов возникают различные вторичные минералы меди.

Содержание меди в рудах непостоянно. Сопутствующими полезными компонентами являются свинец, цинк и серебро. На генезис медистых песчаников Джезказгана и других районов Центрального Казахстана существуют два взгляда: одни геологи относят их к типичным осадочным месторождениям меди, по-видимому, подвергшимся метаморфическим изменениям, другие считают оруденение Джезказгана гидротермальным.

Медистые песчаники Центрального Казахстана относятся к образованиям конечных этапов развития подвижной зоны.

Из месторождений медных порфировых руд наиболее интересными являются Коунрадское и Бощекульское. Оруденение в этом типе месторождений приурочивается к гипабиссальным интрузивным телам или к кислым эффузивам, претерпевшим интенсивное гидротермальное изменение и превращенным во вторичные кварциты (Коунрад). Рудные залежи нередко имеют весьма значительные размеры и занимают в плане десятки и сотни тысяч квадратных метров.

Первичное оруденение представлено вкрапленностью и мелкими прожилками сульфидов, главными из которых являются халькопирит и пирит, обычно сопровождаемые молибденитом. В зоне цементации развивается халькозин, а в зоне окисления различные вторичные минералы меди. Содержание меди в рудах невысокое: в среднем около 1%. Наиболее значительным оно было в рудах зоны цементации. Полезными компонентами руд, помимо меди, являются молибден и благородные металлы. Коунрад относится к гидротермальным образованиям поздних этапов развития геосинклинали.

Скарновые месторождения меди саякской группы в Центральном Казахстане относятся к типу медистых магнетитов, содержащих до 4% меди. Колчеданные месторождения майкаинской группы также являются комплексными и медь в них, содержащаяся в количестве до 1,72%, является лишь одним из полезных компонентов.

По запасам меди скарновые и колчеданные месторождения района, так же как жильное Успенское месторождение, не играют существенной роли.

УРАЛ

Урал является старейшим медепроизводящим районом Советского Союза и до настоящего времени занимает одно из ведущих мест по добыче, а также по выявленным запасам меди.

Типы медных месторождений Урала весьма разнообразны. В прошлом веке главное промышленное значение имели медистые песчаники Западного Приуралья, к началу XX в. уже потерявшие свое значение и ныне не эксплуатируемые. Точно так же в значительной степени снизилась роль скарновых месторождений меди, и медная промышленность Урала базируется в настоящее время почти исключительно на месторождениях колчеданного типа, хотя выявленные запасы меди в скарновых месторождениях достаточно велики. Крупными запасами обладает Волковское месторождение, руды которого представлены вкрапленностью медных сульфидов в габбро. Месторождения этого типа пока не используются. На Урале известны также жильные месторождения меди, но практического значения они не имеют.

Проявления скарновых месторождений широко распространены на Урале, но промышленное значение пока приобрели лишь месторождения Турьинского, Тагильского и Полевского районов.

Рудные залежи располагаются в контактовых ореолах или непосредственно в контактах интрузивов гранодиоритов и сиенитов с карбонатными и эффузивными толщами. Принадлежность оруденения к скарновой формации и генетическая связь его с гранодиоритами и сиенитами устанавливается достаточно отчетливо. Интрузии родоначальных магм имели место в ранние этапы развития палеозойской геосинклинали Урала.

Морфология и размеры рудных залежей скарновых месторождений весьма разнообразны: выделяются гнездообразные, жилообразные, пластообразные и неправильные тела массивных и вкрапленных руд. Длина залежей колеблется от 30 до 600 *м*, мощность — от единиц до десятков метров. Главнейшими первичными рудными минералами являются халькопирит, пирит, пирротин, магнетит. Встречаются сульфиды кобальта, молибдена и других металлов. В некоторых месторождениях

распространены вторичные сульфиды меди, а также медные минералы зоны окисления.

Нерудными компонентами руд являются минералы скарнов и вмещающих пород. Выделяются собственно медные руды и медистые магнетиты, используемые в качестве железных руд. Содержание меди в сплошных сульфидных рудах составляет 2,3—7,7%, во вкрапленных 1,2—2,8%, в медистых магнетитах 0,2—1,9%. Кроме меди, полезными компонентами руд скарновых месторождений могут являться железо, золото, серебро, кобальт, молибден.

Наиболее важные в промышленном отношении колчеданные месторождения распространены вдоль Уральского хребта на протяжении более тысячи километров. Они приурочены к породам спилито-кератофировой формации силурийского и девонского возраста, являющимся типичными образованиями начальных этапов развития подвижных зон.

В зонах проявления метаморфизма вмещающие породы в большей или меньшей степени рассланцованы и представлены метаморфическими сланцами. Рудные залежи, приуроченные к рассланцованным породам, обычно имеют линзообразную и иногда жилообразную форму и крутое падение. В массивных породах руды нередко залегают полого, причем во многих случаях устанавливается их приуроченность к антиклинальным структурам.

Главными типами изменения боковых пород являются серицитизация, хлоритизация и иногда силицификация. Размеры рудных тел весьма разнообразны и длина их колеблется от нескольких десятков до сотен и иногда до нескольких тысяч метров, а мощность от дециметров до десятков метров. По падению крутопадающие залежи прослеживаются на сотни метров.

Оруденение представлено как сплошными сульфидными, так и вкрапленными рудами. Главными рудными минералами являются пирит, халькопирит, сфалерит, присутствующие в различных залежах в различных относительных количествах, так что выделяются руды серноколчеданные, медистые и цинково-медистые. Помимо основных сульфидов, обычными минералами руд являются блеклая руда и в небольших количествах многие другие сульфиды, а в зоне цементации — вторичные сульфиды меди.

Главными нерудными минералами сплошных сульфидных руд являются барит и кварц, а во вкрапленных рудах минералы вмещающих пород. В зоне окисления за счет богатых пиритом руд возникают залежи бурых железняков.

Содержание меди в серноколчеданных рудах 0,2—0,3%, а в медистых рудах достигает 3—6%. Помимо меди, полезными компонентами руд могут являться сера, цинк, золото, серебро, кадмий и иногда некоторые другие металлы.

Генезис колчеданных месторождений по мнению одних исследователей связан с вулканизмом, давшим эффузивные породы вмещающих толщ, а по мнению других источником рудообразующих растворов являются более молодые интрузии.

Третий промышленный важный тип медных месторождений Урала составляет группа Волковских месторождений, представленных вкрапленностью медных (а также железных) минералов в амфиболизированном габбро. Оруденение захватывает достаточно большие массивы габбро, так что по своему возможному значению этот тип месторождений занимает на Урале второе место после колчеданных залежей. Содержание меди в рудах Волковских месторождений составляет 0,6—0,8%, но кроме нее в промышленно интересных количествах присутствуют железо, ванадий, фосфор, титан. По генезису эти месторождения относятся к магматическим образованиям начального этапа развития подвижных зон.

Несмотря на хорошую геологическую изученность Урала, запасы его медных руд выявлены еще далеко не полностью. Наиболее перспективным в отношении возможного расширения меднорудной базы является Южный Урал.

НОРИЛЬСКИЙ РАЙОН

В Норильском районе распространены магматические месторождения медно-никелевых руд, представленные крупными пластообразными залежами габбро-диабазов и других основных изверженных пород, содержащих вкрапленность сульфидов, а также жилы, линзы и шлиры массивных сульфидных руд. Мощность залежей вкрапленных руд колеблется от 1 до 30 *м*, но в отдельных случаях достигает 130 *м*. Размеры жил сплошных сульфидов невелики.

Главными рудными минералами сплошных и вкрапленных руд являются халькопирит, пирротин, пентландит, магнетит, ильменит, миллерит, кубанит.

Содержание меди в рудах в среднем составляет 0,45%, но руды комплексные: помимо меди, они являются источником получения никеля, кобальта, платиноидов.

Месторождения Норильского района найдены и изучены после Октябрьской революции.

МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ

В Мурманской области находятся медные месторождения, относящиеся к весьма важному в промышленном отношении типу медно-никелевых руд, связанных с дифференцированными массивами основных и ультраосновных пород, представленных норитами, габбро-норитами, перидотитами, оливинитами. Оруденение приурочивается к интрузивным породам и лишь в незначительной степени распространяется на вмещающие их породы туфогенно-осадочной толщи.

В месторождениях выделяются два типа рудообразований: 1) залежи и жилы сплошных или брекчиевидных сульфидных руд, 2) залежи вкрапленных руд. Размер залежей первого типа невелик. Мощность жилообразных тел обычно не превышает 0,3 *м*, но руды их богаты металлами и содержат 2,6% меди, 4,9% никеля и 0,20% кобальта. Залежи вкрапленных руд имеют пластообразную форму и значительные размеры. Содержание меди в них 0,12—0,35%, никеля 0,28—0,4%. Кроме меди и никеля, в рудах месторождений рассматриваемой группы присутствуют кобальт, золото, серебро, платиноиды селен и теллур, извлекаемые попутно с основными металлами.

Главные рудные минералы — пирротин, халькопирит, пентландит и магнетит, помимо которых в рудах месторождений присутствуют пирит, бравоит, сфалерит и изредка встречаются сульванит, кубанит, ильменит, титаномагнетит, борнит, виоларит, хромит.

Генезис месторождений вызывает разногласия, но большей частью за ними признается магматическое (ликвационное) происхождение. Вмещающие оруденение интрузии имеют среднепротерозойский (доиотнийский) возраст и относятся к образованиям ранних этапов среднепротерозойской подвижной зоны.

Развитие рудной промышленности Мурманской области полностью относится к достижениям послереволюционных лет. Месторождения Мончетундры найдены и разведаны в советское время; Печенгский район, с его уже известными месторождениями, возвращен Советскому Союзу после второй мировой войны.

Перспективы района выяснены еще не полностью, и дальнейшее расширение запасов возможно как за счет разведки известных месторождений, так и за счет открытия новых.

КАВКАЗ

Кавказ, или точнее Закавказье, издавна являлся одним из основных меднорудных районов нашей страны, однако в связи с открытием и промышленным освоением в послереволюционное время ряда крупнейших медных месторождений в Казахстане и на Урале относительное значение Кавказа в производстве меди значительно снизилось.

Основное значение имели и имеют закавказские месторождения типа колчеданных залежей (Кедабек, Алаверды, Шамлуг, Маднеули), одно крупное жильное (Кафанское) и открытые в советский период месторождения типа прожилково-вкрапленных (порфировых) молибденово-медных руд (Каджаран, Агарак и др.). На Северном Кавказе за последнее десятилетие выявлены месторождения колчеданного типа (Урупское, Лабинское). Остальные мелкие месторождения в большинстве относятся к жильным.

Почти все месторождения колчеданного типа в Закавказье и большая часть жильных залегают в среднеюрской (байос) вулканогенной толще, слагающей антиклинальные поднятия, причем рудные залежи обычно приурочены к кислым эффузивам (кварцевым порфирам и порфиритам, кварцевым кератофирам) и туфовым породам. Одно недавно открытое колчеданное месторождение (Маднеульское в Грузии) подчинено туронской вулканогенной толще. Колчеданные залежи Северного Кавказа заключены в девонской осадочно-вулканогенной толще (филлиты, кремнистые сланцы, метаморфизованные диабазовые порфириты, кварцевые альбитофиры и их туфы).

По совокупности геологических данных все медное оруденение Кавказа в указанных спилито-кератофировых и осадочных толщах должно быть отнесено к раннему этапу развития геосинклинальных зон.

Месторождения типа порфировых медных руд в Армении находятся в крупном гранитоидном интрузивном массиве сложного петрографического состава верхнетретичного возраста, относимом к среднему этапу развития складчатой зоны Армении. Распределение месторождений и отдельных рудных тел всех названных типов достаточно отчетливо контролируется крупными разломами и сопряженными с ними второстепенными разрывными нарушениями.

Руды жильных и колчеданного типа месторождений являются существенно медным, в некоторых из них отмечается примесь цинка и свинца; в прожилково-вкрапленных молибденово-медных рудах основное значение по ценности имеет молибден, но в отдельных месторождениях этого типа, ввиду очень низкого содержания молибдена, ценность руд определяется медью.

В минеральном составе жильных и колчеданных месторождений обычно сильно преобладают халькопирит и пирит, присутствуют борнит, блеклые руды, сфалерит и галенит. Руды многих жильных и некоторых колчеданных месторождений имеют повышенные содержания золота и иногда серебра. Прожилково-вкрапленные (порфировые) руды, кроме пирита и медных минералов (халькопирита, борнита, халькозина), всегда содержат молибденит и в виде ничтожных примесей сфалерит, галенит, висмутовые минералы. Зоны окисления и вторичного обогащения в большинстве месторождений развиты слабо.

Околорудные изменения вмещающих пород во всех типах месторождений проявлены интенсивно, обычно в виде серицитизации, окварцевания, хлоритизации, карбонатизации, а для закавказских месторождений колчеданного типа особенно характерно широкое развитие гипса и ангидрита и в отдельных случаях барита.

Генезис месторождений типа порфировых медных руд связывается с кислыми (обычно порфировидными) гранитами и гранодиоритами поздней фазы внедрения, для жильных и колчеданных месторождений

генетическая связь оруденения с определенными магматическими породами недостаточно выяснена — одни геологи связывают их с ближайшими гранитоидными интрузиями, другие — с малыми субвулканическими интрузиями кварцевых альбитофиров и дацитов, рассматриваемыми как корни излияний нередко вмещающих оруденение кислых эффузивов.

АЛТАЕ-САЯНСКАЯ ГОРНАЯ ОБЛАСТЬ

В обширной Алтае-Саянской горной области, протягивающейся от Рудного Алтая на западе до Восточного Саяна на востоке и от Тувинской автономной области на юге до северного окончания Кузнецкого Алатау и Салаира на севере, выделяются три района распространения медных месторождений: Рудный Алтай (включая Южный Алтай), Салаир и Хакасская автономная область.

Промышленные медные месторождения Рудного Алтая и Салаира относятся к одному генетическому типу метасоматических сульфидных (частью колчеданных) и сульфидно-баритовых залежей в породах спилито-кератофировой формации. Они весьма сходны с колчеданными залежами Урала и, подобно им, залегают частью среди метаморфизованных рассланцованных, частью среди массивных пород.

Наиболее развитыми типами околорудного изменения вмещающих пород являются серицитизация, силицификация и хлоритизация. Форма рудных тел преимущественно линзообразная, размеры их колеблются в таких же широких пределах, как и на Урале. Выделяются как массивные сульфидные, так и вкрапленные руды.

Часть месторождений Алтая и Салаира (Белоусовское, Николаевское, Лазурское, Ново-Урское, Каменушинское и др.) является типичными колчеданными залежами, в которых основным полезным компонентом, помимо серного колчедана, является медь, иногда также цинк и свинец. Содержание меди в их рудах достигает 3—3,5%.

Помимо колчеданных залежей, медь присутствует и в типично полиметаллических месторождениях, руды которых содержат свинец, цинк, медь, золото, серебро, кадмий, причем преобладающими являются первые два металла. Содержание меди в рудах полиметаллических месторождений составляет обычно десятые доли процента.

Наиболее распространенными рудными минералами колчеданных залежей являются пирит и халькопирит, а руды полиметаллических месторождений состоят из галенита, сфалерита, пирита, халькопирита, блеклой руды, а иногда небольших количеств и других сульфидов. Главными нерудными минералами сплошных сульфидных руд являются кварц и барит, а вкрапленных руд — минералы вмещающих пород.

Генезис месторождений Алтая и Салаира вызывает такие же разногласия, как и генезис уральских месторождений. Одна группа исследователей связывает оруденение с магматизмом, давшим породы спилито-кератофировой формации, вмещающей рудные залежи, и относит его к образованиям начальных этапов развития подвижных зон. Согласно этим представлениям оруденение Салаира имеет кембрийский, а оруденение Алтая — девонский возраст. По мнению других исследователей, генезис месторождений связан с более молодыми, чем вмещающие толщи, интрузиями.

Помимо оруденения рассмотренного типа, на Алтае имеются и небольшие жильные месторождения меди.

Медные месторождения Хакассии более разнообразны, но крупных промышленных объектов на ее территории не известно. В этом районе довольно широко распространены скарновые месторождения меди, приуроченные к контактовым зонам граносиенитовых и гранодиоритовых и диоритовых интрузий салаирского этапа тектогенеза. Главными рудными минералами месторождений являются магнетит, халькопирит, пирит, мо-

либденит, пирротин, иногда шеелит. Встречаются линнеит, арсенопирит, марказит и другие сульфиды. Содержание меди в рудах 0,21—2,53%. Сопутствующими полезными компонентами являются молибден, вольфрам, золото, серебро, кобальт и рассеянные элементы. Размеры рудных тел и месторождений невелики.

Из месторождений других типов в Хакассии имеются колчеданные залежи, представленные небольшим Маинским месторождением, и месторождения медистых песчаников.

Из медных месторождений других районов Алтае-Саянской горной области интересны проявления самородной меди в основных эффузивах кембрийского возраста в Горной Шории. Практического значения эти проявления пока не получили.

* * *

СРЕДНЯЯ АЗИЯ

На территории Средней Азии известны многочисленные проявления меди частью в комплексных, частью в собственно медных месторождениях.

Собственно медные месторождения представлены преимущественно медистыми песчаниками, не получившими пока практического значения. В комплексных месторождениях медь играет роль второстепенного компонента руд и не дает существенных концентраций.

Промышленно интересным объектом является алмалыкская группа месторождений, принадлежащих к типу медных порфировых руд. Оруденение приурочено к штоку гранодиорит-порфира, разделенному сбросо-сдвигом на две части, и к окружающим его породам. Первичная сульфидная минерализация облекает шток со всех сторон в виде плаща и располагается главным образом во вмещающих гранодиоритовый шток сиенито-диоритах. Оруденелая зона падает в сторону от штока под более пологим углом, чем контакты штока, и выклинивается на глубине 470 *м*.

Оруденение представлено вкрапленностью и прожилками халькопирита, пирита, магнетита, молибденита, а в зоне окисления — вторичными минералами меди. Содержание меди в первичных рудах невысокое и более или менее равномерное, постепенно уменьшающееся к границам рудного тела, устанавливаемым по данным опробования. Сопутствующими меди полезными компонентами являются молибден, золото и серебро.

ЧИТИНСКАЯ ОБЛАСТЬ

В Читинской области в 1951 г. открыто Удоканское месторождение медистых песчаников, находящееся в водораздельной части Удоканского хребта.

Оруденение приурочено здесь к породам осадочно-метаморфической толщи нижнего протерозоя, собранной в ряд складок и прорванной гранитами и дайками габбро-диабазов. Осадочно-метаморфическая толща сложена кварцитами, метаморфизованными песчаниками, сланцами и алевролитами. Рудный горизонт представлен кварцитовидными и кварцево-карбонатными песчаниками, несущими вкрапленность медных сульфидов, распространяющуюся вдоль первичных слоев. Местами встречаются мелкие кварц-карбонатные жилки с сульфидами меди.

Из сульфидов меди наиболее обычны борнит и халькопирит, причем борнит распространен на участке ключей Шумного и Крутого, а халькопирит на участке ключа Секущего. Такое распространение сульфидов, по-видимому, является проявлением обычной для месторождений медистых песчаников зональности оруденения. Борнитовое оруденение сопровождается более или менее значительными количествами магнетита. Из других сульфидов меди в рудах присутствуют халькозин и ковеллин, воз-

никающие в зоне цементации. Часть халькозина считается первичной. Зона окисления развита слабо.

У поверхности вторичная минерализация прослеживается без перерыва на значительные расстояния, но в зоне сульфидных руд месторождение вскрыто недостаточно и морфология рудных тел и их возможное промышленное значение выяснены мало.

Содержание меди в окисленных рудах 1,2—1,4%, а в обогащенных слоях до 3,3%. Сульфиды меди распределены неравномерно и обогащенные ими слои чередуются с бедными. Содержание меди в первичных рудах еще недостаточно выяснено.

Месторождения представляют собою осадочные метаморфизованные образования, но детальнее их генезис еще не изучен.

* * *

Из сделанного краткого обзора меднорудных районов и генетических типов медных месторождений СССР видно, что основной рудной базой советской медной промышленности в настоящее время и на ближайший период являются месторождения типов медистых песчаников и прожилково-вкрапленных медных руд Центрального Казахстана и колчеданные месторождения Урала. Большое промышленное значение в качестве источников меди приобрели за последние годы и комплексные сульфидно-медно-никелевые месторождения в основных и ультраосновных породах северных заполярных районов (Кольский полуостров, Норильский район).

Перспективы дальнейшего роста медной промышленности на базе названных главных типов медных месторождений имеются в Центральном Казахстане, где вполне вероятно открытие новых крупных месторождений медистых песчаников в южной части Джезказганского района и «порфировых» медных руд во вторичных кварцитах в районах к северу от оз. Балхаш, а также в Забайкалье и вообще в Восточной Сибири в связи с недавним открытием месторождений медистых песчаников. Значительны перспективы на Урале, где за последние годы выявлены и разведаны новые крупные месторождения колчеданного типа, и на Кавказе, где помимо колчеданных месторождений за последнее время выдвинулся тип комплексных молибденово-медных прожилково-вкрапленных руд. Известными перспективами в отношении последнего типа руд обладают и некоторые районы Средней Азии.

При комплексном использовании руд несомненно добавочным источником меди будут служить и полиметаллические месторождения Алтая, Казахстана и Средней Азии.

СВИНЕЦ И ЦИНК

Свинец и цинк являются главнейшими компонентами так называемых полиметаллических месторождений, обычно характеризующихся присутствием в их рудах, кроме того, серебра, меди, золота и некоторых других металлов. К группе полиметаллических образований в последние годы нередко относят также цинково-свинцовые и собственно свинцовые месторождения без существенной примеси в их составе других полезных металлов.

Цинково-свинцовые месторождения широко распространены на территории Советского Союза и представлены различными генетическими типами. Весьма интенсивно цинково-свинцовое оруденение проявилось в юго-западной части Алтая, Центральном Казахстане, хребте Каратау в южном Казахстане и в некоторых районах Средней Азии, составляющих группу главных цинково-свинцовых рудных районов Советского Союза.

Важную роль в сырьевой цинково-свинцовой базе СССР играют также месторождения Восточного Забайкалья, Дальнего Востока, Кав-

каза, Джунгарского Алатау и Салаира. Значительные по размерам свинцово-цинковые месторождения имеются на полуострове Таймыре и в Тувинской автономной области, а более мелкие, чаще недостаточно освещенные месторождения и проявления цинково-свинцовых руд в большом количестве зарегистрированы на многих других площадях СССР и, в частности, на Сибирской платформе, в Красноярском крае, в Нагольном кряже в Донбассе, на территории Карпат и в Закарпатье.

В общей массе месторождений основных цинково-свинцовых рудных районов СССР многочисленную и экономически наиболее важную группу составляют гидротермальные среднетемпературные месторождения, возникшие в одних случаях (Рудный Алтай, Салаир) при отложении руд в породах силикатного состава, в других (Восточное Забайкалье) — при замещении рудами главным образом известняков или доломитов, а в некоторых районах (Центральный Казахстан) в результате проявления интенсивного цинково-свинцового оруденения в породах и того и другого состава.

Крупные запасы свинца и цинка сконцентрированы также в скарновых (контактово-метасоматических) месторождениях, главными представителями которых являются свинцово-цинковые месторождения некоторых районов Средней Азии, Дальнего Востока и Центрального Казахстана. Менее многочисленной, но включающей отдельные весьма важные рудные объекты (месторождения хр. Каратау) является группа телетермальных месторождений, характеризующихся, как и зарубежные месторождения этого типа, обычно простотой состава и приуроченностью к известнякам или доломитам.

В ходе геологического развития территории Советского Союза цинково-свинцовая минерализация с наибольшей интенсивностью проявилась в герцинское время, причем процессы образования цинково-свинцовых месторождений приурочивались в основном к поздним, конечным и ранним этапам формирования герцинских складчатых поясов (после и до внедрения крупных батолитов нормальных и ультракислых калиевых гранитов). Месторождения восточных и дальневосточных районов СССР, а также месторождения Кавказа и некоторых районов Средней Азии имеют мезозойский и частью более молодой возраст.

На площадях древних допалеозойских платформ СССР известны лишь мелкие еще слабо изученные цинково-свинцовые рудные образования. В общем комплексе структур складчатых поясов цинково-свинцовые месторождения в основном локализуются в определенных зонах. Такие структурно-металлогенические зоны, как показывает анализ территории СССР, чаще встречаются: 1) в поздних краевых прогибах, 2) в краевых частях начальных и ранних прогибов, характеризующихся распространенностью пород спилито-кератофировой формации (зоны собственно полиметаллической и медноколчеданной минерализации), и 3) в субгеосинклинальных структурах — в передовых и удаленных прогибах (зоны с телетермальной цинково-свинцовой минерализацией). Распределение месторождений и групп их на площадях многих районов контролируется крупными разрывами или зонами разрывов, нередко являющихся структурами длительного развития.

Более близкое представление об особенностях геологических условий нахождения и характере самих цинково-свинцовых и собственно полиметаллических месторождений СССР дают приведенные ниже краткие сведения об этих месторождениях по отдельным районам. В общей совокупности месторождения этих основных районов составляют прочную сырьевую базу для развивающейся цинково-свинцовой промышленности СССР.

АЛТАЙ

Алтай представляет собой область с четким зональным поясовым распределением месторождений различных металлов. Полиметалличе-

ский пояс Алтая протягивается в северо-западном направлении на 600 *км* при средней ширине 60—70 *км*. Границами его служат Иртышская и Северо-Восточная зоны смятия.

Подавляющее количество полиметаллических месторождений, в том числе все промышленные объекты Алтая, сосредоточены в северо-западной части рудного пояса на территории, известной в литературе под названием Рудного Алтая. Размещение рудных узлов и групп месторождений контролируется крупными разломами, сопряженными с зонами смятия или ограничивающими различные структурно-фациальные зоны. Часть месторождений расположена непосредственно в зонах смятия. Структурное положение некоторых рудных узлов не выяснено.

Все полиметаллические месторождения Рудного Алтая относятся к группе гидротермальных среднетемпературных образований, возникших в условиях небольших и умеренных глубин путем замещения и путем выполнения полостей в силикатных породах рудным веществом. В рудах некоторых месторождений наблюдаются явления телескопирования и переходы как к низкотемпературным, так и к высокотемпературным типам месторождений.

В южной части полиметаллического пояса известны многочисленные, но пока еще слабо изученные низкотемпературные свинцово-цинковые метасоматические месторождения в известняках девона. В Горном Алтае (за пределами полиметаллического пояса) расположена группа небольших высокотемпературных полиметаллических месторождений в силурийских известняках и кварцево-сульфидных жил с турмалином, а также отдельные мелкие полиметаллические месторождения в силикатных породах девона.

Территория полиметаллического пояса является краевой частью варисской геосинклинальной области. В среднем палеозое она представляла собой, по-видимому, прогиб парагеосинклинального типа. Прогиб этот формировался на месте не вполне консолидированного каледонского поднятия, разбитого на тектонические глыбы; последние испытывали неравномерное, но в общем менее интенсивное, чем собственно геосинклинальная зона, погружение.

Эта территория характеризуется развитием брахискладчатых, мелких куполовидных, мульдообразных и коробчатых структурных форм, а также продольных и поперечных разрывов, усложняющих крылья крупных антиклинальных и синклинальных структур, формирование которых происходило в процессе накопления осадков. Верхнепалеозойские наземные осадочные и вулканогенные отложения слагают наложенные мульды и пользуются ограниченным распространением.

Общая инверсия герцинской геосинклинали, сопровождавшаяся интенсивной складчатостью, относится к концу нижнего — началу среднего карбона. Вероятно с движениями этого времени связано формирование многофазного интрузивного комплекса умеренно кислых гранитоидов (змеиногорский комплекс). Несколько позднее внедрились дорудные дайки сложного состава (диабазы, диоритовые порфириты, плагиогранит-порфиры, фельзиты), с которыми структурно и, по-видимому, парагенетически связано полиметаллическое оруденение.

На основании этих данных и учитывая отсутствие признаков оруденения в верхнепалеозойских отложениях, время образования полиметаллических месторождений относится предположительно к среднему карбону. Такое представление подкрепляется результатами определения абсолютного возраста месторождений (аргоновым методом по серициту из гидротермальных серицитолитов), показавшими 270—248 млн. лет. Возможно, что некоторые высокотемпературные полиметаллические месторождения Горного Алтая имеют верхнепалеозойский возраст, близкий к времени проявления редкометального оруденения. Часть исследо-

вателей считает, что большинство полиметаллических месторождений Рудного Алтая также имеет верхнепалеозойский возраст.

Полиметаллические месторождения Рудного Алтая залегают в различных доверхнепалеозойских породах, причем главными рудовмещающими толщами служат осадочно-вулканогенные отложения кислого состава среднего и отчасти верхнего девона. В карбонатные породы полиметаллическое оруденение рудноалтайского типа, как правило, не распространяется.

Главными морфологическими типами рудных тел являются:

1) согласные и псевдосогласные линзообразные и неправильной формы залежи, приуроченные к крыльям небольших складок, усложненных межпластовыми тектоническими подвижками (Золотушинское месторождение), или к мелким куполовидным поднятиям (Лениногорское месторождение), часто локализуясь под экранирующей сланцевой покрышкой;

2) крупные рудные залежи сложной формы, обусловленные выполнением тектонических трещин рудным веществом, составляющих каркасные структуры, и замещением первично расслоенных вулканогенно-осадочных отложений в тектонических блоках, ограниченных этими трещинами (Николаевское месторождение);

3) резко удлиненные линзообразные и ленточные согласные рудные залежи в рассланцованных и динамометаморфизованных породах зон смятия, приуроченные к зонам повторного рассланцевания и милонитизации (месторождения Березовское, Белоусовское, Лазурское и др.).

Средние и мелкие месторождения представлены отдельными рудными штоками и крупными гнездами, приуроченными к пересечению крутопадающих дизъюнктивных нарушений различных направлений, минерализованными зонами повышенной трещиноватости и брекчирования, жилообразными сульфидными залежами в трещинах сбросов, одиночными кварцево-сульфидными жилами и системами жил в сопряженных трещинах скола и растяжения и различными комбинациями этих морфологических разновидностей.

По химическому составу руды месторождений Алтая относятся к типично полиметаллическим. Кроме трех главных компонентов — свинца, цинка, меди — они обычно содержат промышленные концентрации золота, серебра, кадмия, а иногда характеризуются также повышенным содержанием висмута, сурьмы, галлия и других элементов. Выделяются собственно полиметаллические руды и полиметаллические руды свинцового и медного профилей. Для всех трех разновидностей характерно преобладание цинка над суммой свинца и меди.

Руды состоят в основном из сфалерита, пирита, галенита и халькопирита. В переменном количестве в них присутствует серебросодержащая блеклая руда. Второстепенные минералы — арсенопирит, пирит, марказит, борнит. К числу редких, но характерных примесей относятся гессит, алтаит, сульванит. Остальные рудные минералы, числом около 30, встречаются спорадически. Главные жильные минералы — кварц, барит, хлорит, серицит; второстепенные — доломит, анкерит, кальцит, кали-бариевый полевой шпат, альбит, изредка флюорит. В некоторых телескопированных месторождениях значительным распространением пользуются магнетит и гематит в сочетании с темноокрашенным сфалеритом, актинолитом, тремолитом и эпидотом, замещаемыми хлоритом и серицитом.

По минеральному составу выделяются два главных типа руд: 1) галенито-сфалеритовый с переменным количеством пирита и подчиненным халькопиритом, 2) серно- и медноколчеданный с высоким содержанием сфалерита при пониженном содержании галенита. Более распространенным является первый тип руд. Колчеданные залежи характерны только для нескольких месторождений Прииртышской группы. Четкой зависи-

мости вещественного состава руд от состава вмещающих пород не устанавливается. По количественному содержанию сульфидных минералов и текстурным признакам выделяются богатые сплошные руды и прожилково-гнездовые руды.

Характерной особенностью алтайских руд является их мелкозернистость, тесное взаимное проникновение различных минеральных ассоциаций, широкое развитие колломорфных и метаколлоидных структур и чрезвычайно слабое распространение текстур пересечений. Для богатых сплошных руд характерны атакситовая (пятнистая), брекчиевидная и полосчатая текстуры. На отдельных участках распространены брекчиевая и цементационная текстуры, катакластические и бластические структуры минеральных агрегатов, связанные с локальными особенностями внутрирудной и послерудной тектоники.

Околорудные изменения выражаются преимущественно в хлоритизации, серицитизации, окварцевании и эпидотизации пород, сопровождающихся пиритизацией. В некоторых месторождениях (Зыряновское, Майское, Черепановское) широко проявлена калишпатизация. Околорудные магматические породы основного состава иногда интенсивно отальк0ваны и характеризуются присутствием ангидрита, переходящего в гипс (месторождения Семеновское, Николаевское и др.). Подчиненное значение имеет карбонатизация, проявляющаяся в конце рудного процесса. В некоторых месторождениях (Николаевское, Таловское, Рулихинское), расположенных вблизи гранитных массивов, околорудные изменения и сульфидная минерализация накладываются на пироксен-гранатовые скарны или роговики.

Алтай является одним из старейших районов горнорудной промышленности. В течение более 150 лет он поставлял царской России основное количество серебра, медь и свинец. Однако к концу XIX столетия вследствие отработки богатых окисленных руд Алтай утратил свое значение и надолго оказался незаслуженно забытым. Только в послереволюционные годы благодаря целеустремленным геологическим исследованиям и технически оснащенным разведочным работам возродилась былая слава Алтая. В настоящее время он является одной из главных сырьевых баз цветных металлов Советского Союза. Суммарные запасы месторождений Алтая в послереволюционные годы резко увеличились, а отдельные месторождения выросли из незначительных до крупнейших объектов союзного значения.

Перспективы Алтая далеко не исчерпаны как в отношении увеличения запасов эксплуатируемых месторождений за счет расширения флангов и разведки глубоких горизонтов, так и в отношении обнаружения новых рудных тел и месторождений.

Основное внимание исследователей Рудного Алтая в настоящее время должно быть направлено на разработку четких критериев для поисков слепых рудных тел и месторождений.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН

Наличие крупных запасов свинцовых руд в Центральном Казахстане установлено только в последние 5—10 лет, хотя полиметаллические месторождения в различных частях этого региона были известны в прошлом столетии и некоторые из них разрабатывались. Однако они считались либо мелкими, либо непромышленными вследствие низкого содержания свинца в рудах. Переоценка промышленного значения их произошла в результате широких поисково-разведочных, главным образом буровых работ, проведенных здесь за последнее десятилетие.

Месторождения пока еще слабо изучены и очень мало вскрыты горными работами в глубину. Они относятся к различным генетическим типам, и при современной их освещенности трудно назвать какой-либо

из этих типов в качестве резко преобладающего. Большое практическое значение имеют рудные образования, представленные весьма протяженными и мощными метасоматическими баритовыми залежами, преимущественно послойного типа. Располагаются эти залежи в песчанико-сланцевых толщах силура (Карагайлы) и нижнего карбона (Кайракты). Сложены они в основном довольно бедными свинцовыми рудами, представленными вкрапленностью и прожилками сульфидов в баритовой породе.

Важную группу составляют также месторождения с жилообразными рудными телами, сопровождаемыми прожилково-вкрапленным оруденением, в зонах разрывных нарушений среди эффузивных и туфогенных пород верхнего и среднего палеозоя. В благоприятных случаях (месторождения Алайгыр, Кузюк-Адыр) промышленное оруденение этого типа прослеживается по простиранию на сотни метров при большой мощности рудных образований. Аналогичного типа промышленные жильные и жилообразные рудные тела наблюдаются и в других силикатных породах и, в частности, в докембрийских гнейсах, метаморфических сланцах и кварцитах (месторождения Кургасын в Улутау, Ефимовское в Приишимье).

В Центральном Казахстане большое значение имеют месторождения, представленные метасоматическими залежами и жилообразными, весьма неправильными по своей форме телами богатых агрегативных полиметаллических руд среди известняков и доломитов силура и верхнего девона — нижнего карбона. Эти рудные тела контролируются трещинами то послойными, то секущими (месторождения Акджал, Каскайгыр, Новый Аксоран, Гульшад, Алабуга и др.). Довольно многочисленны полиметаллические месторождения, приуроченные к скарнам среди карбонатных пород силура и верхнего девона — нижнего карбона, чаще всего представленные низкопроцентными свинцовыми рудами (месторождения Аксоран 2, Кызыл-Эспе, частично Гульшад и др.). Особо следует отметить наличие значительных концентраций свинца в рудном поле крупнейшего Джезказганского медного месторождения с послойной агрегативной и прожилково-вкрапленной рудной минерализацией в верхнепалеозойской толще.

Второстепенную роль в Центральном Казахстане играют месторождения с послойным агрегативным и рассеянным вкрапленным полиметаллическим оруденением в толщах эффузивных пород, весьма характерные для Рудного Алтая. К образованиям этого типа здесь можно с некоторой условностью отнести лишь месторождения Александровской (Баянаульской) группы, располагающиеся в эффузивно-туфогенной толще нижнего палеозоя, известные по дореволюционным работам и разведывавшиеся без больших успехов в последнее время.

Наконец, должны быть отмечены обнаруженные в последние годы в Центральном Казахстане проявления низкотемпературной послойной убогой прожилково-вкрапленной цинково-свинцовой минерализации, приуроченной к первым снизу пластам известняков в толще эгрена (Восточный Караджал в районе Атасуйского железорудного месторождения, несколько участков в Западном Прибалхашье и др.).

Подавляющее большинство полиметаллических месторождений Центрального Казахстана находится в пределах выделяемой здесь Джунгаро-Балхашской структуры длительного развития, в нижнем и среднем палеозое представлявшей собой геосинклиналь, а в верхнем палеозое являвшейся ареной весьма интенсивной интрузивной и эффузивной деятельности. С этой магматической деятельностью и связано образование почти всех более или менее крупных полиметаллических, как и большинства медных и редкометальных, месторождений Центрального Казахстана. Северную часть Джунгаро-Балхашской структуры занимает территория Северного Прибалхашья, где располагаются почти все бо-

лее важные группы полиметаллических месторождений Центрального Казахстана.

Месторождения этих главных групп несомненно имеют верхнепалеозойский возраст. Однако более точно возрастные и генетические взаимоотношения их с многообразными проявлениями герцинской магматической деятельности остаются еще недостаточно выясненными. До последнего времени господствовавшим являлось представление о парагенетической связи полиметаллических месторождений с относительно ранними послевизейскими умеренно-кислыми интрузиями гранитоидов, а редкометальные месторождения Центрального Казахстана считались родственными более поздним, так называемым «пермским» ультракислым гранитам. Исследования последних лет показали, что больше оснований считать полиметаллические месторождения возникшими не до, а после редкометальных, и что по времени образования и парагенетически они наиболее близки поздним проявлениям верхнепалеозойской магматической деятельности — комплексу даек и в особенности даек основного состава. В это время в Северном Прибалхашье, как теперь установлено, интенсивно проявилась эффузивная деятельность.

В распределении полиметаллических месторождений в Северном Прибалхашье важнейшая роль принадлежит структурно-тектоническим факторам, что выражается прежде всего в размещении месторождений преимущественно вблизи крупных региональных зон смятия и разломов двух основных направлений:

1) восток-северо-восточного (субширотного) — Спасская, Успенская, Аксоран-Акджальская, Акбастауская и другие зоны;

2) северо-западного — разрывные нарушения в Кентерлау-Джамшинском районе, в Кызылрайском районе и др.

Руды полиметаллических месторождений Центрального Казахстана в основном являются свинцово-цинковыми, медь в них в большинстве случаев практически отсутствует. Характерно отсутствие в рудах мышьяка и сурьмы; мышьяк в значительном количестве присутствует лишь в рудах единичных месторождений (Гулышад, Кайракты). В общем полиметаллические месторождения представляют собой средне- и низкотемпературные гидротермальные образования, возникшие в основном, вероятно, на малых глубинах. При относительно более высоких температурах образовались, по-видимому, месторождения, приуроченные к скарнам; в их рудах в некоторых случаях присутствуют редкие металлы и прежде всего молибден. Некоторые исследователи отстаивают осадочный или метаморфогенно-осадочный генезис низкотемпературных месторождений с послойным оруденением (Джезказган, Атасуйский район, Западное Прибалхашье и др.).

Околорудные изменения пород выражаются главным образом в их окварцевании, серицитизации, хлоритизации, эпидотизации и пиритизации; в некоторых случаях весьма интенсивна баритизация. Близ дневной поверхности гидротермально-измененные породы обычно подвергаются интенсивным супергенным преобразованиям, приводящим к развитию «осветленных» пород, иногда белых и рыхлых, состоящих из кварца, каолина, гидрослюд и других минералов зоны выветривания. Такие измененные породы, содержащие немного свинца или цинка, являются здесь хорошим поисковым признаком на полиметаллические руды.

Все наши знания о рудных богатствах Центрального Казахстана получены в послереволюционные годы. В течение двух первых послеоктябрьских десятилетий он стал богатейшей сокровищницей медных руд. В последующее десятилетие здесь была создана крупная сырьевая база редких металлов. Наконец, в четвертом десятилетии было доказано наличие в Центральном Казахстане крупных запасов также и полиметаллических руд.

Полиметаллические месторождения Центрального Казахстана еще мало разведаны, а намечающиеся здесь перспективные зоны слабо геологически изучены и еще недостаточно опоискованы. Имеются поэтому все основания ожидать, что дальнейшие детальные геологические и поисково-разведочные работы значительно увеличат сырьевую базу полиметаллических руд в этом богатом рудном районе.

КАРАТАУ

Хребет Каратау в Южном Казахстане является одним из основных свинцоворудных районов СССР. Важное промышленное значение его цинково-свинцовых месторождений определилось в начале первой пятилетки.

Рудные образования этого района являются наиболее характерными и значительными представителями в СССР своеобразной промышленно весьма важной группы низкотемпературных (телетермальных) цинково-свинцовых месторождений в карбонатных породах.

Цинково-свинцовые месторождения Каратау приурочены к мощным толщам карбонатных пород верхнего девона и нижнего карбона. В районах развития этих месторождений здесь, как и в других аналогичных рудных регионах, отсутствуют выходы изверженных пород, и поэтому какие-либо генетические или парагенетические связи оруденения этого типа с изверженными породами не устанавливаются. Месторождения в ряде случаев отчетливо контролируются герцинскими разрывными нарушениями, и возраст оруденения определяется как верхнепалеозойский.

Отчетливо выделяются две основные морфологические группы рудных образований. Первые из них — это трещинно-метасоматические месторождения (ачисайский тип) с богатыми агрегативными галенито-сфалерито-пиритовыми рудами, слагающими различные неправильные по форме жилообразные, трубообразные и другие метасоматические рудные тела в доломитах и известняках. Месторождения этой группы приурочены в основном к относительно более массивным доломитам и известнякам нижнего карбона. Гидротермальный генезис этих месторождений ни у кого не вызывает сомнений. Наиболее крупным и характерным их представителем является Ачисайское (Турланское) месторождение, теперь почти полностью отработанное. До глубины около 250 *м* оно было представлено богатыми железистыми церусситовыми рудами, содержавшими очень мало цинка; последний при окислении руд вместе с частью железа был вынесен за контуры первичных рудных тел и переотложен в известняках лежачего бока в виде мощных послойных вторичных залежей смитсонито-каламиновых железистых руд.

Вторую важнейшую группу — группу пластообразных рудных залежей (миргалимсайский тип) составляют месторождения с послойным рассеянным прожилково-вкрапленным свинцовым оруденением, приуроченным к определенным горизонтам пород и прослеживающимся непрерывно на весьма значительных площадях (несколько квадратных километров). Эти месторождения располагаются в верхнедевонской толще, представленной в основном чередующимися тонкослоистыми ленточными доломитами и известняками, местами переслаивающимися с мергелями. Генезис месторождений данной группы объясняется различно: большинство исследователей считает их гидротермальными, но некоторые — осадочными. Для главного ее представителя — Миргалимсайского месторождения характерны прожилково-вкрапленные свинцовые (галенитовые) руды, практически не содержащие цинка, приуроченные к сильно баритизированным ленточным доломитам. Руды эти отличаются значительной сереброносностью, тогда как прочие цинково-свинцовые месторождения Каратау, так же как и вообще телетермальные месторождения

других районов, характеризуются, наоборот, весьма низким содержанием серебра. Медь, мышьяк, сурьма, висмут, обычные в полиметаллических месторождениях, здесь практически отсутствуют.

В Каратау известно более 200 пунктов цинково-свинцового оруденения, однако только очень немногие из них являются промышленными месторождениями. К настоящему времени почти все рудопроявления, имеющие более или менее существенные выходы на дневную поверхность, в той или иной мере проверены на глубину поисково-буровыми работами. Успехи дальнейших поисков в этом районе будут в основном зависеть от того, насколько правильно здесь будут определены методы поисков слепых, не выходящих на дневную поверхность, рудных тел. Сомневаться же в наличии в Каратау таких слепых тел, находящихся ниже современного эрозионного среза, нет оснований.

СРЕДНЯЯ АЗИЯ

Средняя Азия по запасам свинцовых и цинковых руд занимает в Советском Союзе одно из ведущих мест. Наибольшая часть промышленных месторождений сосредоточена в Северном Таджикистане и в Киргизии. Особое значение по свинцу и цинку имеет Кураминская металлогеническая зона и некоторые участки Северного Тянь-Шаня. Значительно меньшую роль играют месторождения Чаткало-Нарынской и Фергано-Нуратинской металлогенических зон. Перспективной по свинцу является Южно-Гиссарская зона.

В настоящее время считается, что вся свинцово-цинковая минерализация территории Средней Азии, за исключением нескольких рудопроявлений мезозойского и третичного возраста, является верхнепалеозойской. Однако в последние годы появилось мнение о более древнем, среднепалеозойском возрасте некоторых свинцовых рудопроявлений и о их принадлежности к образованиям осадочно-метаморфогенного происхождения. Верхнепалеозойская эндогенная свинцовая и цинковая минерализация связана с магматизмом поздних и конечных этапов развития геосинклинали Южного Тянь-Шаня.

Исключительное разнообразие месторождений и рудопроявлений свинца и цинка в Средней Азии не позволяет в рамках краткого обзора охарактеризовать все типы минерализации. В табл. 1 сведены лишь данные о важных в практическом отношении или особо распространенных и характерных генетических типах свинцово-цинкового оруденения. Как видно из таблицы, наиболее крупные месторождения относятся к скарновому типу. Для большинства других гидротермальных месторождений характерны средние и мелкие размеры.

Скарново-полиметаллические месторождения (I) исключительно типичны для Кураминской металлогенической зоны. Рудоносные скарны приурочены к контактам различных пермских кислых малых интрузий с карбонатными породами среднего палеозоя, а иногда образуют трубообразные тела, расположенные в удалении от интрузий. Связь месторождений с малыми интрузиями носит парагенетический характер. Скарны месторождений относятся к гранатовым, пироксено-гранатовым и пироксеновым разностям, содержащим иногда родонит и бустамит. Оруденение всегда наложено на скарны. Среди рудных минералов главными являются сфалерит (содержащий кадмий) и несколько уступающий по количеству галенит. Прочие рудные минералы, такие как халькопирит, пирит, пирротин, магнетит, гематит, тетраэдрит и др., представляют собой незначительные примеси. Жильными минералами, сопровождающими свинцово-цинковое оруденение, являются кварц и кальцит. Преимущественное распространение имеют средние и бедные руды. Месторождения открыты и разведаны в послереволюционные годы и имеют

Таблица 1

Важнейшие типы свинцово-цинковых месторождений Средней Азии

Генетический тип месторождений	Форма залегания	Примеры
I. Скарновые	Крутопадающие линзы, пластообразные тела, трубы, столбы, неправильные тела	Алтынтопканская и Кансайская группы, Курусуй и др.
II. Гидротермальные (средне- и низкотемпературные)		
А. Прожилково-вкрапленные в зонах дробления в силикатных породах	Крутопадающие столбы и линзы	Боорду, Тарыэкан, Лашкерек
Б. Жильные в силикатных породах	Жилы простые, четковидные и т. п.	Гудас, Кичик-Арсаган, Наугарзан, Ак-Куль
В. Метасоматические в карбонатных породах	Согласные тела (пластообразные и межпластовые)	Сумсар, Уч-Кулач, Ики-Чат
	Несогласные тела (линзы, трубы, неправильные тела)	Кургашин-Кан, Тамаверды, Балда-Брек, Кан-И-Гут
III. Осадочно-метаморфогенные	Пластовая	Босбу-Тау, Калкан-Ата

весьма существенное значение в общем балансе запасов свинца в Советском Союзе.

Гидротермальные прожилково-вкрапленные руды в зонах дробления эффузивов, интрузивных пород и метаморфических сланцев (II, *А*) встречаются как в Кураминской, так и в Северо-Тяньшаньской зонах. По составу это обычно существенно свинцовые месторождения с подчиненным количеством цинка. В промышленных концентрациях в них присутствует серебро и иногда золото (Боорду). Остальные рудные примеси ничтожны и не имеют практического значения. Оруденение сопровождается окварцеванием и серицитизацией боковых пород. Как самостоятельный морфологический тип следует выделить жильные существенно свинцовые месторождения, весьма многочисленные в Кураминской и Северо-Тяньшаньской зонах, отличающиеся как правило незначительными запасами промышленных руд или вовсе не имеющие практического значения. Эти месторождения, как и прожилково-вкрапленные, залегают среди различных силикатных магматических и осадочно-метаморфических пород. По составу жильных минералов они могут быть подразделены на барито-флюоритовые, флюоритовые, кварцевые, кварцево-карбонатные и др. Практический интерес в этих месторождениях представляет лишь свинец. Сопутствующими рудными компонентами-примесями являются медь, цинк, серебро и иногда золото.

Большим разнообразием формы залегания и широкой распространенностью отличаются метасоматические свинцово-цинковые и свинцовые месторождения в карбонатных породах (II, *В*). Они особенно типичны для западной части Кураминской зоны, Фергано-Нуратинской и Чаткало-Нарынской зон, где приурочены к известнякам и доломитам девона и нижнего карбона.

К числу крупных месторождений, выделяющихся среди других особенностями состава и околорудных изменений, относятся Кургашинкан в Северном Карамазаре. Для этого месторождения типичен свинцово-цинковый состав и серпентинизация, доломитизация и хлоритизация вмещающих карбонатных пород. Галенит отличается высокой серебристостью, а сфалерит — заметным содержанием кадмия. В рудах присутствует примесь гельвина. Для всех остальных месторождений этой

группы характерен простой состав и слабые околорудные изменения. Руды практически являются чисто свинцовыми, так как все прочие рудные компоненты, в том числе цинк и медь, не образуют сколько-нибудь существенных концентраций. В Южно-Ферганских месторождениях среди рудных примесей появляется сурьма в блеклых рудах, в Угамско-Таласских месторождениях — киноварь. Обычными околорудными изменениями являются карбонатизация (кальцит, доломит), баритизация и, в меньшей степени, окварцевание. Как видно из табл. 1, метасоматические месторождения свинца в известняках характеризуются большим разнообразием форм залегания.

Вся группа гидротермальных свинцово-цинковых месторождений Средней Азии (типы II, *А*, II, *Б*, II, *В*) по возрасту относится к концу верхнего палеозоя и была сформирована в поздние и конечные этапы развития герцинского подвижного пояса Южного Тянь-Шаня. Если вопрос о возрасте месторождений решается в большинстве случаев более или менее достоверно, то отношение оруденения к интрузиям значительно менее ясно и является предметом дискуссий. Предполагается, что свинцовые месторождения Кураминской зоны (типы II, *А*, II, *Б*, II, *В*) парагенетически связаны с трещинными малыми интрузиями верхнепермского возраста. Свинцовые месторождения Северного Тянь-Шаня возможно имеют парагенетическую связь с проявлениями позднегерцинского магматизма, наложенного на каледонские структуры. Источники оруденения для свинцовых месторождений Чаткало-Нарынской и Фергано-Нуратинской зон совершенно неясны. Некоторые из этих месторождений близко напоминают образования телетермального типа.

В настоящее время следует с рядом оговорок выделить в Средней Азии осадочно-метаморфогенный тип свинцового оруденения (III), характеризующийся убогими забалансовыми рудами, лишь изредка достигающими по содержанию свинца уровня кондиционных. Свинцовое оруденение имеет вкрапленный характер и встречается среди доломитизированных, часто битуминозных известняков. Характерна пластовая форма оруденения и распространение по простиранию на большие расстояния, достигающие 10—20 *км*. Минералогический состав рудопроявлений очень прост. Кроме галенита из рудных минералов присутствует небольшая примесь сфалерита и халькопирита. Из нерудных минералов, кроме доломита, присутствует барит. Такое оруденение известно среди карбонатных пород живетского яруса (Калкан-Ата, Босбу-Тау, Тюя-Таш) и нижнего карбона (Джергаланский район).

Перспективы Средней Азии по свинцу еще далеко не исчерпаны. Кроме заведомо рудных районов, где дальнейший прирост запасов следует ожидать главным образом за счет разведки известных месторождений и выявления новых месторождений, не вскрытых на поверхности (Кураминская зона, западная часть Чаткало-Нарынской зоны, Северный Тянь-Шань), перспективна западная часть Южно-Гиссарской зоны, где ожидается выявление новых месторождений свинца. Большой интерес для нахождения новых свинцовых месторождений метасоматического типа среди карбонатных пород представляет восточная часть Чаткало-Нарынской зоны, где следует широко развернуть детальные поисковые работы (хребет Молдо-Тау, Ак-Шийряк, Джамандаван, Нарынтау и Кокиримтау).

ДЖУНГАРСКИЙ АЛАТАУ

В Джунгарском Алатау известно значительное число полиметаллических месторождений. Наиболее интересные из них локализуются в Казан-Текелийской структурно-металлогенической зоне, ориентированной в близком к широтному направлении и контролируемой глубинными разломами того же простирания. Эта зона, по-видимому, продол-

жается на восток в пределы Китайской Народной Республики и вновь появляется на территории СССР в бассейне р. Сарычильды.

Месторождения относятся в основном к гидротермальным метасоматическим образованиям. Возникновение их имело место в верхнепалеозойское время, в поздние этапы развития подвижного пояса на месте Джунгаро-Балхашской геосинклинали.

Наиболее крупное — Текелийское месторождение приурочено к послойной зоне нарушения среди силурийских глинисто-углистых сланцев, выше по разрезу сменяющихся силурийскими же кристаллическими известняками с горизонтами кремнистых сланцев, а затем основными эффузивами. Указанные породы секутся дайками и штоками гранит-порфиров, плагиоаплитов и диоритовых порфиритов.

Рудное тело месторождения представляет собой линзообразную залежь, прослеживающуюся по простиранию на 700—750 *м* и имеющую в центральной части мощность 50 *м* и более. Главными рудными минералами залежи являются пирит, сфалерит и галенит. Существенно пиритовая минерализация развита преимущественно в периферической части рудного тела, а галенито-сфалеритовая — в центральной. В подчиненных количествах в рудах присутствуют: марказит, мельниковит, буланжерит, джемсонит, бурнонит, тетраэдрит, халькопирит, пирротин, арсенопирит, самородный висмут (?). Из нерудных минералов в месторождении отмечаются анкерит, доломит, графит, серицит, альбит, барит и турмалин. Соотношения свинца и цинка в рудах 1 : 2. Кроме основных компонентов, в рудах присутствуют серебро, кадмий и сурьма. Околорудные породы подверглись окварцеванию, серицитизации и доломитизации.

К западу от месторождения Текели располагается несколько аналогичных ему, но меньших по размерам месторождений (Яблоневое, Керимбек и др.), а к югу и юго-западу от него находится Коксу-соуктюбинская группа полиметаллических образований, залегающих преимущественно в силурийских карбонатных породах (месторождения, Кок-Су, Соук-Тюбе, Кюелы, Солдат-Сай, Скалистое и др.).

К востоку от месторождения Текели, на северных склонах Джунгарского Алатау (бассейн р. Сарычильды), известны еще слабо изученные скарновые полиметаллические месторождения (Верхне-Сарычильдинское и Нижне-Сарычильдинское), размещающиеся в визейских известняках. Полиметаллические месторождения промышленного значения здесь открыты в начале тридцатых годов текущего столетия. Перспективы выявления в этом районе новых месторождений достаточно благоприятные. Восточная и западная части Казан-Текелийской полиметаллической структурно-металлогенической зоны освещены поисками еще недостаточно.

ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ

В геологическом отношении Восточное Забайкалье представляет собой сложную мезозойскую складчатую зону, возникшую на месте весьма длительно существовавшей геосинклинали. Полиметаллическое оруденение особо интенсивно проявилось в краевой юго-восточной части этой зоны, известной как старый свинцово-серебряный горнорудный район Восточного Забайкалья, разрабатывавшийся еще с начала XVIII столетия.

Возникновение полиметаллических месторождений здесь связано с внедрением в предмеловое время малых гранитоидных интрузий нерчинско-заводского комплекса, когда складчатая зона Восточного Забайкалья находилась уже на поздних этапах своего развития. По времени образования оруденение наиболее близко к лампрофирам данного комплекса.

В генетическом отношении эти месторождения принадлежат к гидротермальным среднетемпературным и частью переходным к высокотемпературным образованиям, возникшим путем метасоматоза или как, например, месторождения в силикатных породах, путем отложения руд в полостях тектонических трещин. Некоторые месторождения приурочиваются к площадям развития скарнов и могут считаться образованиями скарнового типа.

В морфологическом отношении они разнообразны, а по размерам чаще средние или небольшие. Одни месторождения, находящиеся в карбонатных породах, представлены рудными телами трубчатой или сложногнездовой формы, другие имеют характер сложных трещинно-жильных образований или состоят из морфологически более простых, но нередко довольно крупных залежей послойного (псевдопослойного) типа. Известные полиметаллические месторождения в силикатных породах составляют группу второстепенных образований, представленных в основном трещинно-жильными телами небольших размеров.

Отложение полиметаллических руд происходило из пульсирующих рудоносных растворов, что обусловило пестроту минерального состава месторождений, выражающуюся в присутствии руд нескольких типов. В общем комплексе первичных руд здесь могут быть выделены, по С. И. Талдыкину, более простые их типы, являющиеся преимущественно продуктами отдельных стадий минерализации, а именно: 1) сфалеритовые, 2) сфалерито-марказито-пиритовые, 3) галенито-пирито-пирротино-сфалеритовые, 4) галенито-пирито-марказито-сфалеритовые, 5) сфалерито-галенитовые, 6) пирито-сфалерито-галенитовые, 7) кальцито-сфалерито-галенитовые, 8) галенитовые, 9) буланжерито-галенитовые и 10) буланжеритовые. Наряду с такими рудами в месторождениях широко распространены более сложные руды, возникшие в связи с проявлением в одних и тех же пунктах многих стадий минерализации.

Степень распространенности руд различных типов в отдельных частях месторождений неодинакова, но при существенном преобладании какого-либо одного из них; это находит, например, отражение в наличии в рудных полях площадей с преобладающим полиметаллическим существенно мышьяковым (арсенопиритовым) оруденением. Отношение содержаний свинца и цинка в общей массе полиметаллических руд Восточного Забайкалья несколько более высокое, чем в рудах многих других полиметаллических месторождений СССР. Забайкальские серебро-цинково-свинцовые руды, кроме того, характеризуются пониженным содержанием в них меди и золота при нередком присутствии примеси олова и повышенном содержании мышьяка (за счет арсенопирита).

Подавляющее большинство полиметаллических месторождений Восточного Забайкалья, в том числе и все более крупные, залегает в палеозойских известняках или доломитах, а большая часть месторождений, находящаяся в силикатных породах, концентрируется в юрских песчаниках, эффузивах и их туфах. В околорудных карбонатных породах отмечается развитие вторичных кварца и доломита обычно в сопровождении рассеянной вкрапленности пирита. Силикатные породы вблизи рудных тел подвергаются серицитизации, окварцеванию, местами значительной турмалинизации или хлоритизации и карбонатизации.

В размещении рудных концентраций внутри рудоносных участков особо важную роль играли разнообразные разрывные нарушения, достаточно четко отраженные в особенностях морфологии месторождений. Нередко рудоносные разрывные нарушения входят в состав протяженных зон разрывов или пространственно тяготеют к ним; в таких случаях разрывные структуры контролируют расположение многих месторождений.

Повышенная рудоносность отдельных участков левобережья р. Аргуни, вероятно, объясняется близостью их к зоне разрывов, проходящей

в долине упомянутой реки. Эта зона нарушений представляется наиболее крупной регионального порядка рудоконтролирующей разрывной структурой Приаргунской части Восточного Забайкалья. Весьма возможно, что аналогичную роль в отношении полиметаллического оруденения разрывы регионального масштаба играют и в других частях Восточного Забайкалья.

В Приаргунье полиметаллические месторождения в основном приурочены к крыльям и к областям замыкания крупных мезозойских складок, а также и к срединным частям крупных антиклиналей. Повышенная рудоносность этих частей складок обусловливается скорее всего их большей нарушенностью разрывами и широким развитием здесь карбонатных пород, как указывалось ранее, более благоприятных для локализации полиметаллического оруденения.

Особенности полиметаллических месторождений Восточного Забайкалья и геологических условий их нахождения стали известны после Октябрьской революции. В советское время здесь были произведены геологические съемки рудоносных площадей и всесторонне изучены многие полиметаллические месторождения, причем имеющиеся по ним обширные архивные материалы были обобщены и проанализированы. В результате разведочных работ, проведенных в Восточном Забайкалье, были открыты многие новые полиметаллические рудные тела и дополнительно выявлены значительные запасы руд в контурах ранее известных месторождений. По общим запасам полиметаллических руд, а также и по перспективам их дальнейшего роста Восточное Забайкалье продолжает занимать видное место в общей полиметаллической сырьевой базе СССР.

ДАЛЬНИЙ ВОСТОК

Полиметаллическое оруденение Дальнего Востока в общей сырьевой базе Советского Союза играет второстепенную роль. Наиболее известны и изучены месторождения Приморского края, где уже полстолетия Тетюхинский плавильный завод систематически выплавляет небольшое количество свинца.

Месторождения Приморья относятся к типу оловянно-полиметаллических. Одни из них богаты свинцом и цинком, но олова содержат только следы, устанавливаемые химическим путем. К этим месторождениям, собственно полиметаллическим, относятся скарновые месторождения (Тетюхинское, Бородинское и более мелкие месторождения). Другая группа месторождений имеет руды с промышленным содержанием олова, свинца и цинка (Большое Синанчинское, Сталинское, Вагановское и другие месторождения); третья группа месторождений при промышленном содержании в рудах олова в виде касситерита и станнина содержит относительно мало свинца и цинка (Лифудзинское, Хрустальное и другие месторождения). Встречаются месторождения, руды которых, кроме олова, свинца и цинка, имеют промышленное содержание мышьяка (Щербаковское месторождение).

Территория распространения месторождений вытянута на северо-восток, согласно с общим простиранием мезозойских пород и крупных тектонических разломов, разделяющих Приморский край на ряд крупных структурно-фациальных зон или поясов. Геологически эта территория представляет мезозойский прогиб. Часть месторождений приурочена к Центральному Сихотэ-Алинскому разрыву и к оперяющим его трещинам, значительное же количество их связано с небольшими широтными и меридиональными разломами.

Месторождения Приморья имеют нижнетретичный возраст. Часть их заключена в толще эффузивно-туфовых пород верхнего мела — палеогена. Другие месторождения находятся в отложениях мезозойских и

верхнепалеозойских. В ходе развития Сихотэ-Алинской подвижной зоны месторождения образовались в поздние этапы.

Морфология рудных тел месторождений варьирует от неправильной формы залежей, нередко трубообразной, характерной для скарновых месторождений, до типичных жил, простых или сложных, разветвляющихся иногда на очень мелкие прожилки, образующие формы штокверкового типа. Рудные жилы часто сопровождаются вкрапленностью рудных минералов в боковых породах.

Главными минералами руд являются: сфалерит, галенит, пирротин, пирит, арсенопирит, халькопирит, касситерит, гематит. В меньших количествах в них встречаются: станнин, магнетит, блеклые руды, кубанит, пираргирит, бурнонит и другие минералы. Из нерудных минералов более распространены: кварц, хлориты, карбонаты, серицит, турмалин, флюорит, барит. В скарновых месторождениях широко распространены геденбергит, гранаты, аксинит, актинолит, ильваит, датолит и другие. В качестве элементов-примесей в рудах отмечаются: мышьяк, медь, серебро, сурьма, бор, а также кадмий, висмут, ртуть, индий.

Околорудные породы изменены различно, в зависимости от их исходного состава. Известняки вблизи скарновых месторождений обычно превращены в геденбергитовые скарны (месторождения Тетюхинское, Горбушинское, Бородинское и др.). В жильных месторождениях, находящихся в глинистых сланцах и песчаниках или в эффузивах и их туфах, околорудные изменения вмещающих пород значительно проще: порфириты и их туфы обычно сильно хлоритизированы (Кирилловское месторождение), а сланцы, песчаники, кислые эффузивы и их туфы чаще бывают серицитизированы, окварцованы, хлоритизированы (Вагановское, Сталинское и другие месторождения) и местами турмалинизированы.

На территории распространения оловянно-полиметаллического оруденения широко развиты интрузии так называемых приморских гранитоидов, среди которых наиболее молодыми являются граниты палеогенового возраста. Недавние исследования показали, что рассматриваемые месторождения генетически связаны с этими гранитами, что подтверждается пространственной приуроченностью месторождений к массивам указанных гранитов, зональным расположением месторождений около этих гранитов, приуроченностью тех и других к одним и тем же тектоническим разрывам, а также геохимическим родством месторождений, палеогеновых гранитов и дайковых пород.

До Октябрьской революции в Приморье были известны лишь собственно полиметаллические месторождения. В начале тридцатых годов при ревизии этих месторождений в руде одного из них был найден касситерит, а затем были открыты Лифудзинское, Хрустальное, Сталинское, Вознесенское и другие оловорудные месторождения. Много новых рудных месторождений на Дальнем Востоке открыто также в результате поисковых работ, проводившихся в процессе систематической геологической съемки Приморья в масштабах 1 : 50 000 и 1 : 100 000. Эти работы помогли установлению закономерностей распределения месторождений и связи их с самыми молодыми интрузиями гранитоидов.

Дальнейшее увеличение запасов свинца и цинка в Приморье возможно главным образом за счет оловянно-полиметаллических месторождений. В связи с этим усиленное внимание надо обратить на совершенствование методов обработки оловянно-полиметаллических руд как комплексного сырья.

КАВКАЗ

На Кавказе давно разрабатывается только одно Садонское полиметаллическое месторождение. Большое количество свинцово-цинковых месторождений, часть которых уже также эксплуатируется, выявлено

за последнее сорокалетие. Однако в связи с открытием и промышленным освоением более крупных месторождений в других районах СССР сырьевая база свинца и цинка Кавказа имеет теперь второстепенное значение.

Среди полиметаллических месторождений Северного Кавказа можно выделить несколько групп: Садонскую, Холстинскую, Буронскую, Фиагдонскую, Фаснальскую, Тызыльскую и Кубанскую, из которых первые четыре концентрируются в районе главного Садонского месторождения.

Месторождения Садонского района приурочены к нарушениям северо-восточного направления, сопряженным с региональным разломом общекавказского простирания.

Основной особенностью геологического положения полиметаллических месторождений Северного Кавказа является преимущественно залегание их в древних метаморфических и в интрузивных породах различного возраста и только в одном случае в песчано-глинистых отложениях лейаса (Фиагдонская группа). Преобладающими формами рудных тел являются простые и сложные жилы выполнения, имеющие обычно ограниченные размеры. Садонское месторождение является одним из крупнейших жильных месторождений Советского Союза. Метасоматические рудные залежи характерны только для Буронской группы месторождений.

По минеральному составу руд месторождения Северного Кавказа делятся на галенито-сфалеритовые (Кубанская группа) и галенито-сфалеритовые с халькопиритом и существенной примесью пирита и пирротина (Садонская группа). Жильными минералами являются кварц и карбонаты. Более высокотемпературными являются колчеданные руды Буронской группы, состоящие из пироксена, граната, кварца, халькопирита, пирротина, галенита и сфалерита с примесью касситерита и станнина.

Принято считать, что месторождения Садонской группы связаны с предкелловейским магматизмом, а кубанские и Тызыльское — с позднегерцинским.

Выявление новых групп месторождений (Буронской, Фиагдонской, Тызыльской) и оправдавшаяся хорошая оценка перспектив на глубину и по простиранию старых месторождений (Садон, Згид и др.) позволяют считать, что рудные ресурсы Северного Кавказа далеко еще не исчерпаны.

В Закавказье из многочисленных изучавшихся полиметаллических месторождений в эксплуатации находится лишь одно жильное (Верхняя Квайса в Юго-Осетии) и подготовлено к разработке одно типа залежей (Маднеульское, в южной части Грузии). Большая часть закавказских месторождений относится к типу гидротермальных среднетемпературных, жильных по форме; гораздо более редки метасоматические залежи барито-полиметаллических руд в вулканогенных породах. Известно также несколько месторождений телетермального типа в виде неправильной формы залежей и гнезд сплошных и вкрапленных руд в известняках.

Жильные месторождения чаще всего находятся в наиболее распространенных вулканогенных толщах средней юры (байос), верхнего мела и среднего эоцена, а на южном склоне Главного Кавказского хребта в юрских песчано-сланцевых толщах. Рудные жилы приурочены к зонам развития разрывных нарушений, образование которых обычно связано с фазами складчатости различного возраста, но относящимися к ранним этапам развития структурных зон Закавказья. Известные барито-полиметаллические залежи находятся то в байосской (Ахтала), то в верхнемеловой (Маднеули) вулканогенных толщах. Небольшие телетермальные месторождения приурочены к карбонатным толщам среднего девона (Гюмушлуг) и верхней юры — нижнего мела (абхазские и др.).

Вещественный состав оруденения для всех жильных месторождений и некоторых залежей (Ахтала) характеризуется, как обычно, преобладa-

нием цинка над свинцом (в 2—4 раза) и медью. Преобладание свинца наблюдается в некоторых барито-полиметаллических залежах (Маднеули) и в телетермальных месторождениях в известняках (Брдзышха, Гюмушлуг).

Минеральный состав руд представлен стандартной комбинацией сфалерита, иногда очень слабо железистого (Квайса и др.), галенита, халькопирита и пирита. В отдельных месторождениях развит буланжерит (Азатек в Армении). Для руд большей части месторождений характерны несколько повышенные содержания золота и серебра, а также кадмия (до 0,1—0,2%). Из жильных минералов преобладают кварц и карбонаты, а для месторождений типа залежей особенно характерен барит.

Околорудное гидротермальное изменение вмещающих пород выражается в интенсивной серицитизации, окварцевании, хлоритизации; телетермальные месторождения залегают в доломитизированных известняках. Генетическая связь оруденения с магматическими породами обычно проявляется неотчетливо, но большинство геологов связывают генезис месторождений с гранитоидными интрузиями верхнемезозойского или третичного возраста (частью с малыми интрузиями дацитов и кварцевых альбитофиров).

Открытие за последние сорок лет значительного числа полиметаллических месторождений (хотя обычно и небольших), а также достаточно благоприятные геологические условия для их нахождения в ряде районов всех трех союзных республик Закавказья дают основание полагать, что здесь могут быть выявлены промышленные запасы свинца и цинка для дополнительного обеспечения северо-кавказского завода.

САЛАИР

Интересную и практически наиболее важную группу полиметаллических месторождений Салаира составляют собственно полиметаллические и пиритово-полиметаллические (полиметаллические существенно пиритовые) гидротермальные среднетемпературные метасоматические рудные залежи периферической прикузбасской части этого кряжа. Здесь эти месторождения приурочиваются к зоне крупных разрывов, сопрягающихся на северо-западе с краевыми разрывами герцинской Томь-Колыванской складчатой зоны, являющимися, по-видимому, северо-восточным продолжением крупных рудоконтролирующих зон смятия Рудного Алтая.

По своему составу, особенностям морфологии, характеру изменения околорудных пород, а также особенностям процесса рудоотложения они очень напоминают многие главные герцинские месторождения Рудного Алтая и, скорее всего, близки к ним как генетически, так и по времени образования.

В морфологическом отношении салаирские месторождения обычно представляют собою линзообразные, нередко весьма крупные залежи или системы таких залежей, располагающихся в кварцево-серицитовых сланцах (возникших за счет туфогенных пород, туфов и эффузивов) и контролируемых зонами смятия, чаще послойного типа.

Более распространенными минералами собственно полиметаллических руд являются: сфалерит, пирит, галенит, халькопирит, блеклая руда, барит, кварц, серицит, а в качестве примесей в этих рудах или в боковых породах отмечаются самородное золото, электрум, гидротермальный альбит и фиксированные только единичными находками арсенопирит, энаргит, гематит и флюорит. Группу практически ценных извлекаемых при переработке руд компонентов составляют: цинк, свинец, серебро, золото, и в ряде случаев барит. Руды обычно содержат цинка в несколько раз больше, чем свинца и меди, причем суммарное содержание последних чаще небольшое.

В пиритово-полиметаллических рудах содержание свинца еще более снижается, а роль пирита резко возрастает, что и является главной особенностью состава этих месторождений. Для руд некоторых существенно пиритовых залежей характерно присутствие небольшой постоянной примеси арсенопирита, пирротина, гематита, и магнетита, указывающей на принадлежность таких залежей к образованиям несколько более высокотемпературного ряда.

Одни пиритово-полиметаллические месторождения характеризуются развитием зоны вторичного сульфидного (медного) обогащения, а другие в приповерхностных частях образованием баритовой сыпучки с резко повышенным содержанием золота.

В послереволюционные годы на Салаире открыт целый ряд полиметаллических и пиритово-полиметаллических месторождений (в том числе слепых), в целом существенно укрепивших сырьевую базу горнорудных предприятий Салаира. Общие перспективы Салаира в отношении полиметаллического оруденения вместе с тем еще не вполне ясны в связи с недостаточной разработанностью отдельных вопросов геологии и истории геологического развития этого кряжа.

ТУВИНСКАЯ АВТОНОМНАЯ ОБЛАСТЬ

Известные промышленные полиметаллические рудные образования Тувинской автономной области ограничиваются пока лишь одним Кызылташтыгским месторождением, открытым в 1952 г. Это месторождение располагается в районе пересечения двух больших зон глубинных разломов — субширотной Азасской и примерно поперечной к ней Дерзикской — характеризующихся длительным развитием и сложным строением. Месторождение представлено линзообразными залежами, частью имеющими довольно крупные размеры и залегающими в кембрийской вулканогенной толще, рассеченной дайками диабазов и диабазовых порфиритов неясного возраста.

Периферические части таких залежей сложены полиметаллическими рудами, а средние обычно представлены скоплениями почти одного пирита. Главными минералами полиметаллических руд являются сфалерит, галенит, пирит, халькопирит, доломит и кварц, а комплекс второстепенных рудных и жильных минералов составляют блеклые руды, барит, серицит, хлорит, кальцит и альбит, отмечается присутствие гематита и эпидота. Химическими анализами в рудах установлено наличие примеси серебра, золота, кадмия и селена. Рудовмещающие породы месторождения окварцованы, серицитизированы и обычно сильно пиритизированы. По общему составу руд, морфологии и геологическим условиям залегания месторождение напоминает полиметаллические залежи Алтая и Салаира, что может служить существенной предпосылкой к выявлению в Тувинской автономной области значительных запасов полиметаллических руд.

На территории Тувы, кроме того, известны проявления гидротермального прожилково-вкрапленного существенно свинцового оруденения, локализующиеся в эффузивных породах среднедевонского возраста. Не исключена возможность обнаружения здесь и промышленных месторождений этого типа, хотя в общем он представляется менее перспективным. Территория Тувинской автономной области поисковыми работами на полиметаллические руды освещена еще слабо.

НИКЕЛЬ

Отечественная никелевая промышленность и мощная рудная база для нее были созданы при Советской власти.

В 1917 г. в России насчитывалось лишь до пяти небольших месторождений силикатных никелевых руд на Среднем Урале, не находивших

практического использования. В настоящее время наша страна располагает мощными действующими никелевыми рудниками (Мурманская обл., Урал, Красноярский край).

Геолого-поисковые и разведочные работы на никель продолжают планомерно развиваться в районах, тяготеющих к действующим предприятиям, расширяя их сырьевые базы и постепенно охватывают новые районы в пределах Южного Урала, Украины, Казахстана, Сибирской платформы, Дальнего Востока.

Никелевые месторождения Советского Союза представлены тремя основными типами: магматическими сульфидными медно-никелевыми рудами, силикатно-никелевыми рудами коры выветривания ультраосновных интрузий и гидротермальными никельсодержащими кобальтовыми рудами. Запасы никеля в магматических месторождениях намного больше суммарных запасов двух других указанных типов месторождений.

Выплавка никеля из сульфидных руд теперь почти вдвое больше, чем из силикатных, представлявших до революции основную базу никелевой промышленности.

Все сульфидные месторождения были открыты и начали осваиваться в советское время.

Медно-никелевые сульфидные месторождения имеют тесную генетическую связь с интрузиями основных и ультраосновных пород, приуроченных к окраинам платформ и зонам прогиба в областях мощного накопления отложений эффузивной серии и осадков ранних этапов развития геосинклиналей.

Никеленосные интрузии СССР имеют различный возраст — от докембрийского до мезозойского. Морфологически они представлены межформационными лакколитами и лополитами с пологим мульдообразным дном и резко дифференцированными и расслоенными породами, или дайкообразными и линзообразными телами офиолитового типа более однородного состава. Вкрапленные руды и шлиры преимущественно концентрируются в придонных частях расслоенных массивов, а иногда образуют среди них горизонты.

Жилы и залежи массивных, полосчатых и сетчато-прожилковых сульфидных руд и рудной брекчии выполняют трещины и зоны разломов в самих интрузиях, в их контактовых частях и значительно реже во вмещающих породах. Минералогический состав руд довольно прост. Он указывается ниже при описании отдельных групп месторождений.

Месторождения Печенгского района расположены в северо-западной части Кольского полуострова. Здесь развиты породы так называемой печенгской серии нижнепалеозойского (?) возраста, залегающие среди архейских гнейсо-гранитов и мигматитов. В состав серии входят метаморфизованные эффузивы диабазовой магмы и осадочные образования разнообразного состава; те и другие многократно перемежаются. Породы рассланцованы и падают под средними углами в южных румбах.

По ослабленным зонам, расположенным чаще вдоль контактов филлитообразных кварцево-биотитовых сланцев и метадиабазов, обусловившим чешуйчатую структуру всей толщи, внедрилась ультраосновная магма, давшая ряд сравнительно небольших линзообразных тел перидотита, пироксенита и отчасти габбро, полностью или частично измененных в серпентиниты, тремолито-хлоритовые и талько-карбонатные сланцы.

Медно-никелевые сульфидные месторождения тяготеют к крупным тектоническим разломам, приуроченным к областям лежачих контактов ультрабазитов с филлитами, и сложены несколькими разновидностями руд. Брекчиевые и массивные руды залегают непосредственно в полостях разломов, прожилково-вкрапленные руды отложились по сложной системе пористых трещин в серпентинитах и частично в сланцах, причем

степень оруденения постепенно затухает по мере удаления от основных разломов, служивших подводящими каналами. Руды рассматриваются как инъекции остаточного сульфидного расплава из глубинного очага, общего как для них, так и для самих интрузий. Переменный состав и текстурно-структурные особенности руд обусловлены многофазностью их образования в связи с неоднократным возобновлением тектонических подвижек.

Форма рудных залежей обычно пластообразная и линзообразная; размеры их колеблются в широких пределах. В состав первичных сульфидов входят пирротин, пентландит и халькопирит, изредка встречаются никелин, хлоантит, кубанит, минералы платиновой группы и др. Для переотложенных вторичных руд характерны пирит, миллерит, бравоит, виоларит, халькозин. В зоне окисления развиваются гидроокислы железа, моренозит и медная зелень.

Перспективы печенгских месторождений далеко не исчерпаны. Разведка известных рудных полей успешно продолжается на глубину, поисковыми же работами охватываются новые площади в пределах полосы продуктивных пород.

Структура Мончегорского рудного поля характеризуется следующими чертами. Толща свионийских гнейсов собрана в ряд складок северо-западного простирания. Восточные предгорья Монче-тундры сложены карельскими образованиями (протерозой), состоящими из спилитов, мандельштейнов и туфобрекчий с прослоями осадочных пород. В северной части района эти суперкрустальные образования налегают на эродированную поверхность архейских гнейсов и слагают узкую синклинальную складку (мульду) с шарниром, полого погружающимся на юго-восток.

К первой фазе интрузивной деятельности посткарельского диастрофизма относится внедрение огромных масс габбро по разлому, приуроченному к осевой части крупного антиклинала в толще гнейсов. По возникшим позже зонам смятия вдоль контактов габбрового массива внедрилась ультраосновная (частично основная) магма второй интрузивной фазы, выполнившая мульдообразную полость между толщами архея и протерозоя. В результате эрозии эти межформационные интрузии обнажаются на дневной поверхности и образуют вытянутый в северо-восточном направлении перидотито-пироксенитовый массив Ниттис-Кумужья-Травяная, связанный с ними восточный массив Сопчуайвенч того же состава, а также расположенный еще восточнее норитовый массив Нюдуайвенч-Поазуайвенч. Породы жильной фации представлены диабазами, порфиритами, альбититами и кварцевыми порфирами.

Массив Ниттис-Кумужья-Травяная сложен в нижней части перидотитами, затем полосчато-оливиновыми пироксенитами, выше которых следует толща пироксенитов. В придонных частях массива развита контаминационная зона, внизу представленная кварцево-биотитовым норитом, выше — крупнозернистым полевошпатовым пироксенитом с тонкими полосами и линзами габбро-норита, оливинового норита, перидотита; к этим породам приурочена и вкрапленность сульфидов (Донная залежь).

С элементами прототектоники (полосчатыми и трахитоидными текстурами) совпадают две системы трещин отдельности. Наиболее развитыми являются вторичные трещины север-северо-восточного направления с крутыми углами падения. Они проходят пачками в осевой части массива, достигая длины более 2 *км*, и определяют собой основную структуру рудного поля. Жильные породы выполняют частью эти трещины, частью скалывающие — диагональные трещины северо-западного и северо-восточного направления.

Рудные жилы выполняют систему крутопадающих трещин близкого к меридиональному направления. Наиболее распространенными являются пирротиновые руды массивной текстуры с более или менее равномерным распределением пентландита, халькопирита и магнетита; встречаются

и минералы группы платины. В местах разветвлений, выклинивания и пережимов жил часто преобладает халькопирит, отдельные же участки бывают почти целиком сложены магнетитом. Иногда по краям пирротиновых жил образуются маломощные оторочки крупнокристаллического пентландита. Реже в рудах наблюдаются брекчиевые и сланцеватые текстуры, сопровождающиеся частичным переотложением сульфидов, с развитием пирита, марказита, бравоита, халькозина и ковеллина, так же, как и вторичных силикатов.

Сульфиды, по всей вероятности, отделились путем ликвации в глубинном резервуаре в процессе дифференциации ультраосновной магмы, а затем были выжаты по системе трещин. Отмеченная выше крупная Донная залежь вкрапленных сульфидных руд образовалась путем ликвации сульфидов в сложных условиях взаимодействия ультраосновной магмы с вмещающими гнейсами.

В северной части массива Сопчуайвенч также констатировано наличие придонного вкрапленного оруденения. Кроме того, в цирке западного склона горы среди пироксенитов обнажается рудный «пласт», частично разведанный системой горизонтальных горных выработок и имеющий широкое площадное распространение. Не исключена возможность обнаружения в массиве Сопчуайвенч и богатых сульфидных жил типа Ниттис-Травяная.

Мелкие месторождения медно-никелевых сульфидных руд, преимущественно вкрапленного типа, известны на нескольких участках в южной части норитового массива Нюдуайвенч.

Ловнозерское месторождение генетически связано с интрузией норитов по зоне разлома в породы гранулитовой серии. Для рудоносной интрузии характерно пологое склонение в северо-восточном направлении. Вещественный состав вкрапленных руд обычный.

Основные и ультраосновные интрузии с признаками медно-никелевого сульфидного оруденения известны и по периферии огромного гранулитового массива. Исследования их продолжаются.

Помимо указанных рудных районов, в пределах Мурманской области, а также сопредельной Карелии и Ветреного пояса имеются еще выходы основных и ультраосновных интрузий, представляющих интерес с точки зрения их возможной никеленосности.

Группа норильских медно-никелевых сульфидных месторождений расположена на северо-западной окраине Сибирской платформы, в области развития верхнесилурийских известняков и перекрывающей их тунгусской осадочной серии верхнего карбона — перми, а также туфолавовой (трапповой) толщи триаса, которые пересекаются с пластообразными интрузиями долерита и порфирита. Эти породы образуют ряд размытых брахисинклинальных складок.

Рудоносные дифференцированные габбро-долериты внедрились по вертикальным трещинам прогиба и по достижении верхних слоев силурийских известняков и пород тунгусской серии растекались по пологонаклонным плоскостям наслоения.

Наиболее молодая фаза интрузивной деятельности представлена дайками диабазового порфирита.

Норильские руды разделяются на следующие основные типы: 1) вкрапленные руды и шлиры в габбро-долеритах, 2) рудные жилы и 3) руды на контактах и во вмещающих породах. Каждый тип руды обладает свойственным ему составом рудных компонентов и их соотношениями.

Обычно в рудах присутствуют: магнетит, ильменито-магнетит, пирротин, пентландит, халькопирит. Пирит встречается в заметных количествах только во вкрапленниках экзоконтакта и в верхних частях интрузий совместно с халькопиритом и миллеритом. По пентландиту развивается бравоит. Платина находится в форме сперрилита, браггита и куперита. Из

платиноидов преобладает палладий, который главным образом входит в решетку пентландита. Наиболее богаты платиноидами и медью конечные продукты расщепления магмы.

Для большинства месторождений района характерна приуроченность пластообразных залежей вкрапленных сульфидных руд к подошве дифференцированных интрузий габбро-долерита — именно к богатым оливином такситовым их разностям. Выше располагаются рудные шлиры; от них по системе горизонтальных и вертикальных трещин отходят богатые жилы, нередко проникающие довольно далеко во вмещающие породы лежачего бока.

Оруденение относится к ликвационно-магматическому типу: сульфиды были вынесены из глубинного очага вместе с основной магмой.

Помимо известных многочисленных месторождений и надежных признаков сульфидного медно-никелевого оруденения, в пределах Норильского района перспективной можно считать полосу, протягивающуюся вдоль р. Енисея на юг по крайней мере до Нижней Тунгуски. Кроме того, необходимо изучать дифференцированные интрузии траппов в северной и западной частях Сибирской платформы.

Признаки сульфидного медно-никелевого оруденения известны и в ряде других регионов Советского Союза, как-то: в наиболее основных дифференциатах габбро-лабрадоритовых массивов Украинского кристаллического щита; в Златогорском габбро-норитовом массиве Центрального Казахстана; в каледонских Патынском и Сеглебирском массивах Горной Шории; заслуживают внимания подобные же массивы Кузнецкого Алатау, Салаира и Западного Саяна. В Северо-Восточном Забайкалье большого внимания заслуживают офиолитовые ультраосновные интрузии муйского комплекса и габбро-анортозитовые интрузии каларского комплекса, соответственно принадлежащие к внутреннему и внешнему поясам байкалид (Л. И. Салоп). На Дальнем Востоке в первую очередь привлекает внимание огромный пояс массивов основных пород каледонского (?) возраста, расположенный вдоль южной окраины Алданской плиты и принадлежащий к системе Станового-Джугджурского хребтов. Эти массивы дифференцированы, и в их норитовых разностях кое-где отмечаются маломощные зоны вкрапленного и жильного медно-никелевого сульфидного оруденения.

Все перечисленные массивы пока изучены весьма слабо и требуют постановки планомерных комплексных исследований — в первую очередь проведения геологической и геофизической съемок достаточно крупного масштаба.

Месторождения силикатных никелевых руд образуются в результате химического выветривания богатых оливином ультраосновных пород, главным образом серпентинизированных, в которых первичный никель находится в рассеянном и связанном состоянии.

Среди таких приповерхностных месторождений, приуроченных к уцелевшей от размыва древней коре выветривания мезозойского и третичного возраста, выделяются три типа месторождений. Во-первых, месторождения площадного типа, для которых обычна следующая зональность (сверху вниз): охры, нонтроиты, выщелоченные серпентиниты, карбонатизированные серпентиниты и малоизмененные серпентиниты; продуктивная толща охватывает низы охристой зоны, нонтроиты и верхнюю часть выщелоченных серпентинитов. Во-вторых, месторождения трещинной коры выветривания, представленные линейно расположенными глубокими карманами, которые выполнены охристо-кремнистыми и глинистыми продуктами выветривания серпентинитов. В-третьих, контактово-карстовые месторождения, приуроченные к контактам серпентинитов с известняками.

Размеры перечисленных типов месторождений изменяются в широких пределах.

Рудными минералами их являются нонтрониты, никельсодержащие хлориты типа джефферизита, шухардита, силикаты группы гарниерита, непуита, креолита и сепиолита; рудоносные массы пронизаны прожилками празопала, хризопраза, халцедона и др. В рудах в том или ином количестве присутствует кобальт, который связан с асболаном.

В некоторых месторождениях бурые железняки охристой зоны, легированные никелем, кобальтом и хромом, служат предметом самостоятельной разработки для выплавки качественных чугунов и сталей.

Уральские месторождения силикатных никелевых руд имеют весьма широкое распространение и крупные размеры, особенно на Южном Урале, как например, группы актюбинских, халиловских, кимперсайских, вновь открытых крупнейших бурыктальских и других месторождений. На Среднем Урале продолжают расширяться рудная база Верхне-Уфалейского никелевого завода, представленная группой черемшанских, крестовско-тюленевских месторождений и др. Поисковыми работами последовательно охватываются более северные районы Урала, а также южные и юго-восточные районы Чкаловской и Актюбинской областей, Тургайский прогиб.

В Центральном Казахстане довольно широкое распространение имеют ультраосновные и основные интрузии каледонского возраста, которые объединяются в девять поясов. В результате более детальных исследований в пределах некоторых из них выявлены массивы с сохранившейся или переотложенной древней корой выветривания и промышленные месторождения силикатных никелевых руд.

Наибольший интерес представляют массивы серпентинитов в Тектурмасском поясе. Никелевой рудой здесь являются нонтронитизированные серпентиниты с чешуйками хлорита и прожилками гарниерита. Существенно кобальтовые руды асболанового типа приурочены к охристой зоне.

Значительные запасы кондиционных никелевых руд разведаны в массивах Экибастузско-Чидертинского серпентинитового пояса. Несомненно промышленное значение приобретает и группа Белогорских месторождений Чарского пояса, а также ряд других.

Таким образом, помимо существующих центров никелевой промышленности Советского Союза, рудная база которых планомерно расширяется, намечаются и новые центры в Казахстане, тяготеющие к Джезказганскому и Иртышскому металлургическим заводам.

В пределах Украинского кристаллического щита в древней коре выветривания над ультраосновными массивами за последнее десятилетие выявлены две группы промышленных месторождений: Побужские месторождения Кировоградской области и Приднепровские месторождения Днепропетровской области, на которых продолжаются комплексные поисковые работы.

Большим шагом вперед в деле расширения производства никеля как из сульфидных, так и из силикатных руд, явилось бы, с одной стороны, усовершенствование способов технологической переработки руд, в частности, применения электроплавки, прямого восстановления, а для силикатных руд также гидрометаллургии, предварительного обогащения руд и пр., с другой стороны, снижение кондиций и бортового содержания. Это позволило бы еще больше расширить рудную базу и вовлечь в освоение целый ряд крупных никелевых месторождений, руды которых пока числятся за балансом.

КОБАЛЬТ

Главным источником получения промышленных количеств кобальта в Советском Союзе являются в настоящее время существенно никелевые руды как эндогенного, так и экзогенного происхождения. Кобальт может извлекаться также из кобальто-железных (окисных), кобальто-медных

руд, из наиболее типичных для данного металла мышьяково-кобальтовых и мышьяково-медно-никель-кобальтовых руд и др.

Главными кобальтоносными районами в СССР являются: Урал, где распространены в основном экзогенные месторождения, связанные с гипербазитами, а также сульфидные медно-кобальтовые, кобальтсодержащие железорудные месторождения и др.; Мурманская область и Норильский район, на севере Красноярского края, где имеются сульфидные медно-никелевые руды.

Для указанных районов характерны комплексные руды с низкими содержаниями кобальта. Месторождение с высокими содержаниями этого металла открыто и разведано после Октябрьской революции на юге Средней Сибири (Алтае-Саянская горная область), где в это же время выявлены и другие рудопроявления кобальта, в частности, установлена существенная кобальтоносность ряда скарновых магнетитовых месторождений.

Месторождения кобальта известны в Казахстане, Закавказье (Дашкесан и др.) и ряде других районов.

Промышленными являются следующие генетические типы кобальтовых месторождений:

1) сульфидные существенно медно-никелевые в основных и ультраосновных интрузиях (реже около них), согласно одной гипотезе магматически-ликвационного, а другой — гидротермального генезиса;

2) гидротермальные кобальтово-медные;

3) гидротермальные, частью в скарновых зонах, мышьяково-кобальтовые и мышьяково-медно-никель-кобальтовые;

4) экзогенные в коре выветривания гипербазитов и связанные с ними осадочные (переотложенные).

Кроме того существенно кобальтоносны многие магнетитовые месторождения скарнового типа; некоторые из них в ближайшее время, видимо, также будут использоваться для получения кобальта.

Месторождения первого типа представлены в Карело-Кольском регионе (в основном Мурманская область) и на севере Сибирской платформы (Норильский район). Главные черты их уже освещены в разделе «Никель». Кобальт является постоянной примесью руд этого типа, причем очень характерны ограниченные пределы вариаций его количественных отношений с никелем для всего типа в целом и постоянство этих отношений для каждого рудного района.

Главным представителем кобальто-медных месторождений является Пышминско-Ключевское на Среднем Урале. Оно приурочено к вулканогенным породам преимущественно основного и среднего состава, интрудированным гипербазитами. Невдалеке от него находятся также массивы габбро, диоритов и гранитов. Оруденение приурочено к зонам дробления в гидротермально-измененных (карбонатизация, хлоритизация, лиственитизация) вулканогенных породах и представлено на одних участках существенно пиритовыми, а на других халькопирит-пиритовыми рудами. Почти весь кобальт заключается в пирите, хотя в виде примеси известны и собственно кобальтовые минералы (линнеит и др.).

Гидротермальные мышьяково-кобальтовые и мышьяково-медно-кобальтовые месторождения имеют или имели в прошлом весьма крупное промышленное значение в ряде зарубежных стран (Центральная Европа, Канада, Северная Африка), но в СССР их выявлено пока еще мало. Они выгодно отличаются от других типов месторождений высоким содержанием кобальта в рудах.

Дашкесанское месторождение в Азербайджанской ССР известно уже давно. Оно размещается в толще юрского возраста вблизи сложного интрузивного массива, состоящего из гранодиоритов и более основных пород. На некоторых участках этого месторождения кобальтовое оруденение непосредственно приурочено к хлор-гастингситовому скарну, в ви-

сячем боку магнетитовой залежи, которая также содержит вкрапленность кобальтина. На Северном (собственно кобальтовом) руднике Дашкесана пространственной связи оруденения со скарновыми образованиями не наблюдается. Рудная зона здесь приурочена к дайке диабазового порфирита раздробленного и перетертого. Оруденение в виде вкрапленности, линз и прожилков представлено кобальтином, глаукодотом, кобальтсодержащим арсенопиритом, а также рядом других, главным образом более поздних и количественно подчиненных минералов (сфалерит, халькопирит, пирит и др.).

Дашкесанское месторождение, по Г. А. Крутову, является представителем относительно высокотемпературной группы мышьяково-кобальтовых месторождений, характеризующихся в общем простым составом и незначительной ролью, или даже практическим отсутствием никеля в составе руд.

Представителем более сложного и в то же время более низкотемпературного типа оруденения является мышьяково-медно-никель-кобальтовое Ховахсинское месторождение в Тувинской автономной области. Это месторождение приурочено к толще силурийских осадочных пород, которая подстилается вулканогенными породами кембрия и перекрывается осадочно-вулканогенной толщей девонского возраста. В районе месторождения имеются небольшие гранитные интрузии и относительно скромно развиты более поздние дайки основного состава. Для силурийской толщи здесь характерны интенсивные метасоматические преобразования с почти полным превращением средних ее горизонтов в разнообразные скарны. Важную роль играют крупные сбросы с их ответвлениями и оперяющими трещинными зонами, к двум последним приурочены рудные тела.

Это протяженные, но непостоянные по мощности жилы, приуроченные к наиболее скарнированным горизонтам вмещающих пород и резко секущие слоистость. По выходе из них жилы скоро выклиниваются или теряют свою рудоносность. В результате разложения и замещения скарнов, около жил обычно развиты карбонатные оторочки с убогим оруденением. В самих жилах нередки скопления почти сплошных существенно арсенидных руд. В составе последних преобладают не сульфо-арсениды, как в Дашкесанском и подобных ему месторождениях, а высшие арсениды никеля и кобальта или кобальта и железа из групп скуттерудита и саффлорита. Существенную роль играет также никелин. Сульфиды, главным образом меди, составляют несколько обособленную (более позднюю) и в общем подчиненную ассоциацию. Характерным является присутствие в небольших количествах самородных висмута и серебра. Приуроченность к скарновым зонам является одним из примеров избирательной локализации эндогенного оруденения во вмещающих породах определенного состава, но оруденение является гидротермальным среднетемпературным.

Экзогенные месторождения, связанные с ультраосновными породами, заключают в себе основную долю ресурсов кобальта на Урале. Они имеют некоторое распространение в Казахстане, на Украине и, возможно, в других регионах. Эти месторождения в значительной части уже освещены в разделе «Никель», где указаны их основные подтипы (площадной и трещинный коры выветривания, контактово-карстовый и др.). Большая часть их является существенно никелевыми; в них кобальт концентрируется главным образом в асболанах и на тех участках месторождений, которые содержат последние в повышенных количествах.

Преобладающее значение кобальт имеет лишь в одном из подтипов, главным представителем которого является Елизаветинское месторождение на Среднем Урале. Образования коры выветривания приурочены здесь в основном к зонам трещиноватости в слабо серпентинизированных

дунитах. Наиболее важны охристые гётит-гидрогётитовые руды с кобальтовыми и кобальт-никелевыми асболанами и вадами.

Скарновые существенно магнетитовые месторождения распространены на Урале, в Алтае-Саянской области и в ряде других регионов. Как показали исследования, многие из этих месторождений, если не большинство, являются кобальтоносными. Кобальт здесь заключен главным образом в пирите, количество которого в руде варьирует в широких пределах, как и содержание в нем кобальта. Поэтому весьма различны и перспективы практического извлечения кобальта из руд тех или иных конкретных месторождений. В некоторых из них кроме кобальтсодержащего пирита появляются и арсениды никеля—кобальта, иногда образующие прожилки или даже тонкие жилы в магнетитовой руде и скарнах. Примерами месторождений данного типа являются Высокогорское на Урале, Абаканское в Алтае-Саянской области и многие другие.

Кобальтовая добывающая промышленность в СССР создана фактически за истекшие 40 лет. Рудные районы и месторождения, которые сейчас служат источником отечественного кобальта, частью открыты, а частью разведаны и промышленно освоены в советское время. Исключением является лишь Дашкесан, эксплуатация которого в небольших размерах производилась еще до Октябрьской революции. В самые последние годы обнаружены и уже теперь осваиваются новые важные месторождения кобальта в Алтае-Саянской области, на Урале и в других районах СССР.

ОЛОВО

В дореволюционной России добычи олова не было. Сырьевая база этого металла полностью создана при Советской власти. Открытые и разведанные за период с конца 20-х годов текущего века оловянные месторождения сосредоточены главным образом в восточных районах СССР — на Дальнем Востоке, в Якутской ССР, в Восточном Забайкалье и лишь несколько месторождений гораздо меньшего значения находятся в Казахстане.

Оловянные месторождения СССР относятся к следующим генетическим типам: 1) оловоносных пегматитов, 2) скарновому, 3) гидротермальному кварцево-касситеритовому, 4) гидротермальному сульфидно-касситеритовому и 5) гидротермальному риолитовому. В последнее время в СССР установлены месторождения переходного типа между кварцево-касситеритовыми и сульфидно-касситеритовыми. Кроме того, известны оловоносные россыпи.

Месторождения первых двух типов почти не имеют промышленного значения в отношении олова. Не существенно пока и промышленное значение риолитового типа месторождений. Основную ценность в СССР представляют месторождения сульфидно-касситеритового типа, несколько меньшее значение имеют месторождения кварцево-касситеритового типа, а также оловянные россыпи.

Месторождения кварцево-касситеритового типа подразделяются на собственно кварцево-касситеритовые, грейзеновые, топазово-кварцевые и полевошпатово-кварцевые.

Среди месторождений сульфидно-касситеритового типа выделяются две группы месторождений: сульфидно-магнетитовые и сульфидные (существенно арсенопиритовые), причем обе они связаны со скарновыми породами и поэтому некоторыми авторами объединяются в скарновый подтип. Другими подтипами месторождений этого типа являются: турмалиново-сульфидный, хлоритово-сульфидный (включая малосульфидный) и галенито-сфалеритовый.

Оловоносные россыпи в СССР делятся, как обычно, на элювиально-делювиальные (или проловиальные) и аллювиальные; кроме того, выде-

ляется тип россыпей в верхнечетвертичных и более древних обломочных толщах, подвергшихся каолиновому и другим видам выветривания.

Месторождения кварцево-касситеритового типа (а также пегматитового и скарнового типов) обычно тесно генетически связаны с крупными батолитовыми интрузиями кислых калиевых гранитов, располагаясь в зонах их эндо- и экзоконтактов, и относятся главным образом к средним этапам развития геосинклинальных складчатых областей.

Сульфидно-касситеритовые и небольшая часть кварцево-касситеритовых месторождений пространственно и парагенетически связаны с малыми трещинными гранитоидными интрузиями поздних этапов развития складчатых областей, залегая обычно в терригенных толщах глинистых сланцев и песчаников, реже в карбонатных и эффузивных породах. Месторождения риолитового типа подчинены толщам наземных кислых и ультракислых эффузивов, с вулканическими аппаратами которых, по-видимому, и связано генетически оруденение.

Структурный контроль в распределении оловянных месторождений особенно отчетливо проявляется для месторождений сульфидно-касситеритового типа и связанных с ними месторождений переходного и отчасти кварцево-касситеритового типов. Эти месторождения обычно тяготеют к зонам крупных разломов (глубинных), проходящих в краевых или внутренних частях подвижных поясов по границам с более консолидированными блоками (платформенными структурами или центральными поднятиями). С этими зонами разломов, как правило, бывают связаны малые трещинные интрузии и значительные наземные излияния лав (чаще кислых).

В морфологическом отношении кварцево-касситеритовые месторождения представлены обычно простыми и сложными жилами, сульфидно-касситеритовые — тоже разнообразными жилами или телами штокверкового типа (характерна сильная раздробленность вмещающих пород).

Многие оловянные месторождения по составу являются комплексными и их промышленная ценность определяется рядом компонентов (кроме олова, вольфрам, молибден, литий, свинец, цинк, серебро, некоторые рассеянные элементы, как селен и телур).

ДАЛЬНИЙ ВОСТОК

Оловянные месторождения Дальнего Востока принадлежат различным металлогеническим эпохам (от докембрия до палеогена), относятся ко всем указанным выше генетическим типам и характеризуются разнообразием геологических условий нахождения.

В отношении олова резко преобладающее значение имеют верхнемезозойская (верхнемеловая) и палеогеновая металлогенические эпохи. Домезозойская промышленная оловоносность известна на Дальнем Востоке лишь в Приханкайском и в небольшой мере в Верхне-Буреинском районах. Господствующим типом промышленных месторождений является сульфидно-касситеритовый, однако и кварцево-касситеритовый тип оруденения здесь пользуется довольно широким распространением, хотя его промышленное значение в целом значительно меньше.

Оловянные месторождения распространены на Дальнем Востоке на громадной территории от крайнего северо-востока азиатского материка до границ с Китайской Народной Республикой, образуя большое число отдельных оловоносных районов. Хорошо изученными и типичными являются оловоносные районы южной части Дальнего Востока — Приамурье и Приморье, краткая характеристика которых и приводится ниже.

В пределах южной части Дальнего Востока можно выделить три пояса распространения верхнемезозойской и палеогеновой оловянной минерализации: 1) Хингано-Охотский, 2) Западно-Сихотэ-Алинский и

3) Восточно-Сихотэ-Алинский, и, кроме того, два района с палеозойской оловянной минерализацией — Приханкайский и Буреинский.

Хингано-Охотский рудный пояс прослеживается от Амура до истоков рр. Керби и Немилена более чем на 500 *км*. Оловорудные проявления этого пояса представлены как образованиями сульфидно-железистого и хлорито-сульфидного подтипов, связанными с малыми субвулканическими интрузиями (Хингано-Олонойский рудный узел), так и типичными кварцево-касситеритовыми месторождениями, сопровождающими верхнемезозойские гипабиссальные интрузии (Бурея-Селемджинская группа). Кроме того, устанавливается все больше примеров месторождений переходного типа особенно в северной, Бурея-Селемджинской части данного оловоносного пояса, в связи с чем повышается перспективность этого района.

На всем протяжении Хингано-Охотского рудного пояса основным структурным элементом, определяющим его положение в крупном плане, является мощный комплекс верхнемезозойских эффузивов, четко пространственно сопряженный с оловоносными районами.

Поля развития эффузивов, гранитоидных интрузий и сопровождающих их проявлений оловянного оруденения приурочены к месту сочленения мезозойской складчатой структуры с менее подвижной областью северной окраины Китайской платформы. Возникшие в стыке этих двух разнородных структурных зон глубокие и длительно развивавшиеся разломы служили путями для последовательного подъема из глубин магматического материала и оловоносных термальных растворов. Для оловянных месторождений южного Хингано-Олонойского района является характерным: 1) локализация в нижних частях эффузивного комплекса, 2) тесная связь с малыми трещинными кислыми интрузиями, 3) приуроченность к местным куполовидным поднятиям, осложняющим общую синклинальную структуру, 4) особенно важна приуроченность к зонам дробления, чаще косо секущим своды куполовидных структур. В частности, на главном, Микояновском месторождении серия ступенчатых сбросов влияет на распределение рудных тел. Для северных частей пояса первостепенную роль в размещении оруденения играет интрузивный контроль.

По совокупности геологических данных оловянные месторождения Хингано-Охотского рудного пояса относятся к поздним этапам развития подвижных зон.

Месторождения этого пояса находятся как в эффузивах и интрузивах (Хингано-Олонойская группа), так и в песчанико-сланцевых и, реже, карбонатных осадочных толщах. Околорудные изменения вмешающих пород бывают довольно разнообразны и интенсивны в зависимости от их первичного состава. Для месторождений сульфидно-касситеритового типа они выражаются в хлоритизации, окварцевании, турмалинизации, серицитизации, новообразовании каолина и иногда алунита, а в карбонатных породах в их скарнировании. В месторождениях кварцево-касситеритового типа основными видами околорудных изменений являются грейзенизации и окварцевание.

Минералогический состав сульфидно-касситеритовых руд представлен (помимо касситерита) кварцем, пирротином, арсенопиритом, пиритом, сфалеритом, галенитом, станнином, а из силикатов — железистым хлоритом и турмалином; для сульфидно-железистого подтипа характерно еще присутствие магнетита, силикатов железа, магния и кальция (гранатов, пироксенов, амфиболов, везувиана), а также кальцита, аксинита, флюорита, скаполита.

Для месторождений кварцево-касситеритового типа характерно присутствие кварца, вольфрамита, циннвальдита, флюорита, топаза, турмалина, сидерофиллита, самородного висмута, иногда берилла, сульфиды же наблюдаются в очень малых количествах.

Геологические исследования последних лет показывают, что Хингано-Охотский оловоносный пояс продолжается на северо-восток до побережья Охотского моря и на юг в пределы Китайской Народной республики.

Оловоносность Западно-Сихотэ-Алинского рудного пояса изучена еще слабо. Этот пояс совпадает с прогибами, выполненными на юге сильно дислоцированными верхнепалеозойскими и триасовыми (Даубихинский прогиб), а на севере юрскими и меловыми осадочными отложениями (Нижне-Бикинский прогиб). Оловянное оруденение, преимущественно кварцево-касситеритового типа (иногда сложного состава — с молибденом, вольфрамом и висмутом), связано с участками грейзенизации и развития кварцевых прожилков в крупных интрузиях верхнемеловых гранитоидов вдоль сочленения этого пояса с Уссури-Ханкайским палеозойским массивом и в малых гранитоидных интрузиях мелового и юрского возраста, приуроченных к антиклиналям в центральной части прогибов.

Восточно-Сихотэ-Алинский оловоносный пояс наметился после открытия в Центральном Сихотэ-Алине нового рудного района и многих рудопроявлений и ореолов рассеяния касситерита в Северном Сихотэ-Алине, причем наряду с давно известным Тетюхе-Лифудзинским рудным районом эти районы образуют широкую и весьма протяженную полосу проявлений оловянного, вольфрамового и полиметаллического оруденения, проходящую в северо-восточном направлении от побережья Японского моря на юге Приморья до нижнего течения Амура.

Этот рудный пояс приурочен к зоне Тетюхинского прогиба, в котором в течение мезозоя накоплялась мощная толща песчано-глинистых осадков флишевого типа, а в верхнемеловое и палеогеновое время, в связи с интенсивным проявлением разрывных нарушений, характерных для поздних этапов развития подвижной зоны, происходили массовые излияния лав и внедрились малые гранитоидные интрузии, с которыми и связано оруденение. Основным типом оловянных месторождений Восточно-Сихотэ-Алинского пояса является сульфидно-касситеритовый, причем на юге Приморья наиболее распространены месторождения галенито-сфалеритового подтипа (Сталинское, Синанча, Дальнее) и переходные к нему от хлоритово-сульфидного подтипа (Хрустальное, Лифудзин и др.), тогда как в средней и северной частях пояса преобладают месторождения турмалиново- и хлоритово-сульфидных подтипов (Левое, Адинское и др.).

Месторождения кварцево-касситеритового типа (с вольфрамитом) пользуются сравнительно широким развитием в средней и северной частях пояса, где они тесно ассоциируются с месторождениями сульфидно-касситеритового типа (Таборное, Тайфунное, Има-Сикчи и др.). В Южном Приморье значение кварцево-касситеритового оруденения значительно меньше.

Наконец, известны и оловоносные скарны, представленные единичными месторождениями и рудопроявлениями в южной и северной частях пояса.

На юге Приморья существенно сульфидные оловянные месторождения располагаются в восточной части пояса в пределах прибрежной зоны распространения вулканогенных образований и есть основания предполагать, что эта же закономерность сохраняется в менее изученном Центральном и Северном Сихотэ-Алине. Кварцево-касситеритовые и турмалиново-касситеритовые месторождения тесно связаны с гранитоидными интрузиями, располагающимися обычно рядами северо-восточного простирания, причем оруденение находится как в самих интрузивах, так и в зонах их экзоконтактов. В некотором удалении от интрузий проявляются уже сульфидно-касситеритовые месторождения (хлоритово-сульфидного подтипа).

Для существенно сульфидных подтипов оловянного оруденения, в частности для галенито-сфалеритового, влияние интрузивного контроля на размещение месторождений играет меньшую роль, и на первый план выступают структурные факторы.

Благоприятными для локализации оруденения структурными факторами являются: а) зоны крупных тектонических нарушений на границе Тетюхинского прогиба и Центрально-Сихотэ-Алинского поднятия, где оруденение широко развито в полосе, тяготеющей к этим нарушениям, б) участки поперечных перегибов более древних вмещающих оруденение складчатых структур (рудные узлы Звездный, Има-Сикчи и др.).

Подавляющая часть оловянных месторождений Восточно-Сихотэ-Алинского пояса сосредоточена в песчано-глинистых флишевых толщах мезозоя. Значительно реже они встречаются в кислых эффузивах и кремнистых породах. В гранитоидах, как указывалось, располагаются кварцево-касситеритовые месторождения нередко с вольфрамитом, шеелитом и молибденитом.

За пределами описанных рудных поясов промышленно важное значение имеют концентрации олова в Уссури-Ханкайском и Буреинском районах, связанные с палеозойскими кислыми калиевыми гранитами домезозойского фундамента. В Уссури-Ханкайском кристаллическом массиве, сложенном докембрийскими гнейсами и кристаллическими сланцами, а также менее измененными осадочными породами докембрия и кембрия, покрытыми местами верхнемеловыми — нижнепалеогеновыми эффузивами, оловоносность относится к нескольким металлогеническим эпохам, но наиболее ценными являются оловорудные проявления среднепалеозойского возраста. Они связаны с небольшими массивами грейзенизированных гранитоидов, прорывающими известняково-сланцевые толщи нижнего палеозоя в Вознесенском районе. В этих массивах известны кварцево-касситеритовые жилы с топазом и вольфрамитом (Чапаевское месторождение), а среди измененных осадочных пород — кварцево-турмалиновые и кварцево-сульфидно-турмалиновые жилы с касситеритом (Ярославское месторождение и др).

В известняках имеются контактово-метасоматические флюориторедкометальные месторождения с тонко рассеянным касситеритом.

Оловоносные вознесенские граниты Ярославского узла весьма сходны с турмалиновыми биробиджанскими гранитами Малого Хингана, тоже оловоносными. В Верхне-Буреинском районе пока известны лишь небольшие оловянные месторождения в сходных геологических условиях.

СЕВЕРО-ВОСТОК

Оловорудные месторождения Северо-Востока имеют серьезное значение в общей сырьевой базе этого металла в Советском Союзе. Олово является ведущим элементом эндогенного оруденения Северо-Восточной металлогенической провинции.

Главная масса оловорудных месторождений здесь представлена высокотемпературным кварцево-касситеритовым типом. В последнем выделяются следующие подтипы: 1) кварцево-полевошпатовый (месторождения Бутыгычаг, Коллективное), 2) кварцево-турмалиновый с сульфидами (месторождение Лазо, Балыгычан и др.), 3) кварцево-хлорито-магнетитовый (Омсукчанская группа месторождений, Яно-Адычанские и др.). В значительно меньшей степени развит грейзеновый подтип (месторождения Суксуканское, Днепровское и др.). Следует отметить единичные месторождения скарнового (Больше-Каньонское и Пасмурное) и сульфидно-касситеритового типов, свинцово-цинковое (Хетинское).

Оловянные месторождения располагаются в Яно-Колымской и Колымо-Чукотской геосинклиналях и тяготеют к стыку последних с древними остаточными массивами (Колымским срединным массивом и

Чукотским массивом) и наложенными структурами. Рудовмещающие толщи в большинстве месторождений, исключая Больше-Каньонское и Хетинское, относятся к верхоянскому осадочному комплексу, представленному тонко переслаивающимися глинистыми и песчаными породами пермского, триасового, нижне- и среднеюрского возраста. Почти все оловорудные месторождения расположены в эндо- или экзоконтакте интрузий.

По возрасту оловорудные месторождения подразделяются на две группы: верхнеюрские и верхнемеловые. Некоторые исследователи возраст первой группы считают не верхнеюрским а нижнемеловым. Более древние оловорудные месторождения связывают со средними этапами развития Яно-Колымской и Колымо-Чукотской геосинклинальных зон, наиболее молодые оловорудные месторождения — с поздними этапами развития этих зон.

Морфология оловорудных месторождений разнообразна и в известной степени определяется типом месторождений. Для грейзенового подтипа характерны метасоматические жилы (тела) с небольшими трещинными выполнениями, расположенными в их центральных частях. Довольно часто контуры этих рудных тел определяются только по данным опробования. Кварцево-турмалиновому и кварцево-хлорито-магнетитовому подтипам месторождений свойственны мощные жилы выполнения и зоны дробления. Для скарнового типа характерны пластообразные залежи, находящиеся в экзоконтакте интрузий и приуроченные к границам напластования карбонатных и алюмосиликатных пород. Размеры месторождений различные и колеблются в широких пределах.

Грейзеновые месторождения обычно представлены мелкими рудными участками, находящимися друг от друга на расстоянии от 1—2 до 10—20 *км*, нередко расположенными в пределах одной (Днепровское) или нескольких (Суксуканское) тектонических зон. Эти зоны проходят в интрузиях и их экзоконтакте. Оловянное оруденение на глубину прослеживается на 100—200 *м*.

Для кварцево-турмалинового и кварцево-хлорито-магнетитового типов характерны крупные трещинные выполнения и оруденелые зоны разломов, прослеживаемые по простиранию на протяжении от 200 *м* до 1 *км*, при мощности от нескольких сантиметров до нескольких метров (Бургачанское месторождение Янского района и др.). Минералогический состав оловорудных месторождений определяется их типом.

Для грейзенового подтипа характерны кварц, мусковит, топаз, сидерофиллит, турмалин, иногда берилл. Наиболее перспективными являются турмалиновые грейзены. Для кварцево-турмалинового подтипа (месторождения Лазо, Кинжал и др.) типичны кварц, турмалин, пирит, арсенопирит, касситерит, вольфрамит. Поздние стадии минерализации представлены пирротином, индийсодержащим сфалеритом, халькопиритом, станнином; завершающие (конечные) стадии — кальцитом, флюоритом и халцедоноподобным кварцем. Для подтипов кварцево-хлорито-магнетитового (Начальное месторождение Омсукчанского района) и кварцево-хлорито-сульфидного (Бургачанское — Янский район) характерны кварц, железистый хлорит, магнетит, касситерит, вольфрамит, кобальтовые минералы, сульфиды. Последние, так же как и в кварцево-турмалиновом подтипе, выделялись в позднюю стадию минерализации. Вольфрамит иногда встречается в равном касситериту количестве (месторождение Начальное). Кобальтовые минералы имеют существенное значение в Бургачанском месторождении.

В скарновом типе (месторождение Большой Каньон) для ранней стадии минерализации характерны: пироксены, гранаты, волластонит, скаполит, везувиан; для средних стадий минерализации — кварц, аксинит, данбурит, касситерит, арсенопирит и пирит; для поздней стадии минера-

лизации — пирротин, индийсодержащий сфалерит, халькопирит, флюорит, кальцит и кварц поздних генераций.

Во всех группах месторождений, исключая грейзеновые, в повышенном содержании встречаются индий, кадмий и галлий. В грейзеновом подтипе месторождений околорудные изменения представлены окварцеванием (10—20 *м* от трещинного выполнения), в меньшей степени развиты турмалинизация и мусковитизация; в кварцево-турмалиновом — турмалинизацией и серицитизацией; в кварцево-хлоритовом — хлоритизацией и серицитизацией. В скарновом типе в алюмосиликатных породах (граниты, глинистые сланцы, песчаники) околорудные изменения ведут к возникновению везувиана пироксена, аксинита, скаполита, в карбонатных — образуются волластонит, гранат и пироксен.

Древние оловорудные месторождения (Чаунские штокверки, Иультинское, Полярное, Суксуканское и др.) связаны с крупными батолитоподобными интрузиями гранитоидов, ориентированными согласно с основными складчатыми структурами. В Сеймчанском районе эти интрузии переработаны пегматитообразующими растворами, изменившими их первичный диоритовый состав до гранитового. Месторождения, связанные с этими интрузиями, представлены главным образом грейзеновым подтипом, дающим переходы в кварцевый.

Молодые (верхнемеловые) оловорудные месторождения (Эгехайское, Илинтасское, Депутатское, Валькумейское, Лазо, Балыгычанское, Начальный, Хатарен и т. д.) связаны с верхнемеловыми интрузиями, представленными главным образом секущими штоками кислых и ультракислых пород. Эта группа месторождений представлена кварцево-касситеритовой формацией с переходами к сульфидно-касситеритовой.

Все оловорудные месторождения Северо-Востока Сибири были открыты и изучены после Октябрьской революции. Наиболее перспективными районами в отношении олова являются: 1) Чукотка, где прежде всего необходимо доразведать Иультинские месторождения; вероятно также открытие новых месторождений; 2) хр. Полоусный (месторождения Полярное и Депутатское) и 3) район Яно-Адычанских месторождений, где имеет большое развитие кварцево-касситеритовый тип оруденения с железистыми силикатами и окисными соединениями железа и с железистыми силикатами и сульфидами.

Кроме того, перспективными в смысле комплексного извлечения металлов могут быть месторождения ряда других районов (Сеймчанский, Балыгычанский, Омсукчанский и т. д.), в которых спутниками олова являются индий, галлий, тантал, редкие земли и другие элементы.

ЗАБАЙКАЛЬЕ

В юго-восточной части Забайкалья известно большое количество оловянных и вольфрамово-оловянных месторождений, из которых только некоторые подвергаются эксплуатации, а остальные являются либо мелкими, либо еще слабо изученными. Все более значительные месторождения относятся к гидротермальному сульфидно-касситеритовому типу; месторождения кварцево-касситеритового и переходного, а также пегматитового и скарнового типов имеют небольшие размеры, а частично должны быть отнесены к рудопроявлениям.

Почти все оловянные месторождения здесь расположены в пределах Даурской и Агинской геоантиклинальных структур, представляющих собой осевую часть мезозойского складчатого пояса Забайкалья, или у западного края Шилко-Газимурской зоны (главного мезозойского прогиба) у границы с Агинской структурой. В краевых частях мезозойской геосинклинали и прилегающих платформ оловянные месторождения в сущности не известны (за исключением двух-трех мелких). Распределение оловянного оруденения в пределах геоантиклинальных, более жестких

структур в основном контролировалось крупными разломами, возникающими в конце среднего и начале позднего этапов развития мезозойского подвижного пояса. Месторождения размещаются обычно не на крупных разрывах, а на сопряжении их с более мелкими и в местах пересечения разрывов разных направлений.

По крупным разломам главного северо-восточного направления, параллельного простиранию складчатых структур, особенно в местах их пересечения с поперечными, северо-западными разломами, внедрились кислые гранитоиды, с которыми и связано оловянное оруденение. Граниты, образовавшиеся в глубинных условиях, оруденением обычно не сопровождаются. С гипабиссальными лейкократовыми гранитами связаны главным образом оловянные месторождения кварцево-касситеритового и пегматитового типов, а с приповерхностными малыми интрузиями гранитов и родственных им порфировых пород — сульфидно-касситеритового типа.

В Даурской геоантиклинальной структуре с одноименным комплексом порфировидных и равномернозернистых биотитовых гранитов, по-видимому, допермского возраста, связаны только месторождения пегматитового типа. С более молодым (по мнению большинства исследователей, мезозойским) асакан-шумиловским комплексом малых трещинных интрузий лейкократовых гранитов, переходящих в гранит-порфиры, имеют связь оловянные месторождения кварцево-касситеритового типа (нередко в грейзенизированных породах). Сульфидно-касситеритовые месторождения, по-видимому, связаны с кислыми эффузивами верхней юры или с мелкими интрузиями кварцевых порфиров, вероятно, представляющих корни этих эффузивов.

Оловянные месторождения в пределах Даурского антиклинория распределяются в трех оловоносных структурных зонах. В Ингода-Былыринской зоне, расположенной на юго-восточном крыле антиклинория, сосредоточены наиболее значительные месторождения сульфидно-касситеритового и переходного типов (Хапчеранга, Тарбальджей, Ингодинская и Салбартуйская группа и др.). Типичным представителем месторождений сульфидно-касситеритового типа является Хапчерангинское месторождение, другие же большей частью представляют собой переходную группу к кварцево-касситеритовому типу. В них касситерит чаще всего сопровождается мелкокристаллическим шеелитом, содержание сульфидов снижается (преобладает арсенопирит), рудные жилы нередко сопровождаются грейзенизацией вмещающих пород. Общим типоморфным минералом для всех месторождений (как типично сульфидных, так и малосульфидных и грейзеновых) этой зоны является арсенопирит. Из жильных минералов для сульфидных месторождений характерен хлорит, для малосульфидных и грейзеновых — турмалин.

Типично сульфидные месторождения расположены в юго-восточной части Ингода-Былыринской зоны близ контакта среднепалеозойской (?) толщи филлитов с пермской песчано-сланцевой толщей.

В Зачикойской оловоносной зоне, в центральной части Даурского антиклинория, распространены почти исключительно месторождения кварцево-касситеритового типа, нередко содержащие вольфрамит. Вместе с кварцеворудными жилами распространены оловоносные грейзены (Шумиловское месторождение), иногда преобладающие над жилами (Буркальское месторождение). Месторождения этой зоны небольшие и значение ее в основном определяется наличием связанных с ними оловоносных россыпей.

Еще меньшее значение имеет Мензинская оловоносная зона, в которой известны лишь небольшие месторождения оловоносных пегматитов, связанных с гранитами даурского комплекса.

В Агинской антиклинальной структуре, сложенной в основном палеозойскими породами, прорванными небольшими верхнеюрскими интру-

зиями гранитоидов кукульбейского, амуджикано-шахтаминского и шерловогоро-хапчерангинского комплексов, известны месторождения различных типов, но в большинстве случаев мелкие. Месторождения располагаются вдоль трех главных разломов северо-восточного простирания, образуя три оловоносные зоны (Дульдурга-Агинская, Дурулгуево-Кобухайская и Шерловогорская).

Наиболее значительным является Шерловогорское месторождение сульфидно-касситеритового (вернее, переходного) типа, расположенное в месте пересечения северо-восточного и почти меридионального разломов и связанное с интрузией Кукульбейских гранитов.

В пределах указанных антиклинальных структур (Даурской и Агинской) выделяются перспективные зоны и участки для детальных поисков на олово.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН

Оловянные месторождения Центрального Казахстана не имеют самостоятельного значения в общей сырьевой базе этого металла в Советском Союзе. В виде касситерита олово чаще всего представлено в Центральном Казахстане как второстепенный компонент в комплексных рудах вольфрамитово-молибденитовых месторождений. Для этих месторождений являются характерными интенсивное околожильное изменение вмещающих пород, в виде грейзенизации, серицитизации и окварцевания, а также сложность состава руд, определяющаяся разными количественными соотношениями вольфрама, молибдена, олова, бария и висмута.

В качестве промышленных месторождений иного, более богатого оловом типа можно назвать месторождения Караоба, Майкуль, Южный Атасу. Значительно реже в Центральном Казахстане встречаются жилы кварцево-касситеритового типа; их минералогический состав простой: кварц, касситерит, акцессорные; как правило запасы олова в таких месторождениях не велики.

Пегматитовый тип оловянных месторождений также имеет здесь своих представителей (Ольгинское, Майкуль, Северный Атасу и др.), но содержание олова в них убогое. Месторождения олова сульфидно-касситеритового типа в Центральном Казахстане пока неизвестны. Касситеритовые россыпи обнаружены здесь во многих районах. Они связаны либо с коренными месторождениями олова (Караоба, Майкуль, Южный Атасу и др.), либо с рассеянным касситеритом в непромышленных полях грейзеновых и пегматитовых образований. Из зафиксированных в Центральном Казахстане 15—20 оловоносных россыпей разрабатывалось 3—4, и то с перерывами, ввиду низкого содержания в них металла и незначительных их размеров.

По возрасту часть оловянных месторождений Центрального Казахстана (Ишимское, Чернобывка, Южный Атасу и др.) относятся к раннему этапу развития Казахстанской подвижной области и связана с гранитными интрузиями каледонского возраста, распространенными по западной окраине палеозойского нагорья. К среднему этапу развития этой подвижной области относятся большей частью вольфрамитово-молибденитовые комплексные месторождения с подчиненным значением олова (Караоба, Майкуль и др.), связанные с гранитами конца палеозоя.

Добыча оловянных руд в небольшом масштабе начала развиваться в Центральном Казахстане в послереволюционное время, одновременно с разработкой вольфрамовых и молибденовых месторождений. Однако перспективы на олово здесь значительно менее благоприятны, чем на вольфрам и молибден.

МОЛИБДЕН

Редкие металлы, в том числе и молибден стали использоваться в промышленности нашей страны только после Октябрьской революции. Все молибденовые месторождения СССР (за исключением Чикойского в Забайкалье) были открыты и разведаны при Советской власти.

Промышленные молибденовые месторождения имеются на Кавказе, в Казахстане, Забайкалье, на Дальнем Востоке и в Алтае-Саянской горной стране. В состав их руд обычно входят медь, вольфрам, олово, реже цинк, свинец, висмут и некоторые рассеянные элементы (золото, рений, селен, теллур). В СССР выделяется несколько генетических типов молибденовых месторождений. Основное промышленное значение имеет гидротермальный среднетемпературный тип прожилкововкрапленных медно-молибденовых руд, затем молибдено-шеелитовый в скарновых породах, высокотемпературный гидротермальный в виде рудоносных зон и кварцевых жил со сложным молибдено-вольфрамовым (иногда с участием олова) или с почти чисто молибденовым оруденением. Широко распространенные молибденовые рудопроявления в пегматитах и в виде редкой вкрапленности в гранитах и очень редкие в виде вульфенита в зонах окисления свинцовых месторождений не имеют пока практического значения. За последние годы установлена молибденоносность отдельных горизонтов некоторых осадочных толщ (глинистых и кремнистых сланцев), также не представляющая пока практического интереса ввиду низкого содержания металла.

Молибденовые месторождения известны в структурах и толщах самого различного геологического возраста, от докембрийских до верхнетретичных, но большая часть промышленных месторождений имеет верхнепалеозойский, мезозойский и третичный возраст. Молибденовое оруденение обычно генетически связано с гранитоидными интрузиями, относящимися ко всем этапам геологического развития геосинклинальных областей (ранним, средним и поздним), крупные промышленные месторождения более характерны для конца ранних и начала поздних этапов развития. Структурный и металлогенический анализ ряда рудоносных регионов Советского Союза установил приуроченность основных молибденовых месторождений к определенным структурно-металлогеническим зонам в пределах складчатых поясов. Ниже приводится краткая характеристика основных типов промышленных молибденовых месторождений СССР.

КАВКАЗ

В Закавказье при Советской власти открыты и разведаны месторождения наиболее значительного в нашей стране типа прожилково-вкрапленных (порфировых) медно-молибденовых руд, весьма сходные с некоторыми давно известными месторождениями, играющими теперь крупную роль в добыче молибдена в США.

Все известные и частью промышленно освоенные месторождения этого типа располагаются в Армении, в области развития наиболее молодых на Малом Кавказе нижнемиоценовых гранитоидных интрузий, образующих здесь крупный и сложный по составу интрузивный массив и менее значительные по площади тела. Эти гранитоидные интрузии связаны с наиболее поздней фазой крупных складчатых движений, относимой к концу раннего или к началу среднего этапа развития подвижной зоны Малого Кавказа. Они расположены вдоль наиболее поднятой антиклинальной структуры, в приосевой части которой по крупному сбросу вулканогенно-осадочные породы среднего палеозоя приведены в контакт с верхнеюрскими и меловыми толщами. Медно-молибденовые месторождения (Каджаран и др.) приурочены к неширокой зоне в пределах главного интрузивного массива, проходящей вдоль крупного разлома,

почти меридионального простирания, а размещение рудных площадей контролируется разрывными нарушениями, сопряженными с этим разломом.

В частности, на Каджаранском месторождении положение второстепенных разрывных нарушений отчетливо намечается двумя системами даек порфировых пород, вдоль которых и проходят зоны гидротермального изменения в монцонитах с прожилково-вкрапленным сульфидным оруденением. Кроме этого типа оруденения, здесь имеются кварцевые жилы с молибденитом и халькопиритом, причем с глубиной мощность кварцевых жил, а также содержание в них молибденита заметно увеличиваются. На другом месторождении мощный вытянутый в меридиональном направлении шток гранодиорит-порфира прорывает граносиениты, переходящие к востоку в кварцевые монцониты. Оруденелыми являются как граносиениты, так и гранодиорит-порфиры, причем наиболее интенсивная минерализация приурочена к зоне их контакта, осложненной тектоническими подвижками. Все рудное поле месторождения заключено между двумя крупными меридиональными разломами, падающими навстречу друг другу. Восточный, более пологопадающий сброс отчетливо ограничивает распространение оруденения. В направлении к западному региональному разлому, разграничивающему рудоносные граносиениты от безрудных, более поздних, порфировидных гранодиоритов, рудная минерализация затухает постепенно.

Ряд менее изученных месторождений этого же типа располагается в пределах того же интрузивного массива вдоль указанного регионального разлома. Севернее, в связи с менее значительными гранитоидными интрузиями, также известны месторождения и рудопроявления этого типа. Главными рудными минералами во всех месторождениях этого типа являются пирит, халькопирит, молибденит; присутствуют также борнит, тетраэдрит, халькозин и в ничтожных количествах сфалерит, галенит, висмутовые минералы, арсенопирит, золото. В некоторых месторождениях отмечались скопления магнетита и гематита (Каджаран). Зоны окисления и вторичного обогащения выражены слабо вследствие быстро протекающей эрозии, обусловленной резким рельефом. Гидротермальное изменение пород проявлено интенсивно в виде серицитизации, окварцевания, каолинизации, карбонатизации, иногда хлоритизации, а на отдельных участках также в виде образования ангидрита и гипса (месторождение Джин-Дара).

В пределах главного интрузивного массива, особенно в краевых его частях, известен ряд жильных месторождений (кварцевые и редкие пегматитовые жилы с молибденитом и сульфидами меди), а местами в зоне его экзоконтакта медная и молибденовая минерализация в скарнированных породах. Все проявления оруденения в этом районе Армении считаются генетически связанными с наиболее кислыми порфировидными гранитами и гранодиоритами последней фазы внедрения при формировании верхнетретичного интрузивного комплекса.

Тырны-Аузское вольфрамо-молибденовое месторождение на Северном Кавказе относится к типу скарновых. Оно находится в структурной зоне Передового хребта, сложенной палеозойскими песчаниками, глинистыми сланцами, известняками и туфоконгломератами, перекрытыми нижнеюрской толщей глинистых сланцев и песчаников. Все эти отложения прорваны третичной или верхнеюрской (?) интрузией порфировидного гранита, лейкократовыми гранит-порфирами и аплитами. Под воздействием интрузий известняки превращены в гранато-пироксеновые скарны, а силикатные породы в разнообразного состава контактовые роговики. Распределение оруденения контролируется разломами и контактами карбонатных пород с породами другого состава. Главное рудное тело имеет вид седловидной залежи, сложенной скарнами с прожилково-вкрапленным существенно шеелитовым оруденением. Молибденит сконцентрирован

в виде штокверка главным образом в роговиках и частью в скарнах и лейкократовых порфировых интрузивах. Рудные минералы представлены шеелитом, молибденитом, пирротином, пиритом, сфалеритом, халькопиритом, арсенопиритом и др., из нерудных, кроме граната и пироксенов, наиболее распространены кварц, волластонит, плагиоклаз, флюорит, карбонат и хлорит. Молибденит тесно ассоциирует с кварцем и в основном был отложен после шеелита в гидротермальную стадию процесса, следовавшую за скарнообразованием.

В отдельных структурных зонах Кавказа выявлены новые молибденовые месторождения и имеются основания к дальнейшему расширению запасов этого ценного металла.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН

Молибденовые руды Центрального Казахстана занимают видное место в общем балансе ресурсов этого металла в Советском Союзе. Месторождения и рудопроявления молибдена известны во всех рудных районах Казахстана. Все промышленные молибденовые месторождения здесь являются гидротермальными и относятся к двум типам. Первый представлен кварцевыми жилами и штокверками с молибдено-вольфрамовым оруденением и нередко характеризуется развитием околожильных изменений вмещающей породы в виде грейзенизации, серицитизации и окварцевания. Помимо молибдена, руды этого типа несут в различной концентрации вольфрам, олово, бериллий, висмут, что в отдельных случаях повышает их промышленное значение. К жильным относятся месторождения Акчатау, Караоба, Восточный Коунрад и более мелкие — Акмоя, Узунбулак, Кызылтау и др., а к штокверковым образованиям этого типа принадлежат месторождения Жанет, Батыстау и др.

Ко второму промышленному типу относятся молибденово-медные месторождения, представленные прожилково-вкрапленными рудами во вторичных кварцитах (Коунрад и др.) и гидротермально измененных малых интрузиях гранитоидов, с которыми оруденение связано парагенетически (Бощекуль). В месторождениях этого типа ведущим металлом является медь, а побочным продуктом молибденит, который присутствует в этих рудах в очень незначительной концентрации.

К типам второстепенного значения относятся в Казахстане гидротермальные кварцево-молибденитовые жилы иногда с золотом, например месторождения Бурли, Отар и пр., а также проявления молибденового оруденения в пегматитах и скарнах, имеющие лишь минералогическое значение.

Особенности общей геологической позиции молибденовых месторождений Центрального Казахстана определяются историей геологического развития обширной подвижной области, существовавшей здесь в течение всего палеозоя. Так, с каледонскими гранитоидами, образование которых соответствует раннему этапу геологического развития этой области, генетически связано сравнительно большое число молибденовых проявлений, фиксируемых главным образом по южной, западной и северной периферии Центрального Казахстана. Все они характеризуются убогим содержанием металла.

Более ценными в промышленном отношении являются молибденовые месторождения внутренней части территории Центрального Казахстана, представляющей собой область длительного геосинклинального развития. К средним этапам развития этой области относятся многочисленные крупные герцинские интрузии гранитов, сопровождаемые образованием разнообразного по составу оруденения, в основном редкометального.

Именно к этой эпохе относится формирование таких крупных монометальных молибденовых месторождений Центрального Казахстана, как Восточный Коунрад, Жанет, Шалгия и др., комплексных редкометальных

месторождений типа Акчатау (W, Mo), Караоба (W, Mo, Sn) и молибденово-медных, как Коунрад (Cu, Mo) и пр.

В отношении морфологии и размеров молибденовые месторождения довольно разнообразны. Жильный тип представлен системами простых и сложных жил разного протяжения и мощности. Иногда это одиночные жилы (Шоркудук), иногда поля с отдельными жилами длиной до 1,5—2 *км* (Восточный Коунрад, Акчатау); имеются примеры неправильных по форме и довольно крупных тел, образовавшихся в результате кварцево-молибденитового метасоматоза (Шалгия). Штокверки и прожилково-вкрапленные рудные тела имеют обычно неправильные контуры и различные площади выходов на поверхность, иногда до 1 $км^2$ и более (Коунрад, Жанет, Батыстау и др.).

Минералогия месторождений вольфрамитово-мелибденитового типа очень сложна. Помимо ведущих минералов — вольфрамита, молибденита, иногда касситерита (Караоба), в них обычны минералы висмута (висмутовый блеск, козалит, самородный висмут), берилл, гельвин, топаз, монацит, сульфиды железа, меди, цинка, свинца, а из жильных — кварц, флюорит, слюда, полевой шпат, апатит и много других, встречающихся в незначительных количествах.

В медно-молибденовых месторождениях молибденит ассоциирует с сульфидами меди (халькопирит, халькозин и др.) и сопровождается кварцем, глиноземистыми минералами, рутилом и другими акцессориями.

Жильные месторождения молибдена чаще всего залегают в эндоконтактовых зонах гранитоидов и в экзоконтактах.

Открытие, разведка и промышленное освоение молибденовых месторождений в Казахстане относятся полностью к послереволюционному времени. В дореволюционной специальной литературе даже не упоминалось о наличии здесь минералов молибдена. Первым промышленным объектом было месторождение Восточный Коунрад.

Как побочный продукт молибден добывается в Казахстане при разработке комплексных вольфрамовых и медных месторождений.

Широкое проявление молибдена в Казахстане и обнаружение здесь скрытых и замаскированных выветриванием крупных объектов этих руд говорят о несомненно положительных перспективах дальнейшего расширения рудной базы этого металла в Казахстане.

ЗАБАЙКАЛЬЕ

Молибденовая рудная база Забайкалья создана тоже в послереволюционное время. Сейчас в Забайкалье имеется несколько значительных, целый ряд средних и небольших по размерам месторождений и большое количество рудопроявлений, часть которых еще не получила правильной оценки.

Все представляющие практический интерес молибденовые месторождения являются гидротермальными, и лишь часть незначительных рудопроявлений относится к пегматитовому и контактово-метасоматическому типам.

Среди гидротермальных месторождений по составу можно выделить следующие типы: кварцево-молибденитовый, кварцево-сульфидно-молибденитовый, кварцево-вольфрамито-молибденитовый. В большей своей части месторождения являются жильными, иногда наблюдаются короткие линзовидные тела. Жилы сопровождаются вкрапленным оруденением в боковых породах. В некоторых месторождениях оруденение представлено в виде штокверка.

Возраст молибденового оруденения верхнемезозойский; установлены лишь признаки более древнего, герцинского оруденения.

Образование молибденовых месторождений связано с мощной фазой предмеловых тектонических движений, когда явно наметилась консолида-

ция мезозойской геосинклинальной зоны, соответствующая позднему этапу ее геологического развития.

В это время происходит формирование крупных разломов, с которыми связаны наземные излияния кислой и основной магм и образование мощной верхнеюрской осадочно-вулканогенной толщи. К этим же зонам разломов приурочены малые близповерхностные интрузии кислого и среднего состава, с которыми генетически или парагенетически связаны молибденовое и золотое оруденения. Этот интрузивный комплекс представлен гранитами, граносиенитами, гранодиоритами, диоритами и их порфировыми разностями. Преобладают породы промежуточного состава между гранитами и диоритами и их порфировые дериваты.

Вольфрамовое и оловянное оруденения являются несколько более ранними, чем молибденовое, и генетически связаны с более кислыми трещинными интрузиями (нормальные и лейкократовые граниты, кварцевые порфиры), по возрасту относящимися к началу верхней юры. Молибден и олово совместно не наблюдаются. Как правило, молибден обособлен и от вольфрама, но иногда встречаясь вместе, они дают крупные концентрации (Джидинское месторождение). Более тесно молибден связан с золотом. Последнее в некоторых молибденовых месторождениях достигает промышленных концентраций.

Среди широко распространенных месторождений кварцево-молибденитового типа крупные встречаются редко. Они представлены жилами, проходящими вдоль разрывных нарушений почти исключительно в гранитоидных породах. Одно месторождение (Гутайское) залегает в метаморфических сланцах. Длина жил чаще измеряется десятками и первыми сотнями метров, изредка достигая 1 *км* и больше; мощность их 0,5—1 *м*; обычны прожилки и линзы. В минералогическом составе пород, слагающих жилы, резко преобладает кварц, установлены турмалин, пирит, халькопирит, арсенопирит, молибденит, карбонаты и в еще меньших количествах пирротин, висмутин, галенит, сфалерит и др. Пильненское месторождение занимает промежуточное положение между молибденовыми и золотыми, на нем добывались молибденит, золото и шеелит. Характерными месторождениями этого типа являются Сырыгичинское, Давендинское и Алексеевское.

Месторождения кварцево-сульфидно-молибденового типа имеют гораздо меньшее распространение, чем предыдущие, но содержат более крупные концентрации молибдена. Они представлены жилами и штокверками в гранитоидных породах. Длина жил достигает 1 *км*, при средней мощности 0,2—0,5, реже до 1 *м* и больше. В жилах этого типа значительно больше сульфидов (пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, блеклые руды); кроме молибденита, встречается немного золота. Отдельные участки жил сильно обогащены сульфидами. Изменения боковых пород для обоих типов месторождений примерно одинаковы и выражены окварцеванием, серицитизацией, мусковитизацией, пиритизацией, калишпатизацией и карбонатизацией; в первом типе наблюдается турмалинизация. Представителями второго типа являются месторождения Шахтаминское, Бугдуинское и Кудиканское.

Единственным представителем кварцево-вольфрамито-молибденитового типа является Джидинское месторождение. По данным И. Н. Кушнарева, молибдено-вольфрамовое оруденение связано здесь с поздней фазой магматической деятельности, причем более раннее в данном случае молибденовое оруденение отделено от вольфрамового внедрением даек лампрофиров. Вольфрамовое оруденение представляет последнюю стадию постмагматического рудного процесса.

В процессе образования Джидинского месторождения можно выделить две стадии молибденовой минерализации. В первую стадию, следовавшую за внедрением лейкократовых гранитов и гранит-порфиров, сопровождавшихся дайками пегматитов, аплитов и сиенит-порфиров, а

также процессом грейзенизации, образовались богатые кварцево-молибденитовые жилы и штокверки со следующим минеральным составом: кварц, мусковит, розовый флюорит, берилл, молибденит, пирит. Во вторую стадию отложились бедные кварцево-молибденовые жилы с большим количеством пирита, висмутином, антимонитом, арсенопиритом, блеклыми рудами и ландстремитом.

После внедрения даек керсантита и спессартита и образования микроклиновых жилок с бериллом одна за другой следовали четыре стадии вольфрамовой минерализации.

Роль молибдена в металлогении Забайкалья выявлена еще недостаточно хорошо, но по имеющимся данным перспективы открытия здесь молибденовых месторождений несомненно значительны.

ВОЛЬФРАМ

В России до революции вольфрамовые месторождения почти не привлекали внимания промышленности. Сырьевая база вольфрама в нашей стране была создана только в советское время.

Промышленные вольфрамовые месторождения известны в Казахстане, Средней Азии, на Кавказе, в Забайкалье, на Северо-Востоке и в Западной Сибири. Так же как некоторые молибденовые и оловянные месторождения, многие вольфрамовые месторождения по составу руд являются комплексными, заключая в промышленных количествах, кроме вольфрама, молибден, олово, золото и изредка висмут.

По вещественному составу, генезису и связанным с последним морфологическим особенностям рудных тел можно выделить следующие основные типы промышленных коренных месторождений вольфрама.

1. Скарновые месторождения, играющие весьма важную роль в сырьевой базе вольфрама. Генетически и пространственно они обычно связаны с гранитоидными интрузиями несколько повышенной основности (гранодиоритового состава) и приурочены к областям развития карбонатных пород. Рудные тела представлены приконтактовыми залежами, а иногда пластообразными или неправильной формы телами в породах кровли или жилообразными залежами скарнов в эндоконтактовой зоне интрузий. Вольфрамовое оруденение представлено шеелитом чаще всего в гранатово-пироксеновых скарнах. Кроме шеелита, в рудах нередко присутствуют в извлекаемых количествах молибденит или касситерит.

2. Гидротермальные кварцево-вольфрамитовые месторождения, наиболее многочисленные и широко распространенные на территории СССР, тоже имеют большое промышленное значение. Месторождения этого типа генетически связаны главным образом с интрузиями нормальных, иногда кислых гранитов. Рудные тела представлены обычно кварцевыми жилами, значительно реже штокверками, расположенными в эндо- и экзоконтактовых зонах рудоносных интрузий. Кроме кварца, среди жильных минералов встречаются слюды и полевые шпаты, а для некоторых месторождений характерно также присутствие топаза и флюорита, иногда берилла. В ассоциации с кварцево-топазовыми рудными жилами и штокверками достаточно широко распространены рудоносные грейзены. Руды часто содержат в промышленных количествах олово, молибден, иногда висмут.

3. Гидротермальные кварцево-шеелитовые месторождения менее распространены и за отдельными исключениями имеют меньшее промышленное значение, чем два первых типа. Эти месторождения генетически связаны с нормальными гранитами, гранодиоритами или кварцевыми диоритами. Характерна частая приуроченность кварцево-шеелитовых жил, линз или штокверков к зонам смятия и раздробления. Жилы часто отличаются невыдержанностью и небольшой протяженностью по простиранию и падению.

Жильные минералы представлены, кроме кварца, в одних случаях полевыми шпатами, в других — карбонатами. Из рудных минералов, кроме шеелита, часто присутствуют в промышленных количествах золото, иногда касситерит, гораздо реже молибденит. Значительную роль в составе руд иногда играют сульфиды (чаще арсенопирит, реже антимонит, галенит). Оруденение в жилах распределяется обычно неравномерно, содержание трехокиси вольфрама для большинства месторождений невысокое (первые десятые доли процента) и размеры их, за единичными исключениями, небольшие.

Месторождения пегматитового типа не имеют промышленного значения. Россыпные месторождения, образующиеся за счет разрушения коренных, располагаются обычно на небольшом расстоянии от последних, и по мере удаления от них очень быстро становятся бедными. Вольфрамитовые россыпи пользуются более широким распространением, чем шеелитовые, но наличие шеелита в шлихах часто служит поисковым признаком для открытия его коренных месторождений (обычно жильных).

Вольфрамовые месторождения наиболее распространены в структурах и толщах палеозойского и мезозойского возрастов, промышленное оруденение большей частью является верхнепалеозойским (Казахстан, Средняя Азия, Западная Сибирь), верхнемезозойским (Забайкалье, Дальний Восток, Северо-Восток Сибири) и в отдельных случаях, вероятно, третичным (Северный Кавказ). Большинство месторождений, связанных с крупными гранитоидными интрузиями (батолитами) верхнепалеозойского или мезозойского возраста, относится к средним этапам развития складчатых областей и лишь некоторые месторождения, связанные с мезозойскими и третичными малыми интрузиями, могут быть отнесены к поздним этапам развития.

КАЗАХСТАН

Центральный Казахстан является одним из ведущих районов Советского Союза в отношении сырьевых ресурсов вольфрама.

Среди многочисленных и разнообразных по генезису, составу, морфологии и размерам месторождений этого металла здесь выделяются два главных типа: жильный, вольфрамитово-молибденитовый, в рудах которого нередко присутствуют минералы бериллия, висмута и олова (два последних до промышленных концентраций), и штокверковый кварцево-шеелитового состава, содержащий те же элементы в качестве акцессорий. Второстепенное значение здесь имеют жильные месторождения кварцево-шеелитового и кварцево-вольфрамитового состава иногда с сульфидами и золотом (Степняк, Мык и др.).

Скарновые месторождения промышленных размеров, широко развитые в соседнем регионе Средней Азии, в Центральном Казахстане еще не обнаружены, хотя рудопроявления такого типа (Катантау) здесь были зафиксированы. Месторождения пегматитового, сульфидно-шеелитового и турмалиново-шеелитового типов встречаются здесь редко и незначительны по размерам.

Вольфрамовые россыпи (вольфрамитовые и шеелитовые) распространены обычно вблизи соответствующих коренных месторождений (Байназар, Акчатау, Караоба и др.); они невелики по запасам и благодаря высокому содержанию металла скоро отрабатываются.

Все промышленно ценные месторождения вольфрама располагаются в центральной части рассматриваемого региона и относятся к образованиям среднего этапа развития Джунгаро-Балхашской подвижной области, формирование которой происходило от силура до конца палеозоя. Эта область характеризуется сложностью литологии, тектоники, интенсивностью проявления позднегерцинского магматизма, разнообразием и богатством рудных месторождений, в том числе и редкометальных. С интру-

зиями ультракислых гранитов конца палеозоя и связывается образование промышленных месторождений вольфрама.

В широком поясе периферийной части территории Казахстана среди большого количества проявлений вольфрамового оруденения различных типов нет ни одного значительного: одни из них имеют лишь минералогическое значение, а другие представляют интерес только для мелких артелей старателей. Образование этих месторождений относится к раннему этапу (каледонский диастрофизм) развития Казахстанской геосинклинальной области.

В морфологическом отношении крупные вольфрамовые месторождения Центрального Казахстана представлены жилами или штокверками. Жилы относятся к высокотемпературному типу и образуют рудные поля разных размеров и структур. Обычно это системы выдержанных по простиранию рудных жил, залегающие в эндоконтактовых частях небольших гранитных массивов, иногда проникающие в сохранившиеся от эрозии породы кровли (Акчатау, Караоба), иногда и полностью заключенные в последних (Акмоя, Верхнее Кайракты и др.). Околорудные изменения гранита выражаются в его грейзенизации. Местами этот процесс достигал большой интенсивности, распространяясь на 30—40 *м* в прилегающих к жилам гранитах (Акчатау). Грейзен, состоящий в основном из кварца, топаза и акцессорных минералов, обычно несет более равномерное вольфрамовое оруденение, чем в жильном выполнении. Количество жил в рудных полях отдельных месторождений колеблется от единиц до нескольких сот, а длина их от нескольких десятков метров до 2—2,5 *км*.

В составе рудных жил рассматриваемого типа устанавливается много минералов (до 100); среди них главными являются кварц, флюорит, слюды, полевой шпат, пирит, а из рудных — вольфрамит, иногда молибденит, берилл, висмутовые минералы, редко в заметных количествах касситерит, монацит и различные акцессории. К последним стадиям минерализации относятся сульфиды меди и железа, цинка и свинца, а также флюорит, халцедон и пр.

Месторождения кварцево-вольфрамитового и кварцево-шеелитового типов характеризуются сравнительно бедным минералогическим составом (кварц, вольфрамит или кварц, шеелит и акцессории) и слабым проявлением околожильного изменения вмещающих пород. Как уникальное месторождение этого типа можно назвать Каракамыс, рудное тело которого состояло из огромных кристаллов (до 2 *м*) кварца и шеелита (до 100 *кг* и более); размеры этого месторождения оказались очень незначительны.

Штокверковый тип кварц-шеелитового оруденения характеризуется развитием рудных прожилков в мощной толще осадочно-метаморфизованных пород силура. В руде, кроме кварца и шеелита, присутствуют в виде акцессориев вольфрамит, молибденит, берилл и сульфиды — пирит, халькопирит и сфалерит. Вмещающие сланцы очень слабо изменены по всей вертикальной мощности штокверка, пределы которой еще не достигнуты бурением.

В Калбинском хребте и юго-восточной части Горного Алтая давно известно довольно много небольших и мелких месторождений, часть которых подвергалась разработке. Редкометальное (в основном олово-вольфрамовое) оруденение здесь связано с крупными батолитовыми интрузиями позднегерцинских (пермских) калбинских гранитов. Вольфрамовое оруденение относится как к кварцево-шеелитовому, так и кварцево-вольфрамитовому типам и представлено в большинстве случаев мелкими и быстро выклинивающимися рудными телами, расположенными обычно в зонах контакта гранитов с углисто-глинистыми сланцами такырской (нижнекаменноугольной) свиты.

До Октябрьской революции о вольфраме Казахстана ничего не было известно. В настоящее время здесь выявлено уже несколько сот вольфрамовых рудопроявлений, среди которых немало крупных объектов.

Широкое распространение вольфрама на территории Казахстана и ежегодные открытия все новых его месторождений дают уверенность в дальнейшем увеличении ресурсов этого ценного металла в Казахстане.

СРЕДНЯЯ АЗИЯ

Средняя Азия тоже является одним из основных вольфрамоносных районов Советского Союза. Месторождения этого металла широко распространены в складчатых областях Тянь-Шаньской горной системы. Главными районами развития вольфрамового оруденения являются: Нуратинские, Зирабулакские и Кара-Тюбинские горы, Зеравшано-Гиссарская горная область, Алайский хребет, горы Сонкульского района и Моголтау; единичные мелкие месторождения вольфрама установлены на Памире (месторождение Трезубец) и в других местах региона.

Промышленное значение имеют вольфрамовые месторождения Узбекской ССР. Здесь расположены месторождения Ингичке, Койташ, Лянгар, Угат и др. Значительную роль играют также месторождения Таджикской ССР, из которых следует отметить Чорух-Дайрон, Майхуринское и Джилауское. На территории Киргизской и Туркменской ССР промышленных вольфрамовых месторождений еще не известно.

Подавляющая часть вольфрамовых месторождений Средней Азии представлена шеелитоносными скарнами; балансовые запасы вольфрама практически сосредоточены сейчас в месторождениях именно этого типа. Другие типы месторождений, как например гидротермальные кварцево-вольфрамитовый и кварцево-шеелитовый, представлены здесь мелкими объектами. Таким образом, Средняя Азия является резко выраженной провинцией развития шеелитоносных скарнов.

Образование последних рассматривается как результат воздействия герцинских гранитоидных магм, несколько повышенной основности (адамеллиты, гранодиориты, кварцевые диориты) на карбонатные палеозойские породы кровли интрузий. Эти процессы протекали в средние этапы геосинклинального развития региона, соответствующие среднему и верхнему карбону. С наибольшей продуктивностью в отношении вольфрамового оруденения они проявились в металлогенических зонах Южного Тянь-Шаня, где располагаются крупные месторождения Средней Азии, иногда содержащие, помимо вольфрама, также молибден (Лянгар), олово (Майхура) или золото (Ак-Джилга). Более поздние, сформировавшиеся в самом конце палеозоя, металлогенические зоны, характерные для Зеравшанского хребта и Алая, несут месторождения шеелитово-арсенопиритовых скарнов (например Сарымат, Масрифская группа и др.), в которых вольфрам не имеет промышленного значения. Форма и размеры вольфрамоносных скарнов находятся в прямой зависимости от типа контролирующих структур. Здесь были встречены сравнительно правильные пластообразные тела скарнов (Лянгар, отчасти Ингичке и Майхура), линзы, столбы, трубы и скарновые тела весьма сложной формы (Койташ, Рарз и др.). Размеры подобных рудных тел варьируют в широких пределах, например, метасоматические образования Чорух-Дайрона достигают в длину 1500 *м*.

Минералогический состав вольфрамоносных скарнов Средней Азии характеризуется значительным разнообразием, что является следствием сложности процесса их формирования, протекавшего в двух основных стадиях — скарновой (силикатной) и кварцево-сульфидной. Для первой характерны пироксены, гранат, волластонит, скаполит, амфиболы, эпидот и др. Отложение шеелита относится к концу скарновой стадии минерализации. Как редкое явление надо отметить присутствие в скарнах месторождения Кабуты вместе с шеелитом также и вольфрамита.

Кварцево-сульфидная стадия формирования вольфрамовых месторождений Средней Азии, следующая нередко без заметного перерыва за

скарновой стадией, также характеризуется довольно большим списком минералов, среди которых надо отметить кварц, карбонаты, полевой шпат, флюорит, сульфиды Fe, Cu, Zn, Pb, молибденит, шеелит, иногда касситерит (Такфон) и др.

Часто наблюдаемая тесная пространственная связь скарнов с интрузиями гранитоидов дала основание для предположения прямой генетической связи скарнов с гранитоидной магмой. Это получило теоретическое обоснование в концепции Д. С. Коржинского о биметасоматозе, происходившем на границе кислых магм с карбонатными породами кровли, в результате которого и образовались скарны и связанное с ними оруденение. Многие среднеазиатские геологи придерживаются именно этой концепции. Однако, ряд неопровержимых геологических фактов говорит за то, что независимо от биметасоматоза, шеелитоносные скарны могут образоваться и в результате деятельности высокотемпературных гидротермальных растворов, поднимающихся из глубоко заложенных очагов и распространяющихся по системам трещин в литологически различных породах. Поэтому поисковые работы на вольфрам следует проводить не только на обнажающейся поверхности гранитных массивов или в области их экзоконтакта, но и в пределах площадей развития гидротермально измененных магматических и осадочно-метаморфических пород. В качестве одного из весьма эффективных методов поисков шеелитовых руд в последние годы успешно применяется люминесцентный анализ.

В дореволюционное время наличие вольфрама в Средней Азии вообще не было известно. Вся рудная база этого металла выявлена здесь при Советской власти.

Большое число месторождений и рудопроявлений вольфрама в Средней Азии, ежегодные открытия новых объектов оруденения и благоприятная для вольфрамового оруденения геологическая обстановка — все это говорит о несомненной перспективности территории Средней Азии в отношении дальнейшего расширения вольфрамовой рудной базы.

ЗАБАЙКАЛЬЕ

Вольфрамовые месторождения Забайкалья, представленные многочисленной группой рудных образований, различных по генезису, минералогическому составу и масштабам, занимают в общей вольфрамовой сырьевой базе СССР одно из первых мест.

По геологической позиции и связи с интрузивными породами вольфрамовые месторождения этого региона могут быть расчленены на следующие основные группы:

1. Гидротермальные шеелитовые месторождения с золотом, парагенетически связанные с малыми добатолитовыми интрузиями диоритов, гранодиоритов и, реже, гранит-порфиров (месторождения: Пешковское, Нижне-Сергинское и др.).

2. Шеелитовые рудопроявления скарнового типа, генетически связанные с многофазными батолитовыми интрузиями биотитово-роговообманковых гранитов и гранодиоритов (рудопроявления Широкинское, Мурджихинское, Золинское, Пуринское).

3. Пегматитовые, грейзеновые и гидротермальные (высокотемпературные) вольфрамитовые, реже, шеелитовые месторождения обычно с касситеритом, генетически связанные со сложными батолитовыми интрузиями кислых и ультракислых гранитов и их поздними фазами — биотитовыми и двуслюдяными, пегматоидными гранитами (месторождения Соктуевское, Ушмунское, Харанорское, Куранжинское, Молодежное и др.).

4. Гидротермальные (высоко- и среднетемпературные) вольфрамовые (вольфрамитовые и шеелитовые) месторождения, генетически связанные с трещинными постбатолитовыми интрузиями гранит-порфиров и

биотитовых гранитов (месторождения Букука, Белуха, Куналей и др.).

5. Гидротермальные низкотемпературные вольфрамовые (ферберитовые и шеелитовые) месторождения с киноварью и антимонитом, проявляющиеся вне видимой связи с интрузиями и приуроченные к зонам региональных разломов. (Месторождения Барун-Шивеинское, Ново-Ивановское и др.).

В пространственном размещении вольфрамовых месторождений Забайкалья наблюдается их четкая приуроченность к так называемому оловянно-вольфрамовому поясу С. С. Смирнова, который протягивается широкой полосой из районов Зачикойской тайги на юго-западе до стрелки Шилка-Аргунского междуречья на северо-востоке. Характерно, что пояс развития вольфрамовых месторождений совпадает с районами распространения песчаниково-сланцевых толщ среднего палеозоя и юры. В районах развития карбонатных пород (Приаргунье) вольфрам не образует заметных концентраций.

Вольфрамовое оруденение Забайкалья представлено главным образом гидротермальными вольфрамитово-кварцевыми месторождениями и их сульфидными и берилло-топазовыми крайними типами. Месторождения вольфрама пегматитового, грейзенового и скарнового типов имеют второстепенное значение.

В связи с открытием низкотемпературных месторождений вольфрама с киноварью и антимонитом, удельный вес этой группы вольфрамовых месторождений в последнее время значительно увеличился.

Большая часть вольфрамовых месторождений Забайкалья имеет мезозойский возраст. В то же время имеющийся фактический материал позволяет говорить о верхнепалеозойском (герцинском) возрасте скарновых рудопроявлений вольфрама, а также части вольфрамового оруденения Зачикойской горной страны, где золото-шеелитовые и вольфрамово-оловянные месторождения, связанные с гранитными батолитами, имеют допермский возраст.

Перечисленные группы вольфрамовых месторождений формируются во всех районах Забайкалья в определенной возрастной последовательности. Так, наиболее ранними являются шеелитовые месторождения с золотом. Затем в связи с сложными батолитовыми интрузиями кислых калиевых гранитоидов возникают комплексные оловянно-вольфрамовые месторождения. С постбатолитовыми трещинными интрузиями связано образование крупных месторождений вольфрама. Последними, в конечные этапы консолидации складчатой зоны, возникают низкотемпературные месторождения ферберита, приуроченные к зонам разрывов.

Шеелитовые месторождения с золотом представлены, как правило, небольшими кварцевыми жилами, по трещинам скола. Минералогический состав руд этих месторождений простой: в них наряду с шеелитом и золотом присутствуют обычно пирит, реже арсенопирит.

Вольфрамовые месторождения, связанные со сложными гранитными батолитами, обычно имеют незначительные размеры. Руды простого минералогического состава с сильным преобладанием вольфрамита и касситерита и подчиненной ролью арсенопирита и других сульфидов. Берилл, топаз и флюорит в кварцевых жилах таких месторождений являются постоянными спутниками руд. Весьма часто рудные жилы таких месторождений приурочены к незначительным первичным трещинам прототектоники. Вольфрамовые месторождения этой группы образовались в один-два этапа минерализации, которые не всегда выявляются отчетливо.

В отличие от предыдущей группы вольфрамовых месторождений, месторождения вольфрама, связанные с трещинными постбатолитовыми интрузиями, образуют наиболее значительные промышленные объекты, представленные крупными сериями кварцевых жил, приуроченных, как правило, к системам сложных трещин скола.

Минералогический состав руд этих месторождений является весьма сложным в связи с тем, что они формировались в несколько (до семи) стадий. Широкое развитие в месторождениях этой группы имеют сульфидные минералы — галенит, сфалерит, пирротин, пирит, марказит и др., которые формируются в особую сульфидную стадию минерализации, накладывающуюся на основную кварцево-вольфрамовую стадию.

Низкотемпературные месторождения ферберита с киноварью и антимонитом, приуроченные обычно к сложным зонам разрывных нарушений регионального характера, в должной мере еще не изучены.

Вмещающими породами для рудных тел вольфрамовых месторождений служат гранитоиды и песчаниково-сланцевые породы, часто интенсивно грейзенитизированные на контакте с рудными жилами. Процессы серицитизации, окварцевания, пиритизации, турмалинизации вмещающих пород около жил выражены менее отчетливо и представлены главным образом в месторождениях последних двух групп.

Одним из крупных вольфрамовых месторождений Восточной Сибири является Джидинское в Западном Забайкалье, расположенное особняком и относящееся к типу гидротермальных кварцево-молибденито-вольфрамитовых. Район месторождения сложен метаморфизованной вулканогенно-осадочной толщей кембрия, прорванной нижнепалеозойскими интрузиями серпентинизированных ультраосновных пород и массивом кварцевых диоритов. В область контакта кембрийской толщи и кварцевых диоритов в мезозойское время по мощным разломам внедрились сиениты и кварцевые сиениты, а также связанные с ними дайки сиенит-порфиров и бостонитов (первая фаза интрузии), а затем — лейкократовые граниты и гранит-порфиры, сопровождаемые пегматитами, микро-гранит-порфирами, керсантитами и спессартитами (вторая фаза интрузии).

Вмещающие породы на контакте с гранитной интрузией на большую мощность превращены в кварцево-биотитовые, амфиболовые и плагиоклазовые роговики, к которым главным образом и приурочено вольфрамовое оруденение, представленное жилами и штокверками. Преобладают кварцевые жилы широтного и северо-западного простирания; штокверк из тонких кварцевых полевошпатовых и слюдистофлюоритовых прожилков залегает в измененных диоритах в тектонической зоне северо-восточного простирания. Жилы прослеживаются по простиранию и падению на десятки и сотни метров (некоторые имеют длину более тысячи метров), но мощность их сильно колеблется.

Участок молибденового оруденения, относящегося к наиболее ранней стадии рудной минерализации, обособлен от главной площади месторождения. Кварцево-молибденовые жилы располагаются в интрузии гранит-порфиров и лишь частично в зоне ее экзоконтакта.

По минералогическому составу и взаимоотношениям вольфрамовых жил их относят к четырем стадиям рудной минерализации:

1) полевошпатово-гюбнеритовые жилы (наиболее ранние), состоящие из микроклинпертита, флюорита, серицита, гюбнерита, с редкой вкрапленностью сульфидов;

2) кварцево-гюбнеритовые жилы (промышленно наиболее важные), состоящие из кварца, флюорита и серицита с гюбнеритом, шеелитом, пиритом, блеклой рудой, сфалеритом и халькопиритом;

3) кварцево-родохрозитовые жилы с гюбнеритом и значительным количеством сульфидов;

4) жилы роговикового кварца с тонкой вкрапленностью гюбнерита (с обломками кварцево-гюбнеритовых жил второй группы).

Генетически оруденение связано с указанной выше мезозойской (по-видимому, верхнеюрской) интрузией гранитов.

За годы Советской власти в Забайкалье открыта большая часть известных вольфрамовых месторождений.

Перспективы Забайкалья в области расширения сырьевой базы на вольфрам не исчерпаны и остаются, по-видимому, значительными.

КАВКАЗ

На Северном Кавказе единственным значительным представителем вольфрамовых месторождений является Тырны-Аузское комплексное молибденито-шеелитовое месторождение скарнового типа. Краткая геологическая характеристика этого месторождения уже дана выше в главе, посвященной молибденовым месторождениям.

Шеелитовое оруденение в виде мелких прожилков и вкрапленности сосредоточено в главном скарновом рудном теле, имеющем форму крупной седловидной залежи и происшедшем за счет известняков каменноугольного возраста. Отложение шеелита относится к ранней стадии рудного процесса, будучи в значительной степени связано с образованием гранато-пироксеновых скарнов.

Шеелитоносны и некоторые типы роговиков, образовавшиеся из палеозойских силикатных пород. Молибденовое оруденение, тесно связанное с отложением кварца, является в основном результатом более позднего наложенного гидротермального процесса. В раннюю стадию этого процесса, по-видимому, одновременно образовались шеелит и молибденит. Гидротермальный процесс завершился отложением других сульфидов (пирротина, пирита, сфалерита, халькопирита). Промышленные перспективы Тырны-Аузского месторождения еще далеко не исчерпаны.

На южном склоне Главного Кавказского хребта, в Грузии, известны своеобразные ферберито-антимонитовые месторождения, располагающиеся вдоль зоны крупного надвига древней метаморфической толщи Главного хребта на мезозойскую толщу глинистых сланцев и песчаников. Эти месторождения представляют скорее интерес как сурьмяные, чем как вольфрамовые. Многочисленные мелкие шеелитовые рудопроявления Кавказа не имеют промышленного значения.

СЕВЕРО-ВОСТОК

На обширной территории Северо-Востока за последние годы выявлены весьма значительные перспективы в отношении вольфрама. Наиболее интересные вольфрамовые месторождения находятся в Чукотском национальном округе и в Якутской АССР.

Месторождения расположены в пределах имеющей громадное протяжение Яно-Индигиро-Колымской геосинклинальной области, где интенсивно проявилась мезозойская (верхнеюрская ?) складчатость, и генетически связаны с верхнеюрскими батолитовыми гранитоидными интрузиями, сопровождающимися сателлитами. Вольфрамовое (и оловянное) оруденение связано преимущественно с кислыми калиевыми гранитами и относится к среднему этапу развития этого геосинклинального пояса. С более молодыми верхнемеловыми малыми трещинными интрузиями поздних этапов развития связано уже существенно оловянное оруденение, но с промышленным содержанием вольфрама.

Для большей части месторождений, относящихся к кварцево-вольфрамитовому типу, характерна тесная связь вольфрамита с касситеритом, и почти все они по существу являются комплексными оловянно-вольфрамовыми. Некоторые месторождения (по-видимому относящиеся к позднему этапу) принадлежат к сульфидно-касситеритовому типу. Характерное для этого типа месторождение Алыс-Хая в Якутской АССР представлено сложными жилами в зонах дробления, проходящих в мощной однообразной толще триасовых песчано-глинистых и глинистых сланцев. Дли-

на рудных зон и содержание вольфрама в них колеблются в широких пределах. Минералогический состав руд очень разнообразен: кварц, турмалин, пирротин, арсенопирит, касситерит, халькопирит, сфалерит, пирит, вольфрамит, галенит и др. Основным полезным компонентом является олово, попутными — вольфрам, кобальт и мышьяк. К этому типу принадлежат также месторождения Илинтас в Якутской АССР и Бастай в Северо-Эвенском районе Магаданской обл.

Наиболее значительным кварцево-вольфрамитовым месторождением является Иультинское в Чукотской рудоносной зоне, сложенной песчаниково-сланцевой толщей нижнего мезозоя, прорванной крупными массивами гранодиоритов и гранитов.

Перспективы в отношении вольфрама всей громадной территории Северо-Востока, особенно некоторых еще мало изученных ее районов, несомненно значительны. При постановке поисковых работ следует иметь в виду возможность открытия, кроме наиболее перспективного типа кварцево-вольфрамитовых месторождений, и промышленных месторождений шеелитоносных скарнов, которые уже известны в районах, где гранитоидные интрузии прорывают карбонатные отложения палеозоя.

ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ

Вольфрамовые месторождения, находящиеся на территории Горного Алтая, относятся в основном к кварцево-вольфрамитовому типу. Наиболее значительным из них является Калгутинское.

Месторождения этого типа генетически связаны с позднегерцинскими крупными интрузиями биотитовых порфировидных гранитов и относятся к среднему этапу развития складчатой зоны. Рудные тела (жилы) располагаются обычно в эндоконтактовой части интрузий, реже во вмещающих породах. Наряду с вольфрамитом в некоторых месторождениях присутствуют в промышленных концентрациях молибденит (Калгутинское, Мульчихинское), висмутин и халькопирит (Колыванское).

В течение последних лет здесь также выявлены месторождения кварцево-шеелитового типа. Одни из них приурочены к экзоконтактовым зонам гранитоидных интрузий, а другие не имеют видимой пространственной связи с интрузиями. Наиболее интересное из месторождений этого типа — Урзарсайское — залегает в толще ордовикских хлоритовых и биотито-хлоритовых сланцев, прорванных маломощными диабазовыми дайками. Выходов гранитоидных пород поблизости нет. Сеть кварцевых, кварцево-полевошпатовых и кварцево-кальцитовых прожилков с шеелитом, приуроченных к зонам дробления в сланцевой толще, образует рудный штокверк значительных размеров. Шеелит присутствует в прожилках в виде мелкой вкрапленности. Содержание вольфрама в руде колеблется в широких пределах. Выделяются вытянутые участки с повышенным содержанием металла.

Целый ряд участков на Горном Алтае, где известны выходы гранитоидных интрузий, изучен еще недостаточно хорошо и нуждается в постановке детальных поисковых работ.

РТУТЬ И СУРЬМА

Сурьма и ртуть в дореволюционное время в нашей стране добывались в ничтожных количествах. Из ртутных месторождений эксплуатировалось Никитовское, открытое еще в 1879 г., и эпизодически Ильдиканское в Восточном Забайкалье и Хпекское в Дагестане. Сурьмяной промышленности в России вообще не существовало.

В настоящее время добыча сурьмы и ртути производится в различных регионах Советского Союза — от Восточной Сибири до Украинской ССР. По вещественному составу месторождения СССР можно разделить

на существенно сурьмяные — Раздольнинское, Кадамджайское, существенно ртутные — Никитовское и др. и комплексные с сурьмой, ртутью с примесью меди, золота и других металлов. Ниже приводится краткая характеристика наиболее значительных месторождений или их групп.

СРЕДНЯЯ АЗИЯ

Месторождения Средней Азии являются основной сырьевой базой ртути и сурьмы в Советском Союзе. В большинстве случаев они группируются в виде линейно вытянутых поясов и зон в палеозойской геосинклинали Тянь-Шаня. Несколько рудных точек, не имеющих в настоящий момент практического значения, известны в области молодых складчатых сооружений Копет-Дага и Кугитанг-Тау. Кроме того, в шлихах киноварь отмечается в пределах Памиро-Дарвазского золоторудного пояса и в восточной части Юго-Западного Таджикистана.

Месторождения палеозойской геосинклинали Тянь-Шаня

Структурами первого порядка, контролирующими положение рудных поясов и узлов этой геосинклинальной области, являются зоны краевых глубинных разломов, окаймляющих с севера и с юга ее внутреннюю часть и отделяющих последнюю от периферических или краевых частей. Главнейшие рудные пояса этой области располагаются во внутренней зоне геосинклинали. Южный пояс, Зеравшано-Гиссарский, контролируется Гиссарским разломом. Южно-Ферганский пояс и Кассанский рудный узел контролируются сложной системой тектонических нарушений, ограничивающих с юга Кураминскую и Чаткало-Нарынскую структурно-фациальные зоны.

В пределах основных поясов Средней Азии месторождения располагаются на участках главных разломов, а группируются в рудные зоны, положение которых определяется структурами второго и третьего порядков. Такими структурами являются зоны протяженных разломов, разделяющие прогибы и поднятия внутренней части геосинклинали и, вероятно, имеющие на глубине связь с краевыми разломами. Они имеют основное значение для выяснения закономерностей размещения месторождений и направления поисковых работ на сурьму и ртуть.

Несомненный практический интерес представляют также краевые разломы, окаймляющие северный выступ внутренней зоны геосинклинали, на стыке которых располагается Кассанский рудный район. Здесь месторождения концентрируются в рудном узле и не образуют линейно-вытянутого пояса. Поисковыми работами последних лет к востоку и к западу от этого рудного узла, в зонах, непосредственно примыкающих к северным краевым разломам, обнаружены рудопроявления ртути (Минбугу, рудопроявления в бассейне р. Майли-Су).

Месторождения палеозойской геосинклинали Тянь-Шаня размещаются в сложных по литологическому составу осадочных и метаморфических толщах палеозоя, реже — в палеозойских пирокластических породах и эффузивах. Мощность этих толщ изменяется от одного до нескольких километров. Позднегерцинский возраст месторождений определяется размещением их в отложениях палеозоя и отсутствием рудной минерализации в мезозойских и кайнозойских породах. Однако более узкий интервал времени образования месторождений установить не удается. Косвенные геологические данные, согласно которым устанавливается поздневарисский возраст разломов, контролирующих положение рудных зон, позволяют считать, что образование сурьмяно-ртутных месторождений этой области происходило в конечные этапы развития палеозойской геосинклинали Тянь-Шаня.

Все месторождения относятся к типу низкотемпературных гидротермальных. Генетическая связь их с каким-либо определенным комплексом магматических пород не установлена.

Морфология месторождений чрезвычайно сложна. Она определяется сложной складчато-разрывной структурой участков месторождений. Влияние складчатости на формы рудных тел сказывается только при размещении их на контакте карбонатных и терригенных пород или в карбонатных породах. Во всех других случаях формы рудных тел находятся в зависимости от разрывных нарушений. Это позволяет выделить для каждой рудной зоны или ее участков ведущие структурно-морфологические типы месторождений, закономерно сменяющиеся другими, в соответствии с изменением общего характера разреза палеозоя. Этим же обусловлено частое нахождение в пределах одного рудного поля залежей различного морфологического облика.

Главными структурно-морфологическими типами сурьмяно-ртутных месторождений являются:

1. Пластообразные обычно пологопадающие месторождения, подчиненные зонам окварцованных пород, образовавшихся на контакте известняков или доломитов со сланцами, в небольших преимущественно антиклинальных складках, осложненных разрывами. К этому типу относятся крупнейшие в Средней Азии сурьмяные и сурьмяно-ртутные месторождения центральной части Южно-Ферганского пояса (Хайдаркан, Кадамджай), западной части Зеравшано-Гиссарского пояса, а также Кассанского рудного района.

2. Гнездовые, реже пластообразные месторождения ртути, подчиненные внутриформационным зонам дробления в дислоцированных карбонатных породах, иногда приуроченные к контактам известняков с терригенными породами или эффузивами. Этот тип представлен большим количеством мелких месторождений и рудопроявлений. Они распространены в Туркестанской зоне Южно-Ферганского пояса, причем некоторые из них разведаны и представляют практический интерес (Биркcу, Сымап), другие разведуются (Кызоке, Расраут). К этому же типу относится большое количество выявленных в последние годы месторождений и рудопроявлений в восточной части Южно-Ферганского пояса (Мурдаши, Комсомол), в Атбашинском хребте (Ташрабат, Дженишке), а также в западной и восточной частях Зеравшано-Гиссарского пояса (Кавнок, Джой-Туйкуни, Зах-Об). Месторождения этого типа имеют очень неправильные формы рудных тел и трудно поддаются оценке.

3. Жильные, сурьмяные и сурьмяно-полиметаллические месторождения. Они контролируются зонами региональных разломов, а в пределах последних — крупными разрывными нарушениями или отдельными диаклазовыми трещинами. Располагаются эти месторождения в однородных толщах терригенных пород — в тонкозернистых песчаниках, алевролитах, сланцах. Эти месторождения являются основным типом в северной и восточной частях Зеравшано-Гиссарского пояса. Размеры жильных тел обычно небольшие; мощность жил изменяется от нескольких сантиметров до одного метра и лишь в некоторых случаях достигает 4—5 *м;* протяженность их составляет несколько десятков метров. В некоторых случаях жилы концентрируются в зоны, вытянутые вдоль разломов на несколько километров (Уч-Кадо, Пиндар). Практическая ценность таких зон недостаточно ясна. Большая часть месторождений этого типа не изучена.

4. Поднадвиговые месторождения. К этому типу относится одно месторождение (Кончоч), находящееся в юго-восточной части Зеравшано-Гиссарского пояса. Оно контролируется сложной системой разрывных нарушений, оперяющих в лежачем боку надвиг известняков на пирокластические породы и эффузивы. Главным рудоконтролирующим элементом является зона тонкоперетертых пород, протягивающаяся вдоль

надвига. Рудные тела этого месторождения имеют крутое падение; главное из них протягивается на 350 *м*, при мощности до 10—12 *м*, другие прослежены на несколько десятков метров.

Минералогический состав руд обычно прост. В большинстве случаев они являются почти мономинеральными — с киноварью или антимонитом в качестве главных рудных минералов и кварцем или кальцитом в качестве жильных. Кварц является главным жильным минералом в месторождениях первого, третьего и четвертого типов, кальцит — в месторождениях второго типа. Из колчеданов в том или ином количестве присутствует пирит; арсенопирит, лёллингит, марказит и халькопирит встречаются только в некоторых месторождениях, образуя в отдельных случаях достаточно крупные рудные скопления (Терексай, Кончоч, Уч-Кадо и др.). Эти минералы, как правило, выделяются в наиболее ранние стадии минерализации. Сульфантимониты свинца — буланжерит и джемсонит встречаются изредка в сурьмяных месторождениях (Терексай, Кара-Камар, Гурдара, Уч-Кадо), причем скопления их пространственно обособлены от антимонита; явлений наложения антимонитовой минерализации на буланжерито-джемсонитовую — неизвестно; вероятно, оба эти комплекса одновозрастны.

Из блеклых руд в месторождениях изредка встречаются тетраэдрит и шватцит. Сульфосоли меди выделяются в более раннюю стадию минерализации, чем антимонит и киноварь. Галенит в сурьмяно-ртутных и особенно в сурьмяных месторождениях является чрезвычайно редким минералом. Сфалерит в очень небольших количествах констатирован почти во всех месторождениях. В единичных случаях он образует самостоятельные рудные скопления, пространственно ассоциирующие с сульфантимонитами свинца (Гур-Дара, Уч-Кадо). Реальгар и аурипигмент более характерны для ртутных месторождений, чем для сурьмяных. Среди второстепенных рудных минералов в ртутных месторождениях редко встречаются метациннабарит и тиманит. Из жильных минералов часто встречается флюорит, причем он более характерен для месторождений первого и второго типов и менее характерен, или полностью отсутствует, в месторождениях третьего и четвертого типов. Из карбонатов, помимо кальцита, встречается доломит и, очень редко, анкерит и сидерит. Для ртутных, реже сурьмяных месторождений очень характерным является каолиновый минерал; в небольших количествах присутствует серицит и барит.

Среди гипергенных минералов описываемых месторождений встречаются: самородная ртуть, каломель, лимонит, окислы марганца, окислы сурьмы, карбонаты меди, скородит, гипс, ярозит, самородная сера и др. Однако, зоны окисления в месторождениях не достигают большой мощности, а иногда и вовсе отсутствуют благодаря чрезвычайно интенсивным процессам эрозии.

Изменение боковых пород представлено окварцеванием, серицитизацией, пиритизацией, флюоритизацией, каолинизацией и карбонатизацией (доломитизацией и кальцитизацией). Наиболее характерным процессом является окварцевание, которое почти всегда предшествовало главной сульфидной фазе минералообразования.

Из генетических особенностей месторождений следует отметить многоярусность оруденения и чрезвычайно большой размах его по вертикали (более 1 *км*) при неизменности минералогического состава месторождений. Учитывая эту особенность и принимая во внимание герцинский возраст месторождений, можно сделать вывод, что они формировались на различной глубине от поверхности.

Разведочные и эксплуатационные работы на сурьму и ртуть в Средней Азии начали проводиться лишь с 20-х годов, причем наибольшего размаха они достигли в военные и послевоенные годы. До Октябрьской революции исследований на присутствие этих металлов в Средней Азии

не велось, хотя ртуть здесь была известна давно и разрабатывалась в IX—XI вв. В настоящее время в Средней Азии зарегистрировано более 70 рудных полей, месторождений и рудопроявлений сурьмы и ртути, причем 20 месторождений в результате разведки получили промышленную оценку. Количество разведанных месторождений с запасами промышленных категорий в военные и послевоенные годы (1941 — 1957 г.) увеличилось в 2,5 раза, а учтенные запасы в них возросли: сурьмы в 3 раза и ртути в 2,5 раза.

Расширение сырьевых баз сурьмы и ртути может проводиться: 1) за счет дальнейшей разведки известных месторождений в пределах Зеравшано-Гиссарского и Южно-Ферганского поясов; 2) за счет возможного открытия новых месторождений на площади выявленных рудных зон и 3) за счет открытия месторождений в еще мало исследованных районах. Дальнейшая разведка известных месторождений может привести к увеличению запасов ртути вдвое. Разведка месторождений Южно-Ферганского пояса проводится путем детального изучения структур рудных полей и должна выявить надежные площади для разбуривания слепых рудных залежей. Мелкие и средние месторождения Зеравшано-Гиссарского пояса располагаются в труднодоступных высокогорных районах (Кончоч, Кавнок, Зах-Об).

Значительная часть прогнозных запасов заключена в глубоких горизонтах этих месторождений, разведку которых целесообразно проводить попутно с их эксплуатацией. Эти обстоятельства затрудняют реализацию их возможных перспектив в ближайшие годы. Открытие новых месторождений в пределах выявленных рудных зон Зеравшано-Гиссарского и Южно-Ферганского поясов, в соответствии с данными металлогенических исследований в этих районах, по-видимому, может обеспечить такой же прирост запасов, как и по известным месторождениям. Перспективы этих поясов в отношении ртути примерно одинаковы, однако в ближайшее время могут частично разрабатываться лишь рудные зоны Южно-Ферганского пояса, находящегося в более благоприятных экономических условиях. Кроме того, на территории Киргизии и Таджикистана по результатам шлихового опробования и находкам коренных рудопроявлений ртути выделен ряд новых перспективных районов. Эти районы еще слабо освещены специальными металлогеническими исследованиями; их перспективные запасы ртути, по весьма ориентировочным подсчетам, вдвое меньше, чем в описанных рудных поясах Средней Азии.

Расширение сырьевой базы сурьмы проводится главным образом за счет дальнейшей разведки месторождений в пределах Зеравшано-Гиссарского и, отчасти, Южно-Ферганского поясов, которая может увеличить почти вдвое общесоюзные запасы этого металла. Однако прогнозные данные по месторождениям Зеравшано-Гиссарского пояса не являются вполне надежными вследствие еще очень слабой изученности структур рудных полей; кроме того, для реализации прогнозных запасов, концентрирующихся на закрытых территориях, требуется проведение широкого фронта буровых работ, что в трудных экономических условиях этих районов весьма затруднительно.

Ртутные месторождения хребтов Копет-Даг и Кугитанг-Тау

Ртутные месторождения и рудопроявления располагаются в широкой полосе гидротермальных проявлений, проходящей в западной части Копет-Дага в зоне его внутренних складок. Рудоконтролирующими здесь являются главным образом диагональные разрывы, ориентированные под острым углом к пликативным структурам и к основному тектоническому направлению Передовой цепи Копет-Дага. В хр. Кугитанг-Тау месторождения киновари и полиметаллов располагаются на его западном склоне. Они контролируются двумя зонами разломов, имеющих северо-западное направление и прослеживающихся более чем на 10 *км*. Место-

рождения размещаются в песчаниках и алевролитах нижнего мела (Копет-Даг) и в известняках верхней юры (Кугитанг-Тау). Соответственно этому возраст первых считается послемеловым, а возраст вторых — послеюрским. Месторождения относятся к типу низкотемпературных гидротермальных. Связь их с магматическим источником не установлена. По форме рудные тела представляют собой жилы, неправильные тела и линзы незначительной мощности, лишь изредка в раздувах достигающей нескольких метров. Протяженность их по простиранию составляет 15—20 *м* и более.

Минералогический состав руд простой. Из сульфидов присутствуют киноварь, галенит, халькопирит, гематит. Главными жильными минералами являются кальцит и барит. Кварц присутствует в незначительном количестве. В жилах хр. Кугитанг-Тау констатированы также флюорит, доломит, исландский шпат, каолинит, нонтронит, целестин. В зоне окисления встречаются самородная ртуть, метациннабарит, лимонит и другие гидроокислы железа, свинцовые охры, церуссит, смитсонит, англезит, каламин, сера, гипс. Сурьмяных минералов в описываемых месторождениях неизвестно.

Гидротермальные жилы в молодых складчатых системах Средней Азии известны с конца прошлого столетия, причем имеются указания на то, что на месторождениях Кара-Елчи еще в XII—XIII вв. добывалась ртуть. Во время Великой Отечественной войны некоторые месторождения этих районов разведывались. Сейчас эти месторождения оцениваются как непромышленные; перспективы этой области в целом в отношении ртути неясны.

Месторождение Никитовское в Донбассе

Никитовское месторождение ртути, известное с 1879 г., до сих пор является в нашей стране ценнейшим. Оно располагается в западной части рудного пояса, приуроченного к главной антиклинали Донбасса. Район вытянут с северо-запада на юго-восток полосой, имеющей длину 100 *км* и ширину 4 *км*.

Вмещающими породами являются песчаники среднего карбона, переслаивающиеся со сланцами, содержащими пропластки углей и известняков. Эти породы образуют ряд вторичных брахиантиклинальных складок, так называемых куполов, осложняющих сводовую часть главной Донецкой антиклинали. Купола нарушены системой разрывов, среди которых выделяются продольные, поперечные, диагональные и пластовые; повсеместно развит кливаж. Наиболее крупным разрывом является продольный надвиг, так называемая Секущая трещина. Трубообразные тела рудных зон вытянуты вдоль Секущей трещины, или вдоль оси антиклинали и приурочены к нескольким выдержанным горизонтам песчаников в толще среднего карбона. Площадь их в плане достигает десятков тысяч квадратных метров при мощности несколько десятков метров. Среди руд выделяются: 1) штокверковые, 2) вкрапленные и 3) сплошные.

Минералогический состав руд простой. Главные рудные минералы — киноварь и антимонит; второстепенные — пирит, халькопирит и арсенопирит. Жильные минералы представлены накритом и кварцем и в подчиненных количествах — кальцитом и сидеритом. Вторичные минералы — сурьмяные охры, гидроокислы железа, мелантерит, эпсомит и гипс.

Вмещающие породы месторождения — среднезернистые кварцевые песчаники подверглись окварцеванию и каолинизации.

Никитовское месторождение относится к типу низкотемпературных гидротермальных, однако его связь с определенным магматическим очагом не установлена. Относительно возраста месторождения нет единого мнения, но несомненно, что оно является послекарбоновым. И. И. Танатар считает оруденение допермским. Ряд исследователей относят его по времени формирования складчатой структуры к герцинскому возрасту.

В последнее время многие исследователи считают возраст месторождения альпийским, не приводя однако для обоснования этого положения достаточно убедительных доводов.

Вертикальный размах оруденения, по разведочным данным, составляет 300 *м*, однако нет оснований предполагать прекращение оруденения до глубины 500—1000 *м*. Перспективы Никитовского месторождения выявлены только в послереволюционные годы. В настоящее время оно является одним из первых в Советском Союзе, причем перспективы его могут быть расширены как за счет флангов разрабатывающейся и разведанной части, так и за счет площади, вытянутой вдоль всей оси Главной Донецкой антиклинали.

Тувинская автономная область

На территории Тувы присутствие мелких зерен киновари в шлихах отмечалось еще в конце прошлого века. Позже, в связи с развитием добычи золота, количество находок киновари в шлихах увеличилось. Однако в этот период исследователи ограничивались лишь простой констатацией проявлений киновари.

С организацией в Туве в 30-х годах постоянно действующей геологической службы поисково-съемочными работами было установлено значительно более широкое распространение киновари в этом районе и выявлен целый ряд ее месторождений и рудопроявлений. В настоящее время по ресурсам ртути он является в Советском Союзе одним из основных.

Ртутное оруденение на территории Тувинской автономной области сосредоточено в основном в трех рудных узлах, положение которых определяется пересечением глубинных разрывов северо-восточного и северо-западного простираний, разграничивающих структурно-фациальные зоны. Эти разрывы неоднократно подновлялись на протяжении истории развития каледонской геосинклинальной области.

Геологическое строение рудных узлов, расположенных по северному склону хребта Танну-Ола и по южным отрогам Западного Саяна, в значительной мере определяется их положением на периферии девонского прогиба. Среди различно дислоцированных и метаморфизованных палеозойских отложений можно выделить два структурных яруса. Нижний ярус (от нижнего кембрия до нижнего ордовика включительно) представлен главным образом вулканогенными образованиями, известняками, конгломератами и сероцветными, реже красноцветными терригенными толщами. Верхний ярус, включающий отложения от силура до верхнего девона — нижнего карбона, состоит из переслаивающихся красноцветных и пестроцветных терригенных толщ, реже, из известняков и вулканогенных образований. Оба яруса на различных этапах своего формирования прорваны разновозрастными интрузивными комплексами, характеризующимися определенной металлогенией.

В пределах рудных узлов ртутное оруденение обычно встречается в сложно переслаивающихся эффузивно-осадочных толщах нижнего кембрия и нижнего девона, среди которых оруденение наиболее часто локализуется в эффузивных и дайковых породах основного и среднего составов и значительно реже в песчаниках и известняках.

Первый, наиболее крупный и более детально изученный Боянгольский рудных узел располагается в центральной части Тувы на стыке двух продольных (Чазадыр-Карасугской и Хемчикско-Куртушибинской) и одной поперечной (Балыктыгхемской) зон глубинных разломов. Продольные зоны северо-восточного простирания относятся к более древнему периоду заложения и выражены более четко. Ртутное оруденение здесь приурочено к разрывам двух направлений, оперяющим глубинные разломы. В пределах нижнего структурного яруса ртутное оруденение, образуя ряд мелких месторождений, локализуется главным образом в зонах

разломов северо-восточного простирания. Киноварь наблюдается в виде вкрапленности в различно ориентированных кварц-карбонатных прожилках и, реже, в их зальбандах. В верхнем структурном ярусе сосредоточены наиболее значительные месторождения (Терлигхайское, Торосаирское и др.), рудные тела которых вытянуты преимущественно в северо-западном направлении.

Чазадыр-Аянгатинский рудный узел находится в юго-западной части Тувы и приурочен к пересечению продольной (Чазадыр-Карасугской) и поперечной (Барыкской) зон глубинных разломов. Ртутное оруденение распределяется вдоль более мелких разрывов двух направлений. Однако наиболее крупное — Чазадырское месторождение расположено в нижнем структурном ярусе, а в верхнем известны лишь непромышленные проявления оруденения.

Между указанными рудными узлами намечается два участка, где ртутное оруденение, представленное небольшими месторождениями, вероятно, также находится в сходных структурных условиях.

Последний, Систигхемский рудный узел, охватывает ряд мелких месторождений ртути (Кукшинское, Систигхемское и др.) в северо-восточной части Тувы. Они располагаются в различных структурных ярусах вдоль зон разломов северо-восточного и северо-западного простираний.

Среди ртутных месторождений Тувы, исходя из их структурно-морфологических особенностей, по В. И. Смирнову, можно выделить следующие пять структурно-морфологических типов: поднадвиговый, гнездовый, зон дробления, жильный и комбинированный.

К поднадвиговому типу можно отнести лишь Чазадырское месторождение и то условно, поскольку экранирующее влияние надвига установлено только для некоторой части рудных тел, тогда как условия формирования остальных рудных тел не совсем ясны.

К гнездовому типу относятся месторождения Торосаирское, Узун-Саирское и Кукшинское. Условия формирования рудных тел этих месторождений несколько различны: одни из них приурочены к местам пересечения трещин различного направления, а другие к изгибам линейно-вытянутых разломов или местам их сближения.

Основная же масса месторождений и рудопроявлений концентрируется в зонах дробления, секущих в различных направлениях складчатые сооружения рудных узлов. Для месторождений этого типа характерно чрезвычайно слабое проявление или полное отсутствие процессов окварцевания околорудных пород и преимущественная локализация киновари в кварц-карбонатных прожилках, образующих штокверк.

К жильному типу можно отнести Чингинское рудопроявление, где киноварь приурочена к баритовым жилам, а к комбинированному типу, в промышленном отношении наиболее интересному, относится Терлигхайское месторождение, рудные тела которого формировались в перекрытых надвигом зонах разломов северо-западного простирания, в местах пересечения различно ориентированных трещин и на участках в различной степени раздробленных и перемятых пород.

Наиболее распространенной формой рудных тел ртутных месторождений Тувы является линзообразная и гнездовая. Длина отдельных линзообразных тел достигает первых десятков метров, обычно же измеряется несколькими метрами. Рудные гнезда имеют площадь не более нескольких квадратных метров. Несколько реже встречаются плитообразные и жилообразные рудные тела, длиной в несколько единиц, а иногда и десятков метров.

Своеобразной морфологией обладают рудные тела Терлигхайского месторождения, представляющие собой сложно ветвящуюся жильную свиту, прослеживаемую по простиранию и по падению на сотни метров при мощности от единиц до десятков метров.

Преобладающий характер руд прожилково-вкрапленный и брекчиевый, реже полосчатый и пятнистый. Изменение пород, вмещающих ртутное оруденение, в начальной стадии минерализации выражается главным образом в окварцевании и карбонатизации, которые сопровождались, а иногда завершались процессами хлоритизации, серицитизации, каолинизации и гематитизации, а также выделением основной части сульфидных минералов.

Последующие тектонические движения привели к развитию зон дробления, по которым в заключительную стадию процесса рудообразования происходило отложение основной массы киновари, а на Терлигхайском и Чазадырском месторождениях также и самородной ртути.

Наиболее обычными жильными минералами являются кварц, кальцит, барит, хлорит, часто встречаются каолинит, халцедон и анкерит. Меньшим распространением пользуются рудные минералы (кроме киновари): пирит, гематит и марказит. В качестве ничтожных примесей на Терлигхайском и Кукшинском месторождениях обнаружены блеклая руда, сфалерит и антимонит. В рудах Терлигхайского и Чазадырского месторождений спектральным анализом установлено наличие Ag, Mo, Ni, Co, As и Se в количествах долей процента до нескольких процентов. Единственными ртутными минералами этих руд являются киноварь и самородная ртуть. Они приурочены главным образом к окварцованным, кварцево-хлоритовым и карбонатизированным породам и часто встречаются на участках развития слюдисто-хлоритовых минералов. Известны единичные случаи локализации киновари в баритовых жилах.

Зона окисления на ртутных месторождениях выражена нечетко. В верхней части большинства месторождений установлено присутствие небольшого количества ярозита, гипса, лимонита, алюминита, а в единичных случаях (на Терлигхайском месторождении) вульфенита, малахита и куприта.

Спорным до настоящего времени является вопрос о возрасте месторождений Тувинской автономной области. По мнению одних исследователей формирование их, как и на Алтае, в Кузнецком Алатау и Салаире происходило в результате молодых мезо-кайнозойских тектонических движений. Другие же исследователи предполагают, что образование ртутных месторождений закончилось в конце верхнего палеозоя.

Полученные в последнее время новые геологические данные позволяют считать возраст ртутного оруденения на территории Тувы а возможно, и во всей Алтае-Саянской складчатой области, не моложе нижнего карбона, и вероятно, даже среднего девона. Это предположение основывается на следующих фактах:

1) в Алтае-Саянской складчатой области ртутное оруденение не встречается в породах моложе среднего девона;

2) зоны разломов, к которым приурочено ртутное оруденение, перекрываются отложениями верхнего девона и нижнего карбона.

Все ртутные месторождения Тувинской автономной области несомненно являются гидротермальными, низкотемпературными, практически мономинеральными, приуроченными к зонам глубинных разрывных дислокаций. Генетической связи оруденения с какими-либо магматическими породами не установлено. Взаимоотношение минеральных комплексов позволяет предполагать, что формирование ртутных месторождений носило пульсационный характер и происходило в условиях умеренной и незначительной глубины.

Перспективы территории Тувы в отношении ртутных месторождений изучены еще недостаточно хорошо, однако по имеющимся геологическим данным их следует считать очень благоприятными.

Наиболее промышленно интересным представляется Боянгольский рудный узел, перспективы этого рудного узла могут быть расширены как за счет доразведки более глубоких и фланговых участков известных месторождений (в первую очередь Терлигхайского), так и выявления

новых месторождений в краевых участках синклинальных структур, заполненных девонскими отложениями.

Территория Чазадыр-Аянгатинского рудного узла, имеющего наиболее сходные черты с Курайской ртутной зоной Горного Алтая, также достаточно перспективна. В пределах этого узла, по-видимому, можно ожидать появление месторождений поднадвигового типа в нижнем структурном ярусе, причем не исключена возможность обнаружения месторождений и в пределах развития нижнедевонских отложений.

Горный Алтай (Ойротия)

В Западной Сибири на территории Горного Алтая в послереволюционное время выявлен пояс месторождений киновари небольшого промышленного значения. Он расположен в пределах Катунского антиклинория, с северо-востока окаймляющего Зайсанскую геоантиклиналь и сложенного мраморами и метаморфическими породами нижнего палеозоя. Ртутное оруденение приурочено к зоне нарушений северо-западного простирания и прослеживается на интервале 80 *км* между Чаган-Узунским месторождением на юго-востоке, у устья одноименной реки и Ак-Тамским месторождением на северо-западе. Между указанными пунктами известно еще Курайское месторождение. По Б. С. Митропольскому и В. А. Кузнецову, зона ртутной минерализации протягивается далее к северо-западу на 700 *км* (в пределах Салаира).

Чаган-Узунское месторождение находится в лежачем боку надвиговой зоны, сложенном силурийскими песчаниками, сланцами и известняками. Висячий бок зоны представлен серпентинитами. Минералогический состав руды простой: киноварь ассоциирует с кальцитом, в незначительных количествах присутствуют пирит и пирротин. Оруденение в виде мелких гнезд и жилок развито в зоне брекчий и распространяется на глубину до одного километра. С глубиной степень оруденения уменьшается.

Ак-Ташское месторождение, расположенное на северо-западе ртутной зоны, приурочено к линзам мрамора лежачего бока надвиговой зоны. В результате гидротермального воздействия мраморы подвергались окремнению и доломитизации. В висячем боку зоны развита сланцевая толща. Несмотря на значительные размеры гнезд киновари в мраморах, в целом месторождение не может относиться к категории крупных.

Курайское месторождение представлено жилами кремнисто-карбонатного состава в раздробленных эффузивных и интрузивных породах надвиговой зоны. Ртутная минерализация выражена главным образом жилками киновари и, реже, гнездами в кремнисто-карбонатной массе.

По вопросу о времени образования ртутной зоны Горного Алтая единого мнения нет. Одна группа исследователей считает ее палеозойской, другая — ларамийской.

Раздольнинское сурьмяное месторождение

Одним из крупных месторождений сурьмы в Советском Союзе является Раздольнинское, расположенное на южном склоне центральной части Енисейского кряжа, в 30 *км* к востоку от р. Ангары. Открытое в 1932 г., оно быстро стало эксплуатироваться.

По данным С. В. Обручева и А. В. Лесгафта (1951 г.), месторождение приурочено к погорюйской свите низов верхнего протерозоя, представленной здесь часто перемежающимися филлитами, алевролитами и песчано-глинистыми сланцами. Интрузивные породы, выходящие непосредственно на территории месторождения, относятся к амфиболизированным диабазам. Биотитовые граниты известны только в 31 *км* к северо-западу от месторождения; возможно, они отражают состав магматиче-

ских масс, явившихся источником гидротермальных растворов, отложивших сурьмяное оруденение.

Территория месторождения характеризуется сложным тектоническим строением, которое в основном определяется складчатой структурой верхнего протерозоя. Меридионально вытянутые, частично опрокинутые на запад, складки осложнены складками последующих порядков. В районе выделяются две узкие антиклинали: одна проходит вдоль р. Рыбной, а вторая — по западной границе территории месторождения. Складки кембрийских отложений характеризуются более пологими углами падения пород (5—20°). По ряду признаков можно сделать предположение, что на границе протерозоя и палеозоя проявилась интенсивная складчатость, с которой, по-видимому, связаны интрузии диабазов и, возможно, гранитов. Складчатые структуры разбиты дизъюнктивными нарушениями, что видно из несоответствия пространственных соотношений различных свит, слагающих район месторождений, их нормальному разрезу. Среди нарушений преобладают секущие, с простиранием на СВ 45° и падением на юго-восток, реже отмечаются согласные.

Месторождение представлено рудными зонами 1, 2 и 2-бис, ориентированными в северо-восточном направлении. Зоны № 2 и 2-бис расположены в лежачем боку зоны № 1 соответственно на расстоянии 50 и 80 *м* от последней. Рудные тела в виде жил непостоянной мощности — от мощных раздувов и пережимов до мелких проводников — характеризуются неравномерным распределением концентрации рудных минералов. Неправильная жильная форма рудных тел усложняется значительным количеством согласных и секущих апофиз, далеко не всегда содержащих промышленное оруденение.

Месторождение характеризуется относительно сложным минералогическим составом руд. Особенностью его является широкое распространение бертьерита, местами преобладающего над антимонитом. Разнообразные второстепенные минералы представлены пиритом, халькопиритом, ферробурнонитом, арсенопиритом, пирротином и сфалеритом. В виде примесей отмечаются золото, серебро, блеклая руда, магнетит, галенит, пентландит, никкелин. Из жильных минералов главным является кварц и подчиненным карбонат. В зоне окисления констатированы сервантит, валентинит, фольгерит, ярозит, кермезит и др.

В процессе формирования месторождения, относящегося, по-видимому, к кварцево-антимонитовой формации, выделяются пять стадий минерализации: 1) антимонитовая, 2) антимонит-бертьеритовая, 3) бертьеритовая, 4) сульфосолей и 5) карбонатная.

Несмотря на интенсивную эксплуатацию, перспективы месторождения на глубину еще недостаточно точно определены, но имеются предпосылки для их положительной оценки. Наличие в районе признаков сурьмяного оруденения, выявленного шлиховым опробованием, позволяет надеяться на нахождение новых рудных тел, особенно в северо-западном направлении от эксплуатируемого месторождения.

Тургайское сурьмяное месторождение

Тургайское месторождение, открытое в 1929 г., вскоре стало эксплуатироваться, и в течение ряда лет являлось одним из существенных источников сурьмы. Месторождение расположено в 135 *км* к северо-востоку от г. Акмолинска в мелкосопочной части Северного Казахстана.

Район месторождения сложен нижне- и среднедевонскими песчаниками, туфами, туфопесчаниками, лавами, туфобрекчиями, карбонатными и мергелистыми песчаниками и другими породами. Эта сильно дислоцированная толща мощностью более 1 *км* имеет почти меридиональное простирание и падение на восток под углами 35—60°. В ряде мест она прорвана пластообразными залежами, дайками и штоками сиенит-пор-

фиров. Девонские породы значительно раздроблены и перемещены по зонам дробления с образованием брекчий и перетертого глинистого материала. Направление зон дробления весьма разнообразно. В северной части оно преимущественно широтное, в южной — меридиональное; кроме того, на юге отмечаются нарушения радиального типа. Развитие тектонической структуры сопровождалось циркуляцией гидротермальных растворов с окварцеванием боковых пород и отложением сурьмяных руд в зонах нарушений. Отложение руд происходило в несколько стадий, так как отмечается дробление первых минеральных ассоциаций и цементация их обломков последующими образованиями, характеризующимися уже иным составом жильных минералов.

Месторождение представлено жилообразными телами, выполняющими трещины разлома. В северной части (сопка Тургайка) рудное тело в общем ориентировано почти в широтном направлении (ВСВ 70°) с падением на ЮВ ∠ 70°. Рудные тела в южной части (сопка Кочетавка) ориентированы в меридиональном и широтном направлениях.

Распределение оруденения в жилообразных телах весьма неоднородное. В рудном теле сопки Тургайки отмечаются линзообразные участки мощностью до 2 *м*, сложенные сплошными сульфидами и густовкрапленными рудами. В других местах в зонах дробления оруденение представлено сближенными жилками, гнездами, желваками или же тонкими жилками в ветвящихся трещинках во вмещающих породах. Местами рудная масса замещает обломки туфов или туфовый цемент или же отлагается в форме четковидных прожилков по слоистости пород. Главным рудным минералом является крупнокристаллический антимонит, к которому местами примешивается пирит. Кроме того, имеются указания на наличие сульфосолей свинца, сурьмы и серебра. Из нерудных минералов главным является кварц различных окрасок; крупнокристаллический барит и кальцит характерны для поздней стадии минерализационного процесса. Зона окисления минералогически выражена достаточно отчетливо: кроме кермезита и валентинита, отмечается еще несколько вторичных соединений сурьмы.

По минеральному составу и геологической позиции данное месторождение можно отнести к среднетемпературному (близкому к низкотемпературному) типу, к кварцево-антимонитовой формации.

АЛЮМИНИЙ

До Советской власти сырьевая база алюминиевой промышленности в России отсутствовала. Месторождений бокситов практически не было известно и возможность их обнаружения находилась под сомнением. На Загликском месторождении алунитов производилась лишь кустарная выварка квасцов.

Вопрос о создании собственной крупной сырьевой базы алюминиевых руд был поставлен в первые же послереволюционные годы. В 1924 г. С. Ф. Малявкин доказал на основании данных проводимых под его руководством работ промышленную ценность месторождений бокситов Тихвинского района. Несколько позже были открыты первые месторождения бокситов на Урале: в 1929 г. близ г. Алапаевска и в 1931 г. крупнейшее месторождение Красная Шапочка.

В настоящее время месторождения бокситов известны в следующих регионах СССР: на Северном, Среднем и Южном Урале, на северо-западе и севере Европейской части СССР (Тихвинский и Северо-Онежские районы), на юге Украины, в Казахстане (Тургайский район), на Салаире, в Енисейском кряже, Восточном Саяне и Средней Азии.

Большое значение в деле обнаружения и изучения месторождений бокситов сыграли генетические построения С. Ф. Малявкина и А. Д. Архангельского, давшие отправные идеи для геологических работ по бокси-

там в СССР. В результате последующих многочисленных поисково-разведочных и углубленных научно-исследовательских работ, проводимых коллективами целого ряда производственных организаций и институтов, создана генетическая классификация месторождений бокситов.

Очень много сделано по изучению вещественного состава бокситов и выработана минералогическая их классификация.

Промышленное значение в СССР имеют лишь осадочные месторождения бокситов двух генетических типов: 1) геосинклинальные прибрежно-морские (лагунные) и 2) платформенные — континентальные (озерно-болотные и др.). Бокситы латеритного типа известны у нас лишь в виде единичных незначительных выходов в Средней Азии, не имеющих промышленного значения.

Месторождения геосинклинального типа являются в СССР наиболее крупными и промышленно ценными. Бокситы залегают пластообразно среди морских карбонатных толщ. В основании рудных тел фиксируется перерыв в осадконакоплении. Месторождения приурочены к определенным стратиграфическим горизонтам и часто характеризуются выдержанностью и значительной протяженностью рудных тел при относительно небольшой изменчивости качества бокситов.

Важным фактором, определяющим морфологию рудных тел, является рельеф подстилающих карбонатных пород (известняков, доломитов). По этому признаку геосинклинальные месторождения подразделяются на две группы:

1. Месторождения с резко расчлененным (карст, размыв) микрорельефом подстилающих пород. Рудные тела имеют изменчивую мощность (от 0 до 30 *м* и более), что нередко обусловливает разобщенность рудного пласта на ряд изолированных тел. Качество бокситов на известных в настоящее время месторождениях данной группы очень высокое. Сюда относятся месторождения Северного и Южного Урала и палеозойские месторождения Салаирского района.

2. Месторождения с относительно ровной поверхностью подстилающих рудное тело пород. Последнее имеет выдержанный пластообразный характер при сравнительно небольших колебаниях его мощности (2—6 *м*) и обычно более низком, чем в месторождениях первой группы, качестве бокситов. (Боксонские месторождения в Восточном Саяне, некоторые палеозойские месторождения Средней Азии).

По возрасту все геосинклинальные месторождения СССР относятся к разным периодам палеозоя: Боксонские месторождения к нижнему кембрию (или синию); месторождения Северного и Южного Урала и Салаира — к различным эпохам девона; геосинклинальные бокситы Средней Азии — к карбону и в некоторых случаях, возможно, к силуру.

Месторождения геосинклинального типа дислоцированы и несут следы метаморфизма. Они имеют преимущественно моногидратный состав бокситов (диаспоровый или бёмито-диаспоровый). Сопутствующими минералами в них обычно являются железистые хлориты и другие соединения закиси и окиси железа, минералы титана и др. В зонах более глубокого метаморфизма (регионального или контактового) в бокситах присутствует корунд и иногда они переходят в наждаки (некоторые месторождения Средней Азии и Салаира).

Месторождения платформенного типа широко распространены в СССР, но по масштабам они значительно уступают геосинклинальным. Континентальные бокситоносные толщи приурочены к пенепленизированным поверхностям древнего рельефа и выполняют эрозионные и карстовые депрессии в нем. В месторождениях платформенного типа более четко, чем в геосинклинальных, проявляется генетическая связь бокситов с древней корой выветривания; рудные тела залегают нередко на размытой поверхности коры выветривания дислоцированных пород фундамента или вблизи районов ее распространения (Северо-Онежские

месторождения в Архангельской обл., месторождения на юге Украины и частично в Тургайском районе, некоторые мезозойские месторождения Урала и Средней Азии). Часто наблюдается залегание бокситоносных отложений в карстовых депрессиях известняков (крупные месторождения Татарского бокситоносного района в Енисейском кряже, многие месторождения Тургайского района, некоторые мезозойские месторождения Урала, Салаира и Средней Азии и др.). Бокситы залегают обычно в нижних частях осадочных толщ, сложенных континентальными песчано-глинистыми пестроцветными, иногда угленосными отложениями. Рудные тела имеют форму линз или пластообразных залежей; в некоторых месторождениях форма бокситовых тел соответствует форме выполняемых ими депрессий (долин, оврагов, карстовых полостей и т. п.).

По генезису платформенные месторождения относятся к озерным или озерно-болотным образованиям. Известны также бокситы делювиального типа, обычно не имеющие промышленного значения (Урал, Средняя Азия).

По характеру дорудного рельефа и определяемой им морфологии рудных тел среди платформенных месторождений бокситов СССР установлены следующие типы:

1. Долинные месторождения, в которых рудные тела приурочены к депрессиям овражно-балочного типа, входящим в систему более крупных погребенных долин. Это обусловливает вытянутую вдоль древних долин форму рудных тел. Классическим представителем образований данного типа являются месторождения Тихвинского района.

2. Котловинные месторождения, представленные залежами неправильной или линзовидной формы, концентрирующимися в окраинных частях древних котловин. Мощность и качество бокситов весьма изменчивы. Ухудшение качества руд и выклинивание рудных тел наблюдаются к бортам и к центральным частям котловины. Размеры залежей и количество их различны. Так, на Тургайских и Южно-Украинских месторождениях имеются крупные залежи; для ряда мезозойских месторождений Среднего Урала (Колчеданское, Пироговское и др.) характерно развитие мелких линзовидных залежей.

3. Карстово-котловинные месторождения, представленные неправильной формы телами боксита, выполняющего карстовые депрессии в известняковых массивах (обычно в их окраинных частях). Процессы карстообразования имели место в течение всего периода отложения бокситов. Характерна относительно большая мощность рудных тел, зависящая от глубины карстовой воронки и достигающая иногда 200 *м* (Татарское месторождение), при небольшой площади распространения (диаметр линз 10—200 *м*, местами более). Качество руд изменчиво. К карстовому типу относятся многие месторождения Енисейского кряжа (татарская группа), некоторые месторождения Среднего Урала (Багарякское и др.), большое количество месторождений Тургайского района, мезозойские месторождения Салаира.

По возрасту месторождения платформенного типа в СССР различны. К нижнему карбону относятся крупные месторождения Тихвинского и Северо-Онежского районов; к верхам триаса и отчасти к низам юры — среднеазиатские; к мелу — месторождения Среднего Урала (Каменское, Алапаевские), Тургайские; к третичным — месторождения Украины, Енисейского кряжа и некоторые месторождения Казахстана.

По степени дислоцированности платформенные месторождения СССР делятся на две неравные группы, отличающиеся и по вещественному составу:

1. Месторождения устойчивых платформ (недислоцированные) характеризуются почти горизонтальным залеганием бокситоносных толщ и ничтожной метаморфизацией пород, в том числе и бокситов. Последние имеют тригидратный (гиббситовый) или смешанный (бёмито-гиббси-

товый) состав. Сопутствующими минералами здесь являются каолинит, окислы и гидроокислы железа, соединения титана и др. К данной группе относится подавляющее большинство платформенных месторождений СССР и в том числе все наиболее крупные промышленные месторождения этого типа.

2. Месторождения подвижных частей платформ, консолидировавшихся в период, предшествовавший отложению бокситов, но впоследствии вновь захваченных горообразовательными процессами. Бокситоносные толщи и бокситы дислоцированы и несут следы метаморфизма почти в той же мере, что и месторождения геосинклинального типа. К этой группе относятся многочисленные мезозойские месторождения бокситов Средней Азии, среди которых известны образования котловинного (Кайрак, Кундаржуаз и др.) и карстового (Кштут и др.) типов. Бокситы имеют моногидратный (бёмито-диаспоровый или диаспоровый) состав. Сопутствующие минералы в бокситах карстового типа те же, что и в бокситах месторождений устойчивых платформ. Для озерно-болотных месторождений котловинного типа характерно присутствие железистых хлоритов и других соединений закиси и окиси железа, что также сближает их с бокситами геосинклинального типа.

Ниже приводится краткая характеристика некоторых промышленно наиболее важных и крупных по масштабам бокситоносных районов СССР: одного — геосинклинального типа (Северный Урал) и трех платформенных (Тихвинский, Северо-Онежский и Тургайский районы).

СЕВЕРНЫЙ УРАЛ

Месторождения данного района характеризуются крупными размерами (Красная Шапочка, Черемуховское, Кальинское и др.) и высоким качеством руд.

Бокситоносный район расположен на восточном склоне Урала в пределах западного крыла меридионального синклинала, осложненного многочисленными сбросами и с востока срезанного крупным надвигом. Бокситоносная полоса прослеживается в меридиональном направлении на несколько десятков километров; ширина ее 3—7 *км*, падение моноклинальное на восток.

Месторождения бокситов связаны с перерывом в отложении карбонатных толщ между верхним силуром и средним девоном и представляют собой крупные пластообразные залежи, прослеживающиеся по простиранию на несколько километров и выдерживающиеся по падению. Рудные тела залегают на очень неровной закарстованной поверхности верхнесилурийских и нижнедевонских рифогенных известняков (местами обнаруживается угловое и азимутальное несогласие) и согласно покрываются среднедевонскими слоистыми битуминозными известняками или сланцами. Наблюдаются резкие колебания мощности рудного тела, что обусловлено неровностью рельефа подстилающих пород. В разрезе рудной залежи обычно выделяются три горизонта: нижний, представленный своеобразной бокситовой брекчией, средний, или рудный горизонт, слагающий основную часть рудного тела и представленный неслоистыми высококачественными бокситами вишнево-красного цвета, часто бобового строения, и верхний — надрудный горизонт, сложенный пестроцветными слоистыми бокситами и бокситовыми глинами. Бокситы состоят главным образом из диаспора, бёмита, шамозита, примесей гематита, соединений двуокиси титана, иногда магнетита, пирита и др. Развитые в пределах месторождений пострудные и, реже, дорудные дизъюнктивные нарушения придают структуре рудных полей блоковый характер. Гидрогеологические условия месторождений сложны.

Перспективы района не исчерпываются уже разведанными и разрабатывающимися месторождениями бокситов. Имеются основания к дальнейшему расширению запасов их за счет выявления новых месторождений, а также разведки нижних горизонтов эксплуатируемых.

ТИХВИНСКИЙ РАЙОН

Тихвинский район является первым в СССР по времени выявления и освоения промышленным объектом алюминиевых руд, до сих пор интенсивно разрабатывающимся, хотя по своим масштабам он значительно уступает целому ряду районов, выявленных позже.

Залежи бокситов приурочены к нижней части тихвинской продуктивной толщи нижнего карбона, сложенной пестроцветными глинами и бокситовыми породами и покрывающейся песчано-глинистыми и песчано-глинисто-карбонатными отложениями тульской и алексинско-михайловской толщ (визе) и местами четвертичными моренными образованиями. Бокситоносная толща залегает на неровной поверхности песчано-глинистых девонских отложений, выполняя систему древних погребенных долин, имевших общий сток в юго-восточном направлении. Бокситовые залежи находятся исключительно в верховьях мелких балочного типа долин и отсутствуют в магистральных депрессиях. В соответствии с конфигурацией древних долин, рудные залежи имеют вытянутую форму длиной от 0,5 до 2,5 *км* и более, шириной от нескольких десятков до нескольких сотен метров и мощностью от долей метра до 10 *м* и иногда более.

Бокситы имеют смешанный бёмито-гиббситовый состав при наличии значительного количества каолинита, вследствие чего руды Тихвинского района обычно сильно кремнистые. В них постоянно присутствуют окислы железа (преимущественно безводные), небольшое количество двуокиси титана и почти всегда — кальцит. Поиски новых залежей бокситов в Тихвинском районе связаны с изучением древней гидрографической сети и выявлением мелких депрессий овражно-балочного типа.

СЕВЕРО-ОНЕЖСКИЙ РАЙОН

Разведка месторождений бокситов в Архангельской области, обнаруженных в 1949 г., показала крупное промышленное значение района. Последний расположен на восточном склоне Балтийского кристаллического щита, в области его спокойного погружения под осадочные породы палеозоя, развитые в Северо-Двинской впадине. Зона распространения бокситоносных фаций совпадает с крупной депрессией в фундаменте, образовавшейся в допалеозойское время и к моменту отложения осадочной толщи обработанной эрозионными процессами и покрытой корой выветривания.

Промышленные бокситовые поля приурочены к депрессиям второго и третьего порядков, выполненным осадками кембрийского, девонского и каменноугольного возрастов. Бокситоносная толща относится к низам континентальной песчано-глинистой толщи нижнекаменноугольного возраста, залегающей трансгрессивно на девонских песчано-глинистых образованиях и в периферийных частях депрессий — непосредственно на размытой поверхности коры выветривания пород фундамента. Последний представлен кристаллическими породами основного ряда. Покрывается бокситоносная толща сначала песчано-глинистыми образованиями, а затем карбонатными породами протвинского горизонта (намюр) и местами непосредственно четвертичными отложениями. Залежи бокситов имеют пластообразную форму и почти горизонтальное залегание. Пласты кондиционных бокситов приурочены преимущественно к средним частям бокситоносной толщи, выклиниваясь на подъемах и выступах древнего фундамента.

Образование месторождений бокситов связывается с разрушением пород коры выветривания и отложением продуктов размыва в близлежащих депрессиях, нижние части которых уже были выполнены девонскими осадками. Как показали новейшие исследования сотрудников ВСЕГЕИ, большую роль в создании месторождений бокситов сыграли вторичные процессы бокситизации этих продуктов размыва.

Северо-Онежский район относится к той же нижнекаменноугольной бокситоносной провинции, что и месторождения Тихвинского района, отличаясь от последнего морфологией залежей и более четкой генетической связью с образованиями коры выветривания. Минеральный состав бокситов в этих районах одинаков. Однако по масштабам и перспективности Северо-Онежский район значительно превосходит Тихвинский.

ТУРГАЙСКИЙ РАЙОН

Тургайский район как крупная база алюминиевой промышленности выявлен тоже после Великой Отечественной войны. Месторождения бокситов здесь приурочены к нижним частям осадочной серии мезо-кайнозоя, перекрывающей размытую поверхность коры выветривания дислоцированных пород палеозойского фундамента. По возрасту бокситоносные толщи в западных частях Тургайского прогиба относятся к верхам нижнего мела, а в его восточных частях — к верхнему мелу и отчасти к палеогену. Отложение озерно-болотных фаций, с которыми связаны бокситы, предшествовало трансгрессии моря.

Бокситоносная толща сложена пестроцветными, иногда углистыми глинами и бокситами. Она залегает почти горизонтально на коре выветривания эффузивных, туфогенных и других пород и вблизи районов ее развития — на палеозойских известняках или юрской угленосной свите. Известны месторождения бокситов всех трех морфолого-генетических типов: долинного, котловинного и карстово-котловинного. В месторождениях котловинного типа (прибрежно-озерный) бокситоносная толща с крупными пластообразными и линзообразными телами боксита в ее нижней части залегает почти горизонтально на юрских угленосных отложениях (Кушмурунское, Приозерное и Кировское месторождения). Местами бокситы залегают выше мощных пластов бурого угля, разработка которого проектируется открытым способом (Кушмурун).

Месторождения карстового типа приурочены к зонам закарстованных палеозойских известняков, прослеживающимся среди поля эффузивно-осадочных пород в виде полос протяжением до 100 *км* и более. Вдоль этих полос цепочкообразно расположены многочисленные неправильной формы бокситовые залежи, имеющие значительную мощность (Верхне-Тобольские месторождения). К долинному типу, по новейшим данным, относятся Амангельдинские месторождения. Руды этих месторождений, представляющие по своим качественным и количественным показателям наибольший интерес, подвергаются технологическим испытаниям, с целью извлечения из них не только глинозема, но также железа и титана.

По минералогическому составу бокситы Тургайского района относятся к гиббситовым. Сопутствующими им образованиями являются каолинит и окислы железа, а также двуокись титана, иногда сидерит, кварц и др. На многих месторождениях отмечается развитие вторичных процессов: каолинизация, механическое разрушение боксита и местами отбеливание верхних его горизонтов.

Перспективы нахождения промышленных месторождений бокситов в Тургайском районе далеко не исчерпываются уже выявленными объектами. Алюминиевые руды являются одним из важных видов сырья в комплексе разнообразных полезных ископаемых, известных в пределах Тургайского прогиба.

Кроме охарактеризованных четырех районов, промышленными являются также районы Среднего и Южного Урала, Украины. Многообещающими являются районы Енисейского кряжа, где уже известен ряд промышленных месторождений и выявляются новые весьма перспективные площади. Известны бокситовые месторождения в Восточном Саяне, однако сложность экономики и невысокое качество руд затрудняют их освоение. Месторождения бокситов разведаны на Салаире. Палеозойские геосинклинальные бокситы здесь характеризуются значительной метаморфизацией; месторождения имеют сложное тектоническое строение. В подавляющем большинстве случаев перспективы бокситоносных районов не ограничиваются уже выявленными и разведанными месторождениями.

Кроме основного источника глинозема — бокситов, вспомогательной сырьевой базой алюминиевого сырья являются алуниты и нефелины. В СССР известно более тридцати месторождений алунита, среди которых наиболее изучено и разведано Загликское месторождение в Азербайджане. Алунитизированная и каолинизированная верхнеюрская толща общей мощностью более 100 *м* сложена туфами, туффитами и туфобрекчиями. В ее составе выделяется несколько пачек интенсивно алунитизированных пород, имеющих форму пологопадающих пластообразных залежей, в которых алунит является основным породообразующим минералом. Горнотехнические условия месторождения благоприятны для его разработки.

Большое количество месторождений алунитов, связанных преимущественно с вторичными кварцитами, известно в Казахстане, но они изучены еще слабо. Известны также месторождения алунита в Узбекистане и на Украине.

Крупное промышленное значение приобретают за последние годы в качестве алюминиевого сырья нефелиновые породы. В настоящее время на Волховском алюминиевом комбинате перерабатываются на глинозем кольские нефелиновые концентраты, получаемые в качестве хвостов при обогащении апатитовых руд Хибинского района.

Крупные месторождения нефелинов известны в Красноярском крае. Наиболее изученными среди них являются месторождения уржуйской группы (гора Горячая, Андрюшкина речка), приуроченные к массиву щелочных габброидов, прорывающих толщу эффузивов силура — нижнего девона (?). Рудными телами являются штоки нефелиновых тералитосиенитов и дайки и силлы берешитов, в которых нефелин является основным породообразующим минералом. Нефелины этих месторождений, наряду с месторождениями Енисейского кряжа и Восточного Саяна, должны послужить сырьевой базой алюминиевой промышленности при использовании дешевой электроэнергии рр. Ангары и Енисея. Источником сырья для производства алюминия в данном районе могут явиться также силлиманит- и дистенсодержащие породы.

В качестве сырьевой базы алюминиевой промышленности в Закавказье, кроме Загликских алунитов, приобрели за последние годы большое значение нефелиновые сиениты Памбакского хребта в Армении.

Таким образом, за 40 лет Советской власти в нашей стране создана мощная алюминиевая промышленность на базе выявленных советскими геологами крупных промышленных бокситоносных районов. Ближайшими задачами геологических исследований является дальнейшее расширение сырьевой базы алюминиевого сырья с целью прироста разведанных запасов в шестом пятилетии на 40—45%, как базы для создания алюминиевой промышленности в ряде новых районов, главным образом в Азиатской части Советского Союза.

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

АЛМАЗЫ

До Октябрьской революции в России были известны лишь единичные находки алмазов на Среднем Урале. Добыча алмазов не производилась.

В настоящее время в СССР известны две алмазоносные провинции: Уральская и Восточно-Сибирская. Открытие последней явилось крупнейшим достижением советской геологической службы последнего десятилетия.

Мысль о возможной алмазоносности Сибирской платформы была впервые высказана в 1938 г. В. С. Соболевым на основании общности многих черт геологического строения и петрографии Сибирской платформы и алмазоносной Африканской платформы. Великая Отечественная война надолго задержала проверку сделанных предположений на практике. В годы войны все работы по поискам и изучению алмазов были сосредоточены на Урале. Эти работы привели к открытию ряда россыпных месторождений в бассейнах рр. Койвы, Вижая, Чусовой. Несмотря на невысокое содержание алмазов, на Среднем Урале с 1946 г. была организована промышленная добыча, продолжающаяся до настоящего времени. После окончания войны развернулись поисковые работы на алмазы в Восточной Сибири.

В 1948 г. впервые на Сибирской платформе алмазы были обнаружены в галечниках левых притоков Нижней Тунгуски — рр. Большой и Малой Ереме. К 1952 г. выявлен Средне-Вилюйский алмазоносный район со значительными запасами галечников, но убогим содержанием алмазов, а в бассейне р. Мархи, в ее среднем течении, оконтурен алмазоносный район. Одновременно была установлена региональная зараженность алмазами современных речных галечников на огромной территории Сибирской платформы, но коренных источников алмаза до 1954 г. найдено не было.

Летом 1954 г. при производстве пироповой шлиховой съемки в бассейне р. Даалдын была обнаружена первая кимберлитовая трубка «Зарница», а при геологической съемке установлена высокая алмазоносность одного из притоков р. Малой Батуобии — речки Иирэлээх, где позднее была открыта кимберлитовая трубка «Мир».

В настоящее время в Западной Якутии известно более сорока кимберлитовых трубок, из которых несколько содержат промышленные концентрации алмазов.

Изучение россыпных и коренных месторождений алмазов позволило выделить на территории Восточной Сибири шесть крупных алмазоносных районов: Мало-Батуобинский, Средне-Мархинский, Алакито-Даалдынский, Верхне-Тюнгский, Верхне-Мунский и Средне-Оленекский, из которых коренные месторождения не установлены только в Верхне-Тюнгском и Средне-Мархинском. На обширных территориях в бассейне среднего и верхнего течения рр. Вилюя, Моркоки, Ыгыатты, Линди, Муны, Оленека, Нижней и Подкаменной Тунгусок, Ангары, Уды и др.

установлена рассеянная алмазоносность руслового и террасового аллювия, сходная с таковой в Уральской алмазоносной провинции. В настоящее время на территории СССР известно два основных типа месторождений алмазов: коренной (кимберлиты) и россыпи. В составе россыпей выделяются древние дочетвертичные и четвертичные. Последние разделяются на элювиальные, делювиально-пролювиальные и аллювиальные (террасовые и русловые).

КИМБЕРЛИТЫ

Кимберлиты известны только в Восточно-Сибирской алмазоносной провинции (Западная Якутия) в бассейнах рр. Малой Батуобии, Даалдына, Алакита, Муны, Оленека. Эти ультраосновные алмазоносные породы принадлежат к одному из этапов платформенного магматизма, проявившегося на Сибирской платформе главным образом после внедрения и излияния траппов. Кимберлитовая магма, образовавшаяся на значительной глубине в зонах сверхвысоких давлений, использовала при движении к поверхности зоны разломов в областях сопряжения крупных платформенных структур — антеклиз и синеклиз. На Сибирской патформе кимберлиты приурочены к Вилюйско-Котуйской и Ангаро-Вилюйской зонам разломов, расположенным в пределах сочленения Анабарской антеклизы и Тунгусской синеклизы, с одной стороны, и Тунгусской и Вилюйской синеклиз, — с другой.

Почти повсеместно кимберлиты имеют форму цилиндрических трубкообразных преимущественно вертикально залегающих тел, прорывающих карбонатные породы нижнего палеозоя и траппы. В бассейне р. Оленек обнаружены небольшие жилы кимберлита. Кимберлитовые трубки развиты в основном за пределами максимального распространения траппов, среди карбонатных толщ ордовика и кембрия, залегающих почти горизонтально. Размеры трубок различны — от 40—50 (трубка «Малютка» в Даалдынском районе) до 400—600 *м* (трубка «Зарница» и др.) в поперечнике.

Кимберлиты, слагающие эти трубки, представляют собой ультраосновные с несколько повышенным содержанием щелочей породы обломочной, реже массивной текстуры. По существу это эруптивные брекчии, состоящие из обломков самого кимберлита и других пород и минералов. Они обычно содержат большое количество округлых, реже остроугольных обломков вмещающих пород, а также гнейсов и кристаллических сланцев архея, эклогитов и эклогитоподобных пород, отличающихся от нормальных эклогитов присутствием плагиоклаза. Среди обломков иногда встречаются кимберлиты более ранней генерации и пикритовый порфирит. В трубке «Зарница» и в некоторых других были обнаружены ксенолиты известняков силура (ландовери) с фауной, в настоящее время уже уничтоженных эрозией.

Цемент кимберлитовой брекчии имеет состав пикритового порфирита, частично или полностью серпентинизированного и карбонатизированного. Порфировые выделения представлены оливином и флогопитом, основная масса имеет оливин-пироксеновый состав. Характерными минералами тяжелой фракции кимберлитов является пироп, пикроильменит, оливин, реже хромдиопсид, хромит, перовскит. Содержание пикроильменита в некоторых трубках весьма значительно.

Пироп является характерным минералом кимберлитов трубок и алмазоносных россыпей и служит поисковым признаком на них при шлиховом опробовании. Часть кимберлитовых трубок в том или ином количестве содержит алмазы. Кимберлиты отдельных трубок часто значительно отличаются друг от друга по структуре и минералогическому составу. В большинстве случаев они принадлежат к базальтоидному типу, бедному слюдой. Исключением являются две трубки Даалдынского

района — «Загадочная» и «Сытыкан», выполненные слюдистым кимберлитом лампрофировой разности. Иногда в одной трубке («Удачная») встречается несколько разновидностей кимберлита, образование которых, возможно, происходило в несколько приемов.

Опробование кимберлитов трубок показало значительное содержание алмазов в некоторых из них. Наиболее богатая ими трубка «Мир», расположенная в Мало-Ботуобинском районе, по содержанию алмазов превосходит известные месторождения Южной Африки. Значительное содержание алмазов установлено также в кимберлитах трубки «Удачная» (Алакитско-Даалдынский район). Присутствие алмазов констатировано в трубках Верхне-Мунского и Средне-Оленекского алмазоносных районов.

РОССЫПНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛМАЗОВ

К этому типу отложений относятся древние алмозоносные отложения и четвертичные россыпи.

Древние алмазоносные отложения. Рассматриваемые отложения недавно открыты на территории Якутии и известны на Урале. Под этим названием объединяются разнородные по генезису и возрасту образования, более древние, чем известные террасовые россыпи, по отношению к которым они могут рассматриваться как промежуточные коллекторы.

К древним алмазоносным россыпям Якутии могут быть отнесены предположительно пермские конгломераты Оленекско-Вилюйского водораздела, морские нижнеюрские отложения в бассейне верхнего течения р. Тюнг, юрские галечники в бассейне р. Иирэлээх и железистые конгломераты в бассейне верхнего течения р. Муны, а также водораздельные галечники междуречья рр. Тюнга и Мархи.

В пермских конгломератах Оленекско-Вилюйского водораздела при опробовании был найден один кристалл алмаза. В этих отложениях и в аллювии рек, размывающих их, в нескольких случаях был встречен спутник алмаза — пироп. Отмеченные факты не позволяют делать окончательного вывода об алмазоносности пермских отложений Якутии и о существовании допермского кимберлитового (?) вулканизма. Вместе с тем они заслуживают серьезного внимания и должны быть проверены дальнейшими исследованиями. Данные об алмазоносности морских лейасовых отложений в бассейне Тюнга отрывочны и противоречивы. Работы по изучению этих отложений находятся в начальной стадии.

Древние алмазоносные россыпи юрского возраста открыты в 1955 г. в бассейне р. Иирэлээх (левый приток р. М. Батуобии). В них установлено исключительно высокое содержание алмазов, в несколько раз превышающее содержание алмазов в кимберлитах трубки «Мир», расположенной неподалеку. Вмещающие породы представлены пестроокрашенными глинами каолинитового состава с незначительной примесью песчано-алевритистого материала. Эта толща, по-видимому, образовалась из переотложенных продуктов химического выветривания окружающих пород и в том числе кимберлитов расположенной вблизи трубки «Мир».

Железистые конгломераты в бассейне р. Улаах-Муны были обнаружены в 1956 г. при магнитометрической съемке. В горных выработках вскрыты железистые суглинки, глины и конгломераты мощностью более 15 *м*, залегающие в карстовых воронках. Во всех горизонтах этих отложений лотковым опробованием обнаружены зерна пиропа. Опробование на алмазы дало положительный результат. Эти отложения могут представлять значительный интерес как промежуточный коллектор алмазов, и, возможно, как непосредственный объект разведочных и добычных работ.

Водораздельные галечники нижнечетвертичного или среднечетвертичного возраста распространены очень широко на междуречье Мархи и Тюнга. Они представлены окатанными и полуокатанными обломками

кремнистых пород, кварцитов, известняков, песчаников, траппов и кварца, сцементированными глинисто-песчанистой массой. При литологическом изучении в них обнаружены пироп и хромдиопсид, а при опробовании — три мелких алмаза. Зерна пиропа и алмаза найдены также и в аллювии размывающих галечники рек Средне-Мархинского алмазоносного района.

Такие же отложения установлены в бассейне р. М. Батуобии.

На Среднем и Северном Урале обнаружено несколько промежуточных коллекторов, в которых были встречены единичные кристаллы алмазов. Наиболее достоверными являются кварцевые конгломераты и гравелиты ордовика (теплогорская свита и др.).

Два кристалла алмаза было найдено в конгломератах баскинской свиты (артинский и сакмарский ярусы нижней перми). Ряд исследователей считают перспективными обломочные толщи среднего девона.

Четвертичные россыпи. Эта группа алмазоносных россыпей объединяет элювиальные, делювиально-пролювиальные и аллювиальные россыпи. Первые два типа россыпей связаны с коренными месторождениями алмазов и изучены совершенно недостаточно.

Элювиальные алмазоносные россыпи представляют собою продукты разрушения кимберлитов и известны только в Якутии. Размеры и площади их развития определяются размерами и формой кимберлитовых трубок. Элювий кимберлитов представлен желтовато-зеленоватой или голубовато-серой глиноподобной массой, близкой к желтой или «голубой» землям, распространенным в алмазных месторождениях Африки. Мощность его непостоянна и колеблется от 1 до 5—6 *м*. В некоторых трубках неизмененный кимберлит залегает почти у поверхности земли (трубка «Удачная»). Делювиально-пролювиальные россыпи констатируются вблизи кимберлитовых трубок в виде шлейфов, спускающихся от коренных месторождений по склонам долин и междуречий. Эти россыпи пока еще не изучались и практическая ценность их не установлена.

Делювиально-пролювиальные россыпи обычно развиты в верховьях небольших логов, размывающих коренные месторождения, и представлены щебнисто-глыбовым, песчано-гравийным, и щебнисто-глинистыми образованиями. В нижней части логов эти отложения носят следы перемыва и образуют группу россыпей, переходных к аллювиальным.

Аллювиальные россыпи широко распространены в долинах рек Восточной Сибири и Урала. Среди них различаются террасовые, ложковые и русловые россыпи.

На Урале россыпные месторождения отмеченных трех типов установлены по многим рекам: — Косьве, Вишере, Улсу и др. Несмотря на многолетние поиски, коренных месторождений здесь не обнаружено. Предполагается связь коренных источников алмаза с малыми ультраосновными интрузиями западного склона Урала.

Содержание алмазов в россыпях рек Урала сравнительно невелико. Разработки их ведутся лишь в бассейне р. Косьвы (месторождения Кусье-Александровское, Медведка и др.). Вмещающими породами являются песчано-галечные отложения террас, ложков и русел рек; мощность этих отложений от 2 до 20—30 *м* и более.

В Восточной Сибири, как отмечалось выше, установлена региональная зараженность алмазами аллювия рек (бассейны Вилюя, Мархи, Тюнга, Муны, Оленека, Подкаменной и Нижней Тунгусок, Ангары и др.). Установлено, что содержание алмазов в аллювии закономерно возрастает вверх по разрезу, т. е. в отложениях более молодых террас содержится больше алмазов, чем в отложениях древних террас. Наиболее высокие содержания алмазов приурочены к пойме и русловому аллювию. В промышленном отношении террасовые россыпи больших рек бесперспективны. На малых реках, особенно на тех из них, которые размывают коренные или промежуточные источники алмазов, содержания последних могут достигать промышленных. В русловых отложениях концентрации

алмазов, естественно, выше, чем в террасовых образованиях. Мощность террасовых и русловых галечников достигает 7 *м*.

Промышленные концентрации алмазов в русловых отложениях зависят не только от близости коренного источника, но и от геоморфологических особенностей того или иного района. Богатые россыпи обычно встречаются в районах, не испытавших значительных поднятий, где геоморфологическая обстановка способствовала аккумуляции аллювиального материала (Мало-Батуобинский алмазоносный район). В районах, отличающихся значительными тектоническими поднятиями, обусловливающими энергичную эрозионную деятельность, богатых россыпей не образуется (Алакитско-Даалдынский район).

СЛЮДЫ

В середине XI в. новгородцы, занимаясь пушным промыслом на территории нынешней Карелии, нашли слоистый камень («слуда») и вскоре начали его добывать и обрабатывать. Слюдяной промысел затем распространился на Урал, Западную и Восточную Сибирь, где были найдены более богатые месторождения слюды, чем в Карелии.

С появлением дешевого оконного стекла добыча слюды в России к концу XIX в. почти прекратилась, а старинные слюдяные разработки были заброшены и забыты. Когда же возникла потребность в слюде для нужд электротехнической и военной промышленности во время первой мировой войны, ее пришлось ввозить из-за границы.

После Октябрьской революции месторождения слюды пришлось снова «открывать», изучать и впервые разрабатывать методику их поисков и разведки. Возобновление промышленной добычи слюды в СССР началось в 1924—1925 гг., когда на Слюдянских флогопитовых рудниках в Сибири и в результате попутной выборки мусковита при разработках керамических пегматитов Карелии было получено около 193 *т* слюды-сырца.

В 1926 г. б. Геологический комитет начал систематическое изучение слюдяных месторождений Восточной Сибири и Карелии. Одновременно поисково-разведочные работы на слюду производились Институтом прикладной минералогии, Восточно-Сибирским и Ленинградскими геологическими управлениями. В результате проведенных геолого-поисковых работ было установлено, что Мамско-Витимский слюдоносный район является одним из самых крупных в мире по перспективным запасам и качеству мусковита. В 1929 г. импорт слюды прекратился, а в 1932 г. Советский Союз занял второе место в мире по валовой добыче слюды, опередив США и уступая первое место Индии. В 1935 г. были обнаружены крупнейшие в мире флогопитовые месторождения на Алдане.

В настоящее время СССР, обладая двумя крупнейшими слюдоносными районами (Мамским — мусковитовым и Алданским — флогопитовым), способными обеспечить потребность народного хозяйства в слюде на многие десятилетия, по запасам слюды занимает первое место в мире. Кроме того, в качестве резерва имеются месторождения: флогопитовое Слюдянское и мусковитовые Карело-Мурманские (еще далеко не выработанные), не эксплуатируемые месторождения мусковита (Бирюса, Урал) и исключительно высококачественного флогопита (Памир), а также целый ряд других небольшого значения промышленных месторождений слюды в Европейской и Азиатской частях Советского Союза.

В 1955 г. добыча слюды в СССР по сравнению с довоенной увеличилась больше, чем в два раза. По производству листовой слюды наша страна твердо занимает второе место в мире.

Успехи развития слюдяной промышленности связаны с большими достижениями советских геологов в изучении геологических условий нахождения месторождений слюды, установлении поисковых признаков и

разработке на их основе методики поисковых и разведочных работ на слюду.

Слюдяные месторождения мусковита и флогопита в СССР приурочены к древнейшим комплексам докембрия. В результате детального картирования последние удалось расчленить на ряд стратиграфических толщ и горизонтов и установить связь характера слюдоносности отдельных жил и зон с литолого-петрографическим составом, стратиграфическим положением, структурой и тектоникой вмещающих пород. Для поисков слюды — мусковита и флогопита — были специально разработаны и широко использованы геофизические методы.

К сороковой годовщине Октябрьской революции слюдяная промышленность Советского Союза уже была обеспечена сырьевой базой, достаточной для выполнения любых заданий народного хозяйства по добыче слюды в течение многих десятилетий. Кроме того, в самые последние годы успешно проведены работы по производству в полузаводском масштабе заменителей слюды из слюдяных отходов (скрапа), что является большим достижением в деле наиболее полного использования слюдяного сырья и общего снижения стоимости слюдяных изделий.

ПЕГМАТИТЫ

Пегматиты привлекают внимание геологов как источник получения многих редких металлов, листового мусковита, пьезооптического и керамического сырья.

За истекшие 40 лет советскими геологами сделан большой вклад в дело изучения пегматитов — минерального состава, геохимических и текстурно-структурных особенностей, форм, размеров и промышленной ценности, а также роли вмещающих пород в мусковитовой и редкометальной минерализации.

Особенно детально изучены состав и строение пегматитов. Описаны минералы и их взаимоотношения, уточнены структуры пегматитовых пород и дана их генетическая характеристика. Произведен анализ форм пегматитовых тел, разработаны многочисленные генетические и промышленные классификации пегматитов. Установлены кондиции и выявлены значительные запасы в пегматитах слюды, редких металлов, пьезо-оптического и керамического сырья в количествах, обеспечивающих отечественную промышленность на длительный срок. Успешно разрабатываются технологические схемы обогащения керамических и редкометальных пегматитовых руд и извлечения из них полезных компонентов. На всех перспективных в отношении пегматитоносности площадях проводятся детальные поисковые работы.

Из многочисленных пегматитовых полей Советского Союза наиболее детально изучены:

1) редкометальные пегматиты Забайкалья, Восточной Сибири, Алтая и Казахстана, Туркестанского хребта, Урала и Украины, Карелии и Кольского полуострова;

2) хрусталеносные пегматиты Украины (Волынь), Казахстана и Забайкалья;

3) слюдоносные пегматиты Мамского района Восточной Сибири, Карелии, Кольского полуострова, Урала, Средней Азии, Красноярского края;

4) керамические пегматиты Карелии и Кольского полуострова, Украины, Урала, Закавказья, Казахстана.

Пегматитовые поля некоторых районов Восточной и Западной Сибири, Дальнего Востока, Памира, Таймыра изучены еще слабо.

Слюдоносные пегматиты развиты одинаково широко в разных структурах земной коры, но промышленно ценные месторождения приурочены преимущественно к складчатым зонам, расположенным в пределах кристаллических щитов и вблизи последних. Два главных слюдоносных рай-

она СССР — Мамский и Карело-Мурманский — расположены в Патомской и Беломорской складчатых зонах. Первая из них примыкает к Алданскому щиту, а вторая находится в пределах Балтийского щита. Приуроченность крупных слюдоносных районов к кристаллическим щитам видна и на примере зарубежных месторождений — индийских, бразильских, северо-американских.

Слюдоносные пегматиты в геосинклинальных складчатых зонах имеют ограниченное промышленное значение. Районы восточного склона Урала, Закавказья, Туркестанского хребта, Алтая, Таймырской складчатой зоны и др. являются малоперспективными в отношении слюдоносности. Это объясняется многими неблагоприятными факторами, но главным образом химическим составом вмещающих пород (преимущественно амфиболовые гнейсы и сланцы) и степенью их метаморфизма, а также широким развитием трещинной, послеминерализационной по отношению к мусковиту, тектоники, вызвавшей интенсивную деформацию кристаллов слюды. Но и в пределах Мамского и Карело-Мурманского промышленных слюдяных районов не все участки с пегматитами одинаково перспективны по слюдоносности; часть их также характеризуется широким развитием послеминерализационной тектоники и сильно деформированным, утратившим промышленное значение мусковитом. По этим же причинам резко отрицательную оценку получили все известные месторождения слюдяных пегматитов Украинского кристаллического щита.

Промышленные скопления редкометальных и хрусталеносных пегматитов известны в пределах складчатых зон как на щитах, так и в геосинклинальных областях. Здесь, по-видимому, химический состав и степень метаморфизма вмещающих пегматиты пород не оказывают такого решающего влияния на рудоносные растворы, как при образовании мусковита, а широкое и неоднократное развитие в пегматитах и вмещающих породах трещинной тектоники способствует редкометальной минерализации. В большинстве случаев промышленно ценные редкометальные пегматиты, так же как пегматиты слюдоносные и керамические, залегают в сильно метаморфизованных породах докембрийского и нижнепалеозойского возраста.

Анализируя накопленный за многие годы фактический материал по изучению пегматитовых месторождений СССР, можно выделить следующие генетические типы пегматитов:

Пегматиты магматические с первичными структурами и сложением. Пегматиты этой группы образовались в результате раскристаллизации пегматитового расплава. Они почти не подверглись последующей перекристаллизации и сохранили свои, обычно мелкозернистые, первичные структуры — гранит-пегматитовые, ортотектитовые, частью тонкографические. Для них типичны массивные недифференцированные и однородные текстуры и сравнительно простой минеральный состав. В них не развита редкометальная минерализация и отсутствует мусковит промышленных размеров. Они могут служить источником керамического сырья, обычно требующего обогащения. Вмещают их породы различного состава, нередко резко отличного от состава пегматита. Примером керамических пегматитов этой генетической группы могут служить многие пегматитовые тела почти всех известных пегматитовых полей страны.

Пегматиты магматические, частично или полностью перекристаллизованные. Эти пегматиты образовались также интрузивным путем в изверженных и метаморфических породах, не затронутых гранитизацией. Состав пегматитов может быть сходным с составом вмещающих пород, но часто они резко различны. Так, гранитные пегматиты известны среди ультраосновных и основных пород, биотитовых и амфиболовых гнейсов и сланцев, карбонатных пород, песчаников и др.

В результате последующей перекристаллизации большая часть пегматитов этой группы имеет зональное или участковое сложение и крупнозернистые структуры — обычно блоковые, сегрегационные, пегматоидные. Они характеризуются сложным минеральным составом и метасоматическим образованием мусковитовой и редкометальной минерализации в промышленных размерах. Этой минерализации предшествует широкое и неоднократное проявление трещинной тектоники как в пегматитах, так и во вмещающих их породах. Скопления рудных минералов обычно приурочены к поздним системам тектонических трещин и развиты гнездами или узкими зонами, вытянутыми по простиранию пегматитовых тел, а нередко и секущими их. Редкометальное оруденение всегда контролируется и подчинено здесь развитию трещинной тектоники, постмагматическим рудоносным растворам и метасоматической переработке пегматитовых и других пород под влиянием этих растворов.

Несомненно, что редкометальная и мусковитовая минерализация являются вторичными по отношению к главным породообразующим минералам пегматитового тела. Более того, имея в виду наличие нескольких генераций мусковита и рудных минералов, необходимо допустить здесь привнос не только высокотемпературных, но и низкотемпературных гидротермальных рудоносных метасоматизирующих растворов.

Неоднократно проявляющаяся трещинная тектоника вызывает деформацию ранних, обычно наиболее ценных, генераций мусковита, что резко снижает качество и выход деловой слюды.

Благодаря крупным размерам зерен главных слагающих пегматит минералов — кварца и полевого шпата, пегматиты этой группы являются лучшим сырьем и для керамического производства, так как они хорошо подвергаются ручной сортировке и выделению вредных для керамического производства примесей. Примерами пегматитов этой группы служат наши главные пегматитовые поля с мусковитовой и редкометальной минерализацией — Мамский и Карело-Мурманский слюдоносные районы, редкометальные пегматиты Кольского полуострова, Забайкалья, Калбинского и Туркестанского хребтов, Украины и Урала и многих других районов.

Пегматиты, возникшие в процессе постмагматической переработки вмещающих пород. Пегматитовый процесс может возникать как одна из форм проявления гранитизации материнских пород, как процесс их перекристаллизации под воздействием пегматитообразующих растворов.

Для многих пегматитов этой группы типично полосчатое сложение, выраженное чередованием вытянутых по простиранию зон сходного состава, но разных структур — от мелкозернистых реликтов вмещающих пород до пегматитов крупноблоковой и пегматоидной структуры. Пегматиты по простиранию часто постепенно переходят во вмещающие породы, становясь все более мелкозернистыми. Минеральный состав их беден и почти точно соответствует составу вмещающей породы. Местами в них наблюдается промышленная концентрация мусковита, но редкометальная минерализация развита слабо и не имеет промышленного значения. В качестве примера пегматитовых образований этого типа можно указать на месторождения мусковитовых пегматитов Слюдяной горы на Урале, некоторые слюдяные пегматиты Стрельнинского месторождения на Кольском полуострове и др.

Кроме выделенных выше генетических типов пегматитов, существует много переходных разностей, образование которых связано с местными особенностями магматической деятельности, источником первичного пегматитового материала, составом и строением вмещающих пород. Возникновение их также обусловливается близостью магматического очага, развитием тектонических структур и трещиноватости, характером рудоносных растворов.

В комплексе пород, являющихся вмещающей средой для пегматитов, можно выделить по петрографическим и другим признакам наиболее благоприятные для возникновения пегматитов отдельные толщи, свиты и даже пласты в стратиграфической последовательности. Такое расчленение немых древних метаморфических толщ осуществляется в последние годы при геологическом картировании пегматитовых районов. В пределах таких стратиграфических единиц пегматиты развиваются на тех участках, где породы наиболее дислоцированы и, следовательно, тектонические условия (физические свойства пород) благоприятны для проникновения пегматитообразующих и рудоносных растворов, а состав пород (химические свойства) в значительной мере определяет характер мусковитовой и редкометальной минерализации.

Указанными стратиграфическими и структурно-тектоническими предпосылками широко пользуются при поисках новых месторождений пегматитов. Так, установлена приуроченность промышленно ценных слюдоносных пегматитов к гнейсам плагиоклазового состава докембрийского возраста и к участкам, где эти гнейсы подвергались наиболее сильной дислокации.

Редкометальные пегматиты обычно образуются в пределах крупных зон разломов и структурно-сопряженных с ними систем тектонических трещин. Эта тектоническая трещиноватость документируется зонами катаклаза и милонитизации, многочисленными плоскостями подвижек со следами скольжения, реже трещинами, выполненными брекчией и тектонической глиной, широко развитыми процессами гидротермального изменения пород — биотитизацией, хлоритизацией, окварцеванием и деформацией пегматитовых минералов.

Трещинная тектоника и связанный с нею тектонический метаморфизм определяют многообразие текстурно-структурных особенностей и всей сложной минерализации пегматитов. Следует различать допегматитовую, внутрипегматитовую (рудную) и послеминерализационную трещинную тектонику. Однако все это пока лишь общие предпосылки. Они могут служить геологической основой для поисков пегматитов в мелких масштабах. Местные же поисковые признаки изучены еще очень слабо.

Задачи дальнейших исследований определяются необходимостью детального изучения отдельных месторождений и накоплений фактического материала, анализ которого позволит выявить новые закономерности в размещении пегматитов и полезных компонентов в них и, в частности, развития промышленной редкометальной минерализации во вмещающих породах пегматитовых рудных полей.

При решении важнейшей задачи обеспечения сырьевой базой отечественной керамической промышленности следует кроме керамических пегматитов, фонд которых сравнительно ограничен, уделять особое внимание изучению лейкократовых гранитов и кварцитов. Известно, что основным сырьем для китайского хозяйственного и художественного «мягкого» фарфора служит «фарфоровый камень», отвечающий по составу безжелезистым серицитовым кварцитам. Китайская промышленность вводит в фарфоровую массу 70% фарфорового камня и 30% каолина. Сходные по составу с китайским фарфоровым камнем, многие отечественные кварциты на Урале, Украине, в Казахстане, Карелии и во многих других местах способны обеспечить керамическую промышленность Советского Союза крупными запасами сырья на значительный срок.

АБРАЗИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (КОРУНД, НАЖДАК, ГРАНАТ)

Несмотря на то, что уральские месторождения корундовых пегматитов (Борзовское и др.) и наждаков прииртяшской группы известны около 130 лет, потребности дореволюционной промышленности в абразивах высо-

кой твердости удовлетворялись в России главным образом за счет импорта.

В 1926 г. в Северо-Восточном Казахстане было открыто крупнейшее в СССР андалузито-корундовое месторождение Семиз-Бугу, которое с тех пор непрерывно эксплуатируется, а в 1933—1934 гг. найдено Чайнытское месторождение корунда в Якутии, эксплуатация которого была начата в годы Великой Отечественной войны, а затем прекращена. Оба месторождения содержат корунд в россыпях и в коренных залежах.

В тридцатых годах текущего столетия и позднее открыты крупные месторождения гранатсодержащих пород в Мурманской обл. и Карелии, на Урале и в Средней Азии. Добываемое в настоящее время в нашей стране количество корунда и наждака не обеспечивает потребности промышленности, ввиду чего наряду с природными абразивными материалами все больше внедряются искусственные — карборунд и др.

Следует отметить, что поиски и разведка новых месторождений абразивного сырья ведутся недостаточно интенсивно, и действующие предприятия (Кыштымский завод и др.) по выпуску изделий из природных абразивных материалов еще слабо обеспечены сырьевой базой.

Совершенно не используются отечественной промышленностью гранаты, хотя многие месторождения этого сырья разведаны и находятся в условиях, доступных для разработки.

В настоящее время из известных в СССР двадцати девяти месторождений природных абразивных материалов восемь корундовых, восемь наждачных и тринадцать гранатовых. Эксплуатируются только одно месторождение корунда (Семиз-Бугу) и одно месторождение наждака (Иртяшское).

Из всех учтенных в стране месторождений абразивного сырья наибольшее практическое значение имеют месторождения во вторичных кварцитах, метаморфогенные и россыпи. Из них наиболее интересным с научной и практической точки зрения, несомненно, является Семиз-Бугу. Оно генетически связано с вторичными кварцитами как продуктами изменений вулканических пород кислого и среднего состава.

Успехи изучения казахстанских медных и корундовых месторождений привели к новой трактовке (Н. И. Наковник и др.) генезиса андалузитово-корундового коплекса и вмещающих его вторичных кварцитов. Эти кварциты рассматриваются сейчас как постмагматические кислые продукты газово-гидротермальной стадии поверхностного и близповерхностного вулканизма. Образование корундово-андалузитовых разностей кварцитов происходило в наиболее высокотемпературную и наиболее активную начальную фазу постмагматического процесса. Ранее считалось, что месторождения такого типа образуются в контактово-метасоматических условиях.

Задачи дальнейшего расширения сырьевой базы отечественной абразивной промышленности сводятся к поискам и разведке новых месторождений корунда и наждаков, в первую очередь в перспективных районах Казахстана и Урала, к освоению разведанных месторождений граната, а главное — к доразведке знаменитого месторождения Семиз-Бугу.

ВЫСОКОГЛИНОЗЕМИСТОЕ СЫРЬЕ

Изучение высокоглиноземистого сырья в России было начато еще перед первой мировой войной в связи с потребностями керамической промышленности. Значительно позднее, уже в послереволюционное время, высокоглиноземистое сырье нашло широкое применение и в других областях, главным образом в качестве руды для получения силумина и алюминия электротермическим путем, а также материала для изготовления огнеупоров.

Широкому внедрению высокоглиноземистого сырья в промышленность способствовало открытие ряда крупных месторождений его на территории Советского Союза и успехи разработки способов обогащения и технологии использования руд.

При Советской власти месторождения высокоглиноземистого сырья выявлены в Карелии, на Кольском полуострове, Урале, Северном Кавказе, в Центральном и Южном Казахстане, Рудном Алтае и в Иркутской области Восточной Сибири. Главнейшими из них являются: Кейвское, уникальное по своим размерам, кианитовое (Хизовара в Карелии); кианит-ставролитовое Акташ в Южном Казахстане, представленное диаспоро-пирофиллитовыми и дюмортиерито-корундовыми рудами; Семиз-Бугу в Центральном Казахстане андалузито-корундовое; Алтайское кианито-андалузитовое и др.

Запасами сырья этих и других еще слабо изученных месторождений промышленность страны, даже при все возрастающих ее потребностях, обеспечена, по-видимому, на многие десятилетия. Сейчас задача заключается уже не в общем увеличении запасов высокоглиноземистого сырья, а в приближении его источников к основным потребляющим центрам и в изыскании способов наиболее рентабельной разработки месторождений и наиболее дешевой транспортировки руды. Последнее касается, например, Кейвского месторождения с его практически неограниченными запасами высококачественного сырья, района Мамы и некоторых других отдельных и еще мало освоенных районов.

Генетическая классификация отечественных месторождений высокоглиноземистого сырья детально еще не разработана, но важнейшие промышленные генетические типы месторождений выявлены достаточно отчетливо. Основными из них являются:

1. Месторождения, образованные в результате регионального метаморфизма глинистых пород (Кейвы, Мамский район и др.). Эти месторождения могут обладать громадными запасами руд и являться основной сырьевой базой высокоглиноземистого сырья страны.

2. Месторождения, связанные со вторичными кварцитами (Семиз-Бугу и др.) и образованиями типа ортоалюмокварцитов (Акташ), возникшие в результате автометаморфизма эффузивных пород или метаморфизма их под влиянием кислых интрузий. Промышленное значение месторождений этого типа также может быть значительным.

3. Месторождения, возникшие вследствие контактового метаморфизма глинистых пород (Мукулан, некоторые уральские месторождения и др.). Практическое значение этой группы месторождений пока невелико.

ГРАФИТ

За годы Советской власти в нашей стране создана мощная сырьевая база по графиту, обеспечивающая нужды промышленности страны на длительный срок. Неизмеримо расширена и область применения графита, основанная на главных его свойствах — огнеупорности, кислотостойкости, электро- и теплопроводности, смазывающей и кроющей его способности, а также способности задерживать скорость нейтронов урана и препятствовать, благодаря высокой отражающей своей способности, выходу их из атомного котла.

Главнейшими графитоносными районами Советского Союза являются Украинская ССР, Урал, Красноярский край, Дальний Восток и Средняя Азия, в пределах которых имеются графитовые месторождения различного генезиса, сложенные рудами различных морфологических типов — чешуйчатыми, плотными кристаллическими, плотными аморфными и др.

Наибольшими запасами графита обладает Украина, насчитывающая на своей территории более десяти промышленных графитовых месторождений, расположенных в краевых зонах Украинского кристалличе-

ского щита. Из них самым крупным является Завальевское месторождение кристаллического графита, продуктивная толща которого представлена графитизированными биотито-хлоритовыми, биотито-гранатовыми и амфиболовыми гнейсами, чередующимися с безрудными гнейсами докембрия. Сходное строение имеют и другие графитовые месторождения Украины.

На втором месте по обеспеченности графитовым сырьем стоит Урал с его такими известными месторождениями чешуйчатых и скрытокристаллических графитовых руд, как Тайгинское, Мурзинское, Боевское и др. Все графитовые месторождения Урала расположены на восточном его склоне и приурочены к четырем полосам в различной степени графитизированных палеозойских сланцев, вытянутых в меридиональном направлении. Графитизированные сланцы переслаиваются с алевролитами и песчаниками и инъецированы многочисленными жилами пегматита и кварца, разделяющими рудную толщу на ряд пачек.

В Красноярском крае известны месторождения аморфного графита, связанные с продуктивной пермской толщей Тунгусского угленосного бассейна и представляющие собой залежи метаморфизованных в графит углей. Наиболее крупное графитовое месторождение Тунгусского бассейна — Ногинское, разрабатываемое Ногинским графитовым рудником.

В обширном районе Дальнего Востока насчитывается более сорока месторождений и рудопроявлений кристаллического графита, связанных с архейскими и протерозойскими гнейсами и кристаллическими сланцами. Самое крупное из этих месторождений — Союзное расположено на северном склоне Мало-Хинганского хребта.

Из графитовых месторождений Средней Азии промышленное значение пока имеет только месторождение Тас-Казган, находящееся в Бухарской области. Графитовая минерализация приурочена здесь к мраморам в контакте их с габбро, диоритами и гранодиоритами и, частично, к массивам изверженных пород.

Перспективным в отношении графита можно считать также Восточный Казахстан.

Промышленную ценность в настоящее время представляют только руды чешуйчатого и кристаллического сложения, вследствие легкой обогатимости их методом флотации. Руды аморфного сложения используются лишь при очень высоком содержании в них углерода.

ПЛАВИКОВЫЙ ШПАТ

Значительной добычи плавикового шпата в дореволюционное время не производилось. Это объясняется как ничтожной потребностью в нем промышленности России, так и чрезвычайно слабой изученностью в то время флюоритовых месторождений.

После Октябрьской революции положение резко изменилось. Развивающаяся отечественная промышленность (металлургическая, химическая, по производству алюминия и др.) потребовала обеспечения ее надежными запасами плавикового шпата, создания прочной флюоритовой сырьевой базы в основных потребляющих этот вид сырья районах страны. Поставленная задача была в основном решена в результате начатых в 1924 г. и затем планомерно проводимых разведочных работ на флюоритовых месторождениях Восточного Забайкалья и Средней Азии. В Восточном Забайкалье были изучены и разведаны известные еще с начала нашего столетия Калангуйское и Седловское месторождения и подсчитаны для них запасы руд. Разведаны были также месторождения Абагайтуйское, Солонечное и др. и открыты Таменга и Оцолуй. В Средней Азии тоже были выявлены промышленные флюоритовые месторождения (Бадам и др.).

В 1932 г. было открыто два крупных флюоритовых месторождения — Такобское в Таджикистане и Амдерминское на Югорском полуострове. Не менее крупные открытия сделаны и в последующие годы. В Средней Азии, Казахстане и в особенности в Забайкалье открыт и разведан целый ряд новых промышленных месторождений плавикового шпата, а в Приморье выявлена зона мощной, своеобразной по своему характеру флюоритовой минерализации.

Значительные успехи достигнуты также в отношении разработки методов обогащения флюоритовых руд и технологии комплексного их использования. Например, технологами Всесоюзного института минерального сырья разработаны методы обогащения и комплексного использования руд Вознесенского флюоритового месторождения и др.

В настоящее время выявлены четыре крупные флюоритоносные провинции — крайний север Европейской части Советского Союза, Средняя Азия, Восточное Забайкалье и Приморье, представляющие собой сырьевую базу нашей промышленности по плавиковому шпату. Серьезные достижения имеются и в области познания геологии, генезиса и основных закономерностей размещения флюоритовых месторождений как в СССР в целом, так и в пределах отдельных флюоритоносных его провинций.

В результате проведенных исследований выяснено, что преобладающая часть флюоритовых месторождений Советского Союза размещена в молодых геосинклинальных областях и связана в своем образовании со средними и поздними этапами развития подвижных зон земной коры. В большинстве случаев выяснен также и источник флюоритовой минерализации — кислые, повышенной щелочности, существенно калиевые граниты и, реже, породы сиенитового ряда и кварцевые порфиры.

В Забайкалье и на Дальнем Востоке выявлена новая, весьма важная генетическая группа флюоритовых месторождений, возникновение которой тесно связано с образованием месторождений вольфрама и олова. Промышленное значение месторождений этой группы весьма значительно.

На основании анализа накопленного к настоящему времени обширного материала по изучению отдельных флюоритовых провинций сейчас уже представляется возможным дать, хотя бы в грубой схеме, рациональную классификацию всех известных в стране месторождений плавикового шпата по условиям их образования, а также выделить главнейшие генетические типы месторождений и наметить основные районы их распространения. По условиям образования промышленные гидротермальные месторождения флюорита могут быть разделены на две группы — жильные и метасоматические.

Жильные месторождения наиболее многочисленны и изучены лучше. Они известны среди самых различных по составу и возрасту пород и во многих случаях достигают значительных размеров. Типичными месторождениями этой группы являются месторождения Восточного Забайкалья. Метасоматические месторождения исследованы слабее. Крупное Амдерминское месторождение расположено далеко от потребляющих промышленных центров, трудно доступно и поэтому разработка его прекращена. По характеру оруденения и условиям образования оно во многом сходно с известными мировыми флюоритовыми месторождениями штатов Кентукки и Иллинойс в США. Из других типично метасоматических промышленных месторождений флюорита следует указать на месторождение Аурахмат в Средней Азии.

По вещественному составу руд промышленные флюоритовые месторождения Советского Союза подразделяются на несколько типов; главнейшими из них являются:

1) кварцево-флюоритовый тип, характерный для Восточного Забайкалья, объединяющий большую часть месторождений двух разновозрастных групп — предверхнеюрской, связанной генетически с оловоносными

и вольфрамоносными магматическими комплексами, и более поздней послеверхнеюрской, связанной с магматическими комплексами, несущими золото-молибденовое и, возможно, свинцово-цинковое оруденение;

2) кварцево-баритово-флюоритовый тип, развитый главным образом в Восточном Забайкалье (Абагайтуйское и др. месторождения в Приаргунье, Усуглинское месторождение в полосе золото-молибденового оруденения);

3) кварцево-сульфидно-баритово-флюоритовый тип, к которому относятся многие месторождения Средней Азии, например Аурахмат, Бадамское, Агата и др.;

4) сульфидно-флюоритовый тип, представителем которого является метасоматическое по характеру образования месторождение Амдерма;

5) кварцево-адуляро-флюоритовый тип, представленный единственным месторождением Солонечное в Восточном Забайкалье;

6) сурьмяно-ртутно-флюоритовый тип, к которому относятся месторождения сурьмяно-ртутного пояса Средней Азии — Хайдаркан, Чаувай и др.;

7) слюдяно-флюоритовый тип, известный в Приполярье;

8) олово-бериллиево-флюоритовый тип, представленный Вознесенским месторождением в Приморье.

Приведенная классификация не является полной, но она охватывает все известные в Советском Союзе промышленные типы флюоритовых месторождений и отражает температурные условия их образования. Месторождения первых четырех типов образовались в широком диапазоне средних и низких температур, месторождения пятого и шестого типов — в низкотемпературных условиях и, наконец, месторождения седьмого, слюдяно-флюоритового и восьмого, олово-бериллиево-флюоритового типов — при температурах, близких, по-видимому, к температуре пневматолитовых растворов. Эти выводы из анализа минеральных ассоциаций месторождений подтверждаются и данными лабораторных исследований (МГУ, ВСЕГЕИ), приобретающих все большее значение в познании условий рудообразования и, в частности, условий образования флюоритовых месторождений.

Оптический флюорит, как правило, не встречается в месторождениях указанных выше типов и поэтому охарактеризован в другом разделе.

ПЬЕЗООПТИЧЕСКИЙ КВАРЦ

Издавна были известны кристаллы кварца на Кавказе, Алтае, Тянь-Шане, Среднем Урале, в Забайкалье, на Волыни и в ряде других районов. Много художественных и ювелирных изделий изготовлялось из отечественных хрусталя, раухтопаза, мориона, аметиста и цитрина. Но, как показали специальные исследования, все они непригодны для пьезооптических целей.

В 1928 г. были открыты первые промышленные месторождения пьезооптического кварца на Приполярном Урале. Позднее, почти за двадцатипятилетний период геолого-разведочных работ, на Приполярном Урале выявлен крупный район развития гидротермальных кварцевых жил, содержащих «погреба» с кристаллами горного хрусталя. Здесь открыто и изучено несколько десятков месторождений и очень много более мелких проявлений пьезооптического кварца.

В 1930—1934 гг. было установлено промышленное значение волынских месторождений пьезокварца (мориона) — сперва россыпных, а затем и коренных пегматитового типа. С 1934 г. по настоящее время здесь выявлены сотни пегматитовых тел и установлены основные закономерности размещения и особенности последних.

В 1935 г. были впервые открыты промышленные месторождения пьезооптического кварца на Памире, связанные с гидротермальными

кварцевыми жилами. В последующие годы был выявлен Ванчско-Язгулемский хрусталеносный район, в пределах которого обнаружены и разведаны месторождения, давшие значительное количество прекрасного пьезооптического сырья. По качеству оно не уступает лучшему в мире бразильскому кварцу. В 1939 г. были обнаружены первые хрусталеносные кварцевые жилы на Алдане, а в годы Великой Отечественной войны здесь был оконтурен новый, хрусталеносный район. В 1946 г. открыто, а в последующие годы освоено, Астафьевское месторождение пьезооптического кварца на Южном Урале, представленное богатыми россыпями и хрусталеносными кварцевыми жилами, заключенными в очень мощной древней коре выветривания, вместе с более мелкими Кочкарским, Светлинским и другими месторождениями. В 1950 г. впервые были обнаружены богатые кристалами горного хрусталя жилы в Центральном Казахстане, а позже была выявлена и оконтурена Джезказган-Улутаусская хрусталеносная провинция.

Открытие большого количества промышленных месторождений пьезооптического кварца в перечисленных основных крухсталеносных провинциях позволило создать в СССР крупную сырьевую базу пьезооптического сырья.

К настоящему времени специальными исследовательскими работами на пьезооптический кварц охвачена большая часть перспективных на этот вид сырья районов и областей нашей страны. Ряд более мелких месторождений и проявлений пьезооптического кварца выявлен на Кавказе (Дагестан), в Натольном кряже, на Тянь-Шане, в Тарбагатае и на Алтае, в Забайкалье, в Приморье (Ольгинское месторождение и др.), на о. Новая Земля и о. Врангеля. Обнаружены новые перспективные территории на Алдане, в Казахстане. Имеются основания рассчитывать на обнаружение новых месторождений на Урале. Остаются еще почти не исследованными обширные пространства на Дальнем Востоке.

Все месторождения пьезооптического кварца связаны либо с пегматитами, либо с кварцевыми жилами, либо, наконец, с россыпями. Советские геологи доказали, что промышленная хрусталеносность связана с особыми типами пегматитов, кварцевых жил и тел и с элювиальными и делювиальными россыпями, образующимися от их разрушения.

Хрусталеносные пегматиты имеют неправильную, обычно шлировую форму и залегают в апикальной или в эндоконтактной частях материнских гранитов, особенно часто по тектонически ослабленным зонам. Эти пегматиты всегда являются хорошо дифференцированными, имеют простой, существенно кварц-микроклиновый, сходный с материнскими гранитами, состав, часто обогащенный кварцем и скоплениями таких минералов с летучими компонентами, как топаз, берилл, флюорит. Типичные слюдоносные и редкометальные пегматиты практически не являются хрусталеносными. В хрусталеносных пегматитах всегда интенсивно проявлены заключительные или чаще наложенные гидротермальные процессы, с которыми, собственно, и связано образование пьезооптических разностей кварца. Кристаллы кварца в пегматитах образуются либо в остаточных полостях, либо в минерализованных полостях растворения, либо, наконец, непосредственно в виде порфирокристаллов в полевошпатовой породе пегматита.

Наиболее типичными мориононосными и хрусталеносными пегматитами являются волынские, залегающие в эндоконтакте коростенских гранитов. Аналогичные пегматиты, но более бедные пьезокварцем, широко распространены в апикальных частях герцинских гранитов Центрального Казахстана, Тарбагатая, Пскемско-Угамского района, в позднемезозойских гранитах Забайкалья.

Хрусталеносные кварцевые жилы и неправильные по форме тела, составляющие большинство основных промышленных месторождений пьезооптического кварца в Советском Союзе, всегда являются безрудными

в отношении других полезных ископаемых. Хрусталеносные кварцевые тела локализуются по тектоническим трещинам и зонам разломов главным образом в жестких породах, особенно в богатых кремнеземом — кварцем, в которых наиболее легко образуются открытые полости и кварц которых, легко растворяясь гидротермами, является дополнительным источником кремнезема. Доказано, что хрусталеносные гнезда и «погреба» с пьезооптическим кварцем в кварцевых жилах и иногда даже в виде самостоятельных тел образуются главным образом за счет гидротермального растворения и переработки вмещающих пород или жильного кварца. Часто кристаллы пьезооптического кварца образуются также в минерализованных тектонических полостях.

Советские исследователи продолжают успешно изучать естественные месторождения, а также совершенствовать и увеличивать производство искусственного пьезооптического кварца.

ИСЛАНДСКИЙ ШПАТ И ОПТИЧЕСКИЙ ФЛЮОРИТ

В нашей стране до 30-х годов текущего столетия оптические разности кальцита и флюорита не привлекали к себе внимания, так как оптической промышленности не было. Известны лишь единичные случаи продажи в дореволюционные годы за границу очень небольших партий мелких кристалликов оптического флюорита с Урала и из Забайкалья.

Поисково-разведочные работы с целью обнаружения месторождений исландского шпата начались в 1930 г. и прежде всего были поставлены в южных районах Советского Союза, где еще до революции были известны находки этого минерала. В результате этих работ был открыт ряд небольших месторождений и проявлений исландского шпата на Кавказе, в Пскемско-Угамском и других районах Тянь-Шаня. Последующие специальные исследования в Пскемско-Угамском районе привели к выявлению крупной по площади шпатоносной провинции, где сейчас насчитывается более пятидесяти месторождений оптического кальцита. В 1933 г. были обнаружены проявления исландского шпата на Памире, а в 1952 г. в Северном Прибалхашье.

Все месторождения и проявления исландского шпата на юге нашей страны связаны с карбонатными породами. Они представлены кальцитовыми жилами, минерализованными кальцитом зонами известняковых брекчий и различными полостями выщелачивания. Широко распространены древние карстовые полости, выполненные кальцитом и исландским шпатом. Эти небольших масштабов месторождения могли полностью удовлетворять запросы оптической промышленности лишь в первые годы ее развития (1933—1938 гг.)

С 1939 г. систематические поисковые работы на исландский шпат начали проводиться в Сибири. В бассейнах рр. Нижней Тунгуски и Вилюя находки исландского шпата были известны еще до революции, но первые образцы оптических разностей обнаружены и доставлены лишь в 1927—1928 гг. Позднее здесь была выявлена шпатоносная провинция, более крупная по площади и перспективам, чем Пскемско-Угамская, Тунгусско-Вилюйские месторождения прекрасного по качеству оптического кальцита генетически связаны с основными интрузивами и эффузивами траппповой формации.

Выявление крупной перспективной Сибирской шпатоносной провинции с богатыми месторождениями полностью разрешило вопрос снабжения отечественной оптической промышленности исландским шпатом. Ряд более мелких месторождений и проявлений исландского шпата в последнее время обнаружен в Туве, на Урале и в некоторых других пунктах СССР.

Создана в СССР и промышленная база оптического флюорита. В 1932—1933 гг. в Таджикской ССР было обнаружено Куликолонское

месторождение, которое содержит уникальные по качеству кристаллы оптического флюорита, приуроченные к зоне брекчированных известняков. В 1954—1955 гг. был обнаружен совершенно новый тип промышленных месторождений очень крупных октаэдрических кристаллов оптического флюорита в Западном Прибалхашье (Кереметтас), связанный с пегматитами, содержащими одновременно кристаллы кварца. При этом выяснилось, что весьма распространенные слабо эродированные герцинские граниты в Центральном Казахстане и в ряде сопредельных с ним территорий являются перспективными для поисков новых месторождений оптического флюорита.

Обнаруженные месторождения флюоритоносных пегматитов позволили обеспечить промышленность высококачественным естественным оптическим флюоритом. Помимо этого, появились перспективы обнаружения ряда новых промышленных месторождений оптического флюорита на обширных территориях развития благоприятных в этом отношении гранитов и пегматитов.

БАРИТ

Поиски и изучение баритовых месторождений в СССР начались еще до Октябрьской революции в связи с использованием барита главным образом в качестве наполнителя в бумажной промышленности, а также для изготовления литопона в химической промышленности и в качестве сырья для изготовления специальных сортов стекол. В годы Советской власти, особенно с 1930 г., барит нашел очень широкое применение в нефтяной промышленности в качестве утяжелителя, применяемого при бурении глинистых растворов, в качестве инертного наполнителя и утяжелителя в резиновой промышленности, в производстве пластмасс, в рентгено- и радиотехнике, для изготовления различных солей и препаратов бария в химической промышленности и т. п. В настоящее время потребление барита в нашей стране возросло во много десятков раз, и она обогнала в этом отношении все страны мира, кроме США, причем основным потребителем (до 60—70% добываемого барита) стала нефтяная промышленность.

До Октябрьской революции в России значительные месторождения барита были выявлены и эксплуатировались на Алтае (Змеиногорская жильная группа), в Салаире, на Урале (Златоуст-Бакальский район на Среднем и Южном Урале). Другие известные проявления барита являлись либо небольшими (о. Олений на Онежском озере, Северо-Кавказские и др.), либо были не изучены.

Месторождения барита на Алтае и на о. Оленьем быстро оказались выработанными. Уральские жильные и метасоматические месторождения, а также северокавказские баритовые жилы вследствие убогого содержания и значительной примеси металлов не разрабатывались. Салаирские жильные месторождения с более высокосортным баритом, добыча которого много лет покрывала основную потребность нашей страны в этом виде сырья, расположены очень далеко от основных потребителей. В связи с этим возникла задача широкого проведения работ по выявлению новых месторождений барита, особенно вблизи потребителей.

За годы первых пятилеток в Грузии (особенно в районе г. Кутаиси) были выявлены крупнейшие в СССР месторождения очень чистого, высокосортного барита, залегающего в виде крупных многочисленных жил в порфирито-туфогенных породах юры. В Кутаиси были сооружены крупные помольно-обогатительная фабрика и литопонный завод. Значительные месторождения аналогичного типа найдены в Азербайджане, близ г. Кировабада. Очень крупные жильные месторождения барита и витерита были установлены в Туркменской ССР (Каракалинский район). На Урале, близ Бакала, найдено богатое россыпное Медведевское месторо-

ждение. Проблема выявления крупных месторождений высококачественного барита вблизи основных потребителей на юге была в основном решена.

Кроме того, были обнаружены и частью изучены гидротермальные (преимущественно жильные) месторождения барита в Южном Казахстане (Бадамское флюорито-баритовое, Миргалимсайское), в Центральном Казахстане (Джалаирское, Карагайлы, Тургеневское, Кайракты, Джезказганское), в Хакассии, метасоматические инфильтрационные в Фергане и Туве. Ряд более мелких месторождений обнаружен на Урале, на Северном Кавказе, побережье Кольского полуострова, т. е. в самых различных частях Советского Союза.

Только разведанными и подсчитанными запасами по главным южным месторождениям растущие потребности нашей страны в бариге обеспечены на много лет вперед. Общие же геологические запасы барита очень большие.

Важнейшим генетическим типом крупнейших промышленных баритовых месторождений в СССР является гидротермальный жильный или линзообразный, к которому относятся почти все кавказские, туркменские, салаирские, хакасские и большая часть уральских, казахстанских, алтайских месторождений. Жилы, например, в Западной Грузии имеют длину до 1—2 *км* и мощность до 10 *м*, при этом содержание барита в них составляет 97—98% при очень малом количестве вредных примесей. Жильная зона главнейшего в Туркмении Арпакленского барито-витеритового месторождения вытянута на много километров. На Урале, в Казахстане, Армении многие жилы, линзы и пластообразные залежи представляют интерес для комплексного извлечения барита и содержащихся в нем металлов (свинца, цинка, меди, золота). Жилы в Южном Казахстане (бадамские в Пскемско-Угамском районе) наряду с баритом содержат много флюорита.

Остальные типы месторождений по распространенности и промышленной значимости уступают гидротермальному жильному типу. К ним относятся гидротермальные метасоматические месторождения Сатки и Бакала на Урале, инфильтрационные в Фергане и Туве. Они обычно являются непромышленными, но иногда, как например на Урале, дают промышленные элювиальные и делювиальные баритовые россыпи (Медведевское месторождение).

В настоящее время основной задачей является дальнейшее выявление запасов высокосортного барита в непосредственной близости от основных потребителей и разработка способов эксплуатации, обогащения и комплексного извлечения полезных ископаемых в месторождениях более убогих баритовых руд, содержащих другие полезные компоненты.

АСБЕСТ

ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТ

За годы Советской власти достигнуты огромные успехи в развитии сырьевой базы асбестовой промышленности. Если царская Россия, несмотря на наличие ряда известных тогда месторождений, почти не располагала разведанными запасами хризотил-асбеста, то Советский Союз по разведанным запасам занимает первое место в мире.

На территории Советского Союза насчитываются многие десятки гидротермальных рудопроявлений хризотил-асбеста, которые генетически подразделяются на два типа: 1) связанные с ультрабазитами и 2) связанные с доломитизированными известняками. Месторождения первого типа по морфологическому признаку делятся на три подтипа: баженовский, лабинский, карачаевский. Месторождения двух последних подтипов, а также все месторождения, связанные с доломитизированными известняками, в промышленном отношении резко уступают месторождениям

баженовского подтипа, дающим как в СССР, так и за границей, основную массу добычи сортового асбеста.

До Октябрьской революции асбестодобывающая промышленность базировалась главным образом на Баженовском месторождении (Урал), эксплуатация которого началась в 1886 г., вслед за его открытием. Кроме того, ряд частных предпринимателей и объединений пытались эксплуатировать Псянчинское, Холминское и Режевское месторождения на Урале, Аспагашское, Ильчирское в Сибири и некоторые другие, однако эти работы носили хищнический характер и, будучи организованными на мало изученных в геологическом отношении объектах, довольно быстро прекращались.

Планомерное изучение малых и больших проявлений асбестоносности с постановкой детальных поисковых и разведочных работ стало проводиться в нашей стране с 1925 г. В первую очередь, в 1925—1927 гг., была детально изучена поверхность Баженовского асбестоносного района. Произведенная здесь крупномасштабная геологическая съемка показала, что Баженовское месторождение принадлежит к числу крупнейших асбестовых месторождений в мире, и послужила основой для дальнейших разведочных работ. За период с 1928 по 1934 г. геологическому изучению подверглись Режевское, Красноуральское, Луковское и Алапаевское месторождения на Среднем Урале, Холминское, Андреевское в Миасском районе Челябинской обл., Кривское (Ваганское) на Северном Урале, Абзаковское в Башкирии, Псянчинское в Оренбургской обл., Лабинское и Карачаевское на Северном Кавказе, Аспагашское в Красноярском крае, Актовракское в Туве, Ильчирское в Бурят-Монгольской АССР, Тамдинское в Кара-Калпакской АССР, Джетыгаринское в Кустанайской обл., Бунайское в Таджикистане. Помимо этого, обследовались другие асбестовые проявления в Западных и Восточных Саянах, Центральном Казахстане и Горной Киргизии. В 1939—1942 гг. на Джетыгаринском месторождении была поставлена детальная разведка, выявившая большие перспективы этого малоизвестного до революции месторождения.

После Великой Отечественной войны, особенно в 1951—1956 гг., увеличение запасов асбеста производилось как за счет разведки глубоких горизонтов ранее известных крупных месторождений, так и за счет разведки двух новых месторождений — Киембайского в Оренбургской обл. и Ешке-Ульмесского в Центральном Казахстане (горы Улу-Тау). На Баженовском месторождении вследствие исключительно крупных его размеров разведка не прекращалась в течение более 30 лет и продолжается сейчас. На Джетыгаринском месторождении возобновленные в 1950 г. разведочные работы, проводившиеся попутно с поисками на прилегающих площадях развития ультрабазитов, позволили детально изучить месторождение и увеличить его запасы. Промышленные перспективы Киембайского месторождения впервые установлены в 1952 г.; в последующие два года на нем проведена предварительная разведка на глубину, перешедшая затем в детальную разведку, которая продолжается и в настоящее время. Актовракское месторождение после первых детальных обследований поверхности в 1932 г. изучалось с перерывами и в настоящее время детально разведано на глубину колонковым бурением и штольнями. На Ильчирском месторождении, длительное время остававшемся без внимания, в результате начатой в 1953 г. разведки глубоких горизонтов получен значительный прирост запасов. Ешке-Ульмесское месторождение занимает теперь второе место в Казахстане по запасам хризотил-асбеста (после Джетыгаринского). В период 1951—1956 гг. большие разведочные работы проводились также на Алапаевском, Красноуральском и Режевском месторождениях. Большие поисковые работы проведены на Кавказе и на восточном склоне Южного Урала.

В результате всех проведенных работ среди многочисленных месторождений асбеста по своим масштабам резко выделились шесть. Из них

пять — Баженовское, Джетыгаринское, Киембайское, Актовракское и Ильчирское — являются типичными представителями баженовского подтипа месторождений, а шестое — Ешке-Ульмесское, приуроченное, по имеющимся данным, к массиву бронзититов, стоит несколько особняком. Такие месторождения, как Алапаевское, Красноуральское, Режевское, Тамдинское входят в разряд средних, остальные же, еще более малых размеров, являются непромышленными. Надо отметить, однако, что многие месторождения, считающиеся мелкими, изучены явно недостаточно.

Баженовское, Актовракское и Ильчирское месторождения обладают не только большими запасами при среднем довольно высоком содержании волокна в горной массе, но и дают сравнительно высокий процент выхода текстильных сортов. Джетыгаринское и Киембайское месторождения, будучи крупными по величине, с хорошей насыщенностью асбестом, текстильным волокном не богаты, поэтому должны рассматриваться как будущие поставщики асбеста в основном строительных марок. Ешке-Ульмесское месторождение, в отличие от пяти указанных выше, характеризуется широким развитием руд сетчатого типа с косо- и продольноволокнистым асбестом; процент выхода текстильных сортов высокий, но прочность волокна изменяется от нормальной до низкой; среднее содержание волокна в горной массе составляет около двух процентов.

В настоящее время организация добычи асбеста экономически выгодна на больших месторождениях, обеспечивающих возможность широкого внедрения механизации эксплуатационных работ и продолжительность жизни рудника на несколько десятков лет. До сих пор потребности страны в хризотил-асбесте удовлетворялись за счет двух месторождений — Баженовского и Алапаевского, а остальные находились в резерве. Поскольку асбест находит все большее применение в промышленности и строительстве, вполне понятно, что в недалеком будущем возникнет необходимость увеличения добычи руд. Перечисленные достаточно разведанные, но еще не вовлеченные в разработку месторождения асбеста крупных и средних масштабов представляют большие перспективы для роста асбестодобывающей промышленности.

АМФИБОЛ-АСБЕСТ

Развитие сырьевой базы амфибол-асбеста значительно отстает от быстро растущих потребностей нашей страны в этом сырье. Это объясняется следующими причинами. Во-первых, отсутствием на территории СССР крупных месторождений амфибол-асбеста, что указывает на сравнительно ограниченную распространенность его в больших концентрациях, и, во-вторых, недостаточной изученностью геологических условий образования этого полезного ископаемого и слабой разработанностью поисковых критериев и признаков его нахождения ввиду того, что поисками и разведкой амфибол-асбеста в широких масштабах стали заниматься сравнительно недавно. Существующая в настоящее время классификация асбестов амфиболовой группы построена по минералогическому признаку; генетические классификации месторождений отсутствуют.

По минералогическому признаку группа амфибол-асбеста делится на две подгруппы: 1) «моноклинную» и 2) «ромбическую». К моноклинной подгруппе принадлежат натрово-железистые или голубые асбесты, актинолит-асбест и тремолит-асбест, к ромбической — антофиллит-асбест и амозит-асбест. Из натрово-железистых асбестов широко известен крокидолит или «капский синий».

Месторождения крокидолита Капской провинции в Южной Африке генетически связаны с додевонскими полосатыми железистыми роговиками, содержащими в подчиненном количестве прослои песчаников и доломитов. Поперечно- и косоволокнистые жилы крокидолита обычно сгруппированы в серии и располагаются вблизи контакта железистых пес-

чаников с доломитами. В Советском Союзе месторождений голубого асбеста подобного генетического типа не встречено.

Помимо явно щелочных амфибол-асбестов, известны амфибол-асбесты, которые по составу (еще недостаточно изученному) близки к актинолиту. Среди них намечается по крайней мере два генетических типа: 1) горбуновский в порфиритах и 2) белореченский в колчеданных залежах. Месторождения горбуновского типа характеризуются асбестоносностью в виде жил и спутанно-волокнистых агрегатов обычно в ассоциации с кварцем, эпидотом и аксинитом, приуроченных к зонам смятия и трещинам (месторождения Грушевское в Кокчетавской обл., Горбуновское на Урале, Хацавитское, Власенчихинское в Краснодарском крае и др.). Асбест на Белореченском и Калатинском медно-колчеданных месторождениях наблюдается в виде продольно- либо спутановолокнистых агрегатов в ассоциации с игольчатыми кристаллами актинолита. Второй тип образует скопления, которых вполне достаточно для попутной добычи; промышленное значение первого типа выяснено еще недостаточно хорошо.

Тремолит-асбест встречается довольно часто, но обычно в небольших концентрациях, не имеющих промышленного значения. Для него можно выделить два генетических типа: один из них залегает в сильно метаморфизованных ультрабазитах, а другой — в кристаллических известняках. В первом типе тремолит-асбест нередко сочетается с актинолит-асбестом, имеющим тот же состав, но с содержанием железа более трех процентов. Тремолит-асбест в ультрабазитах приурочен, как правило, к оталькованным зонам смятия и наблюдается в виде продольноволокнистых, реже поперечноволокнистых жил, а также в виде гнезд и мелких пучков волокон. За границей (Италия, Германия, США и др. страны) известны многочисленные разрабатывавшиеся месторождения этого типа, но в СССР промышленных месторождений не найдено, несмотря на многочисленные находки подобного типа асбестопроявлений вообще (в Миасском районе — окрестности сел Рысоево, Кулахты, Кочнево; в Башкирии по р. Тугану и на правом берегу р. Сакмары у дер. Карая-Новой; в Актюбинской обл. по р. Эбейты, в горах Центрального Кавказа и т. д.). В кристаллических известняках скопления амфибол-асбеста, близкого по составу к тремолиту, отмечались на Дальнем Востоке по рр. Бира, Биракан, Кульдура и др., где в одной из точек тонкие волокна тремолита длиной от 1 до 2,5 *мм* образуют прослои или шаровидные обособления.

Антофиллит-асбест тоже довольно распространенный представитель группы амфибол-асбестов, хотя его промышленные месторождения встречаются редко. В Советском Союзе известны только четыре месторождения этого полезного ископаемого (Сысертское, Копанское, Мочаловское, Калмацкое), расположенные в Сысертском районе Свердловской обл. Генетически они связаны с метаморфизованными пироксенитами, залегающими в зоне контакта пород вулканогенно-осадочной толщи с породами гранитной формации и среди гранитоидов. В 1951—1953 гг. предварительно обследованы проявления антофиллит-асбеста в гнейсах верховий р. Иргиз (Актюбинская обл.).

В Сысертском районе асбестоносными являются антофиллит-тальк-карбонатные породы, замещающие пироксенитовые тела нацело или частично. Форма рудных залежей штокообразная и линзообразная, часто весьма прихотливая; размеры залежей сравнительно небольшие (десятки метров). Руды на отдельных участках по структурным особенностям делятся на пучковатые, звездчатые и пучковато-звездчатые. Длина волокна пучковатых руд достигает 20—30 *мм*, звездчатых 5—7 *мм*. Проявления антофиллит-асбеста в верховьях р. Иргиз сходны с месторождениями Сысертской группы в том отношении, что представляют собой также останцы кровли древних магнезиальных пород на гранито-гнейсах;

к сожалению, в районе сильно развита кора выветривания, обесценившая верхний горизонт до глубины 30—40 *м*.

Месторождения амозит-асбеста в Советском Союзе неизвестны.

Касаясь дальнейших перспектив развития сырьевой базы по амфибол-асбесту, следует подчеркнуть необходимость постановки специальных детальных исследований всех промышленных и непромышленных проявлений амфибол-асбеста в нашей стране, без которых невозможно эффективное ведение поисковых и разведочных работ на это сырье.

ТАЛЬК И ТАЛЬКОВЫЙ КАМЕНЬ

Промышленные скопления талька и талькового камня образуются гидротермальным путем при средних температурах.

Известны две генетические группы месторождений. Одна из них, дающая тальк-стеатит и тальковый камень (тальково-хлоритовые и тальково-карбонатные породы), генетически связана с ультраосновными породами — серпентинитами и пикритами, другая, представленная тальком-стеатитом обычно более высокого качества, чем в первой группе, развита в карбонатных породах (известняки, доломиты, магнезит) и различных сланцах — глинистых, углистых, графитовых и др.; в тех и других тальк образуется в результате воздействия на них гидротерм.

Наиболее широко развиты как в СССР, так и за рубежом, месторождения первой группы.

Несмотря на наличие многих крупных месторождений талька и талькового камня в ультраосновных породах, до Октябрьской революции в нашей стране практически не было тальковой промышленности, если не считать разработки некоторых уральских месторождений тальково-магнезитовых пород для нужд металлургических заводов, когда по всему восточному склону Урала (Сысерть, Сыростан, Шабры и др.) добывалось в год кустарным способом от 3 до 5 тыс. *т* талькового камня.

Геологоразведочные работы по обеспечению зарождающейся тальковой промышленности собственной сырьевой базой были начаты в двадцатых годах текущего столетия и с тех пор продолжаются почти непрерывно. За эти годы изучено более ста месторождений талькового сырья. Большая их часть сосредоточена на Урале в пределах полосы серпентинитовых пород его восточного склона.

При Советской власти открыты и разведаны также месторождения талька-стеатита в карбонатных породах в Хабаровском крае, в Восточной и Западной Сибири, талька-стеатита в ультраосновных породах в Грузии и талькового камня в Казахстане, Узбекской ССР, Карелии и в других местах. В стране построены три тальковые фабрики: Миасская, Шабровская и Юго-Осетинская (в Грузии). Миасская и Юго-Осетинская фабрики выпускают молотый тальк средних и низких сортов, причем первая получает сырье из многочисленных, но небольших по размерам месторождений талька-стеатита, вторая — из месторождения Тетри-Миндори. Шабровская фабрика работает на базе одноименного месторождения тальково-карбонатных пород, разрабатываемого комплексно с получением огнеупорного кирпича, который выпиливается машиной непосредственно в карьере, и мономинеральных продуктов — талька и магнезита, разделяемых флотацией. На базе крупнейшего по запасам талька-стеатита месторождения Светлый Ключ в Кемеровской обл. проектируется строительство четвертой тальковой фабрики.

В СССР известно 27 месторождений талька и 7 месторождений талькового камня. Эксплуатируются 8—10 месторождений талька и одно (Шабровское) месторождение талькового камня.

Незаслуженно забыты в наше время месторождения тальково-хлоритовых пород в Карелии. Одно из них разрабатывалось до Великой Отечественной войны. Добываемый горшечный камень использовался для

изготовления электроизоляционных изделий и строительных деталей. Между тем, по своим ценнейших свойствам: огнеупорности, кислото- и щелочеупорности, теплоинертности и как диэлектрик карельский тальково-хлоритовый и тальково-актинолитовый камень может найти исключительно широкое применение. Кроме известных и разведанных месторождений горшечного камня в Сегозерском районе Карелии, имеются благоприятные геологические предпосылки для обнаружения на площади к западу и северо-западу от Сегозера новых месторождений талькового камня.

Ближайшие задачи по удовлетворению запросов промышленности молотым тальком и тальковым камнем определяются необходимостью увеличения производительности действующих предприятий и строительства новых на базе детально разведанных месторождений (Светлый Ключ, Онотское и др.). Следует провести поисковые и разведочные работы в перспективных тальконосных районах, к которым прежде всего надо отнести район Курчумовского месторождения в Казахстане и Сегозерский район в Карелии.

МАГНЕЗИТ

Магнезит как огнеупорное сырье добывался в дореволюционной России на Саткинском месторождении (Урал). В течение первой пятилетки Саткинская группа месторождений была подвергнута детальной разведке. В эти же годы и позднее были проведены поиски и разведка новых месторождений магнезита главным образом в районах развития залежей кристаллического магнезита в окрестностях Белорецкого завода на Южном Урале, в Удерейском районе Красноярского края и в горах Малого Хингана на Дальнем Востоке, а также в районах месторождений аморфного магнезита (гельмагнезит) в Орско-Халиловском районе на Южном Урале, в Армении и в Казахстане.

В результате этих работ создана прочная сырьевая база не только для огнеупорной промышленности, но и для других отраслей применения магнезита: для получения металлического магния, при переработке никелевых руд, для цемента Сореля и др. Из известных 32 месторождений магнезита 13 находятся на Урале.

В области теории образования магнезитовых месторождений нет единой точки зрения. В частности, различно объясняется образование кристаллического магнезита в доломитах. Одни считают, что залежи магнезита возникли здесь как химические осадки, другие рассматривают их как гидротермальные образования. Однако накопленный в последние годы фактический материал по изучению месторождений кристаллического магнезита в доломитах скорее свидетельствует о том, что они возникли путем метасоматического замещения известняков и доломитов под воздействием гидротермальных растворов.

МИНЕРАЛЬНЫЕ СОЛИ

Советский Союз обладает огромными запасами галургического сырья, заключенного в многочисленных месторождениях минеральных солей различных генетических типов и разнообразного вещественного состава. Эти месторождения размещены на обширных пространствах нашей страны (от крайнего севера до южной границы и от Забайкалья до западной границы) и находятся в разнообразных природных и геологических условиях. Залежи минеральных солей известны в отложениях всех геологических систем, исключая триасовую, но особенно богаты ими нижний кембрий, средний и верхний девон, нижняя пермь, верхняя юра и неоген, а также четвертичная система.

Природные минеральные соли составляют самостоятельную и довольно обширную группу полезных ископаемых осадочного происхождения. К ним относятся разнообразные калийные и магниевые соли, поваренная соль, сульфаты, сода, гипс и ангидрит и некоторые другие. Кроме того, практический интерес представляют соли, находящиеся в растворенном состоянии в подземных водах, источниках, рапе соляных озер и лагунных водоемов. Здесь будут рассмотрены главнейшие объекты из группы минеральных солей, играющие наиболее значительную роль в народном хозяйстве СССР.

Следует отметить, что до Октябрьской революции из природных минеральных солей широко использовались только месторождения поваренной соли и гипса, ограниченной была добыча сульфатов натрия и незначительной — природной соды. Месторождений калийных солей совершенно не было известно. В советское время разнообразные месторождения минеральных солей подвергались не только широким разведкам, в результате которых на ряде их были созданы крупные горно-химические предприятия, но и детальному изучению в отношении их геологического строения, генезиса, особенностей химического состава сырья, технологии, горного и заводского дела и т. д. В отмеченных работах принимал участие большой круг геологов целого ряда научно-исследовательских институтов и производственных организаций.

Калийные соли. Первое на территории СССР месторождение калийных и магниевых солей, оказавшееся одним из крупнейших в мире, было открыто геологами б. Геологического комитета в октябре 1925 г. Это месторождение, получившее название Верхнекамского, расположено в Северном Приуралье, в районе г. Соликамска, который в течение нескольких столетий (с середины XVI в.) являлся одним из центров промышленного солеварения в России.

В последующий период месторождения калийных солей были открыты и разведаны еще в ряде районов и тем самым была создана мощная сырьевая база, обеспечивающая широкое и крупное развитие калийной промышленности СССР. Месторождения калийных солей связаны с галогенными формациями верхнего девона (Старобинское месторождение и др. в Белорусской ССР), нижней перми (Верхнекамское, Верхнепечорское, Жилянское в Актюбинской области, Индерское, Озинское и др. в Урало-Эмбенском районе), верхней юры (Гаурдакское, Окузбулакское, Тюбегатанское и др. в Восточной Туркмении) и неогена (Стебникское, Калушское в Восточном Предкарпатье и ряд перспективных проявлений калийных солей в пунктах, лежащих между этими месторождениями). Проявления калийных солей, кроме того, установлены в залежах каменной соли нижнего кембрия (Иркутский район, верховья бассейна р. Нижней Тунгуски), среднего девона (Тузтагское соляное месторождение в Тувинской автономной области), верхней перми (Нивенское в Калининградской области) и неогена (Ереванское).

Добыча калийных солей производится на трех месторождениях: Верхнекамском (Соликамский и Березниковский рудники), Стебникском и Калушском. По степени разведанности, запасам сырья и общим экономическим условиям вполне возможно промышленное освоение Старобинского и Гаурдакского месторождений. На Верхнекамском месторождении добываются хлористые соли калия и магния, на Стебникском и Калушском — хлористые и сернокислые соли. Основная масса добывающегося сырья перерабатывается для получения калийных удобрений.

Поваренная соль. По запасам поваренной соли Советский Союз стоит на одном из первых мест среди прочих стран мира, а по богатству соляными озерами с ним не может конкурировать ни одно другое государство.

Месторождения поваренной соли на территории СССР представлены двумя основными типами: ископаемыми (дочетвертичными) залежами

каменной соли и современными (четвертичными) соляными озерами и водоемами, в которых соль находится в твердых залежах на дне и в растворенном состоянии в рапе, наполняющей бассейн.

Ископаемые месторождения каменной соли связаны с галогенными формациями нижнего кембрия, нижнего, среднего и верхнего девона, нижней и верхней перми, верхней юры и неогена. Соляные залежи широко распространены в Закарпатье и Предкарпатье, Белоруссии, на Украине, в северных областях Европейской части СССР, на значительном протяжении северной, средней и южной частей Западного Приуралья, в Прикаспийских районах, в Закавказье, на юго-востоке Средней Азии и в Восточной Сибири. Во многих районах залежи каменной соли распространяются на площади в сотни и тысячи квадратных километров, имея при этом мощность несколько сотен метров.

Месторождения каменной соли заключают практически неисчерпаемые выявленные и перспективные запасы сырья, выражающиеся многими сотнями миллионов тонн, что позволяет развить соляную промышленность в любом размере. Однако в настоящее время эксплуатируется лишь незначительное число месторождений как для пищевой, так и для основной химической промышленности. Каменная соль добывается на Солотвинском месторождении в Закарпатье, Артемовском на Украине, Илецком в Оренбургской области, Нахичеванском в Закавказье и кустарно в ряде точек в Средней Азии. Путем подземного выщелачивания каменной соли через буровые скважины и добычи естественных рассолов эксплуатируются Предкарпатские месторождения, Славянское и Ново-Карфагенское на Украине, Верхнекамское в Западном Приуралье, Ярбишкадакское в Башкирии, Усольское, Усть-Кутское, Пеледуйское и Кемпендяйское в Восточной Сибири, Бардымкульское в Фергане.

Современные соляные месторождения — разнообразные соляные озера и водоемы морского и континентального происхождения—на территории СССР приурочены в своем распространении к так называемому соляному поясу, протягивающемуся через весь Советский Союз, от нижнего течения р. Дуная на западе до Забайкалья на востоке. Далее к востоку этот пояс переходит в пределы Монгольской Народной Республики и затем уходит в Китай. Ширина пояса колеблется от нескольких десятков до 1500 *км* и более. На отдельных участках пояса число соляных бассейнов колеблется от десятков до тысячи. Наиболее обильны они на Черноморском побережье, в северных районах Прикаспия, в Приаралье, в Западно-Сибирской низменности, Забайкалье, на степных и пустынных пространствах Средней Азии.

Среди соляных озер СССР наибольшей известностью пользуется Баскунчакское, находящееся в 54 *км* к востоку от пристани Владимирской на р. Волге. Это озеро дает около 25% всей соли, потребляющейся в СССР, и до 70% соли, добывающейся на озерных месторождениях. Поваренная соль добывается также в озерах Крыма, Приаралья, Кулундинской степи, Прибалхашья, Казахстана и юго-востока Средней Азии.

Сульфат натрия. Ископаемые месторождения сульфата натрия (тенардита, мирабилита, глауберита) известны только на юго-востоке Средней Азии (в Ферганской впадине и впадинах Тянь-Шаня) и в предгорьях Копет-Дага (месторождение Узун-Су). Эти месторождения связаны с галогенными формациями неогена. Ни одно из них не разрабатывается из-за ограниченности запасов сырья и невысокого его качества. Некоторые перспективы обнаруживает лишь Чульадырское месторождение, находящееся в 250 *км* к востоку от г. Алма-Ата.

Почти единственным источником получения сульфата натрия в СССР является залив Каспийского моря Кара-Богаз-Гол. В небольших количествах сульфат натрия добывается на озерах Прибалхашья.

Сода. Основная масса соды в СССР получается заводским способом. Ископаемые месторождения соды отсутствуют. Современные место-

рождения соды находятся в Западной Сибири в Кулундинской степи — Михайловские и Петуховские озера и в Забайкалье — Доронинское озеро. Из них эксплуатируются первые два месторождения.

Гипс и ангидрит. Советский Союз весьма богат месторождениями гипса и ангидрита, которые связаны с галогенными формациями всех геологических систем, исключая триасовую. Балансом запасов на 1956 г. учтено 304 месторождения этого сырья, из которых 83 эксплуатируются. Кроме этих месторождений, имеется огромное количество еще не разведанных и не изученных месторождений гипса и ангидрита.

Месторождения гипса и ангидрита размещены в 14 экономических районах довольно неравномерно: 16 в районах северо-запада и севера; 4 на западе, 16 в центральных районах, 50 на Урале; 19 в Поволжье; 42 на юге; 53 на Северном Кавказе и Закавказье; 8 в Западной Сибири; 20 в Восточной Сибири; 33 в Казахстане; 9 в Киргизии; 14 в Таджикистане; 7 в Туркменистане; 13 в Узбекистане.

В целом месторождения гипса и ангидрита вполне обеспечивают широкое развитие в СССР различных отраслей промышленности, потребляющих это сырье.

БОРНОЕ СЫРЬЕ

До Октябрьской революции в России не существовало более или менее развитой промышленности по выпуску борных продуктов, как не было известно и промышленно ценных месторождений борного сырья. В 1916 г. на базе бедных бором сопочных грязей близ Керчи был построен небольшой завод, выпускавший до 4—6 *т* буры в год, который в 1927 г. был законсервирован.

Потребность нашей страны в борных продуктах до 1935 г. покрывалась за счет импорта. В 1934 г. было открыто Индерское месторождение боратов в Западном Казахстане, на базе которого и представилось возможным уже в 1935 г. создать отечественную борную промышленность.

Известные в настоящее время на территории СССР месторождения борного сырья относятся к двум основным генетическим группам, из которых первая объединяет магматогенные месторождения с рудной минерализацией в виде различных боросиликатов и боратов, а вторая — экзогенные месторождения, в которых скопления бора образовались осаждением из морской воды или в результате процессов выветривания на земной поверхности. Во второй группе месторождений борные руды представлены большим числом разнообразных боратов, преимущественно кальциевых и магниевых.

Первая группа охватывает довольно большое число месторождений борного сырья. К ней относятся датолитовые месторождения скарнового типа Северного Кавказа (горы-лакколиты Бык, Золотой Курган, Шелудивая, Змейка, Верблюд и Машук), датолитовое месторождение Тетюхе на Дальнем Востоке, месторождения кварцево-турмалиновых жил на Урале, Алтае, в Карагандинской области, Восточном Забайкалье, на Памиро-Дарвазе, в Якутии. К этой же группе относится борная минерализация в виде боратов в магнетитовых рудах и отчасти в сопутствующих им магнезиальных скарнах и кальцифирах в Якутии.

Главнейшим месторождением второй группы является Индерское, в котором сингенетические бораты связаны главным образом с залежами калийных солей в массиве солянокупольной структуры; эпигенетические бораты заключены в гипсовой шляпе. Возраст месторождения — нижняя пермь. К этой же группе относятся месторождения бороносных сопочных грязей и вод Керченского и Таманского полуостровов, нефтяные воды месторождений Дагестана, Средней Азии, полуострова Челекен и других районов; соляные озера (Средняя Азия, Казахстан), в которых бор заключен в рапе.

В настоящее время единственным источником, поставляющим промышленности СССР борное сырье, является Индерское месторождение. Промышленное значение имеет Тетюхинское месторождение боросиликатов и некоторые другие.

САМОРОДНАЯ СЕРА

Начало промышленного освоения природных ресурсов самородной серы в России относится к петровскому времени, когда добыча серы заключалась в сборе осадка серы из сероводородных вод и велась в районе Серноводска, близ Куйбышева. Сейчас эти воды используются в качестве лечебных. Примерно в то же время возникла идея добычи самородной серы из естественных серных руд, в связи с чем были изучены коренные месторождения этих руд на Северной Горе в Жигулях и др. К несколько более позднему времени относятся горные разработки серы бухарскими эмирами на Гаурдакском месторождении в Средней Азии и Шамилем на Кхиутском и Могохском месторождениях в Дагестане и др.

Последующий период вплоть до первой мировой войны характеризуется ограниченной добычей самородной серы и в основном ввозом этого сырья из-за границы.

Затруднения с ввозом серы во время войны привели к необходимости возобновления отечественного серного дела. Решение этой задачи началось постановкой работ по изысканию новых серных месторождений. В этот период изучаются дагестанские месторождения, некоторые среднеазиатские и месторождение Чекур-Кояш в Крыму.

После Октябрьской революции потребность промышленности в самородной сере сильно возросла, в первую очередь, вследствие большего ее применения в производстве бумаги, при изготовлении резины, в сельском хозяйстве, химической промышленности, пиротехнике. С этого времени начинаются усиленные изыскания возможностей расширения отечественных серных сырьевых ресурсов. В результате разведки известных месторождений и поисков новых были выявлены основные месторождения самородной серы в СССР, а именно: в Средней Азии — каракумские, Шор-Су, Гаурдак, Чангыр-Таш и др.; в Среднем Поволжье — Алексеевское, Водинское и др. Запасы этих месторождений позволили создать сырьевую базу отечественной серной промышленности и почти нацело отказаться от ввоза серы из-за границы.

В последующее время, начиная с сороковых и вплоть до пятидесятых годов, эксплуатация месторождений самородной серы значительно снижается главным образом в связи с переходом пиротехники на использование азотистых препаратов, а также применением серных колчеданов в качестве сырья для извлечения из них элементарной серы. После второй мировой войны интерес к изысканиям новых серных сырьевых баз опять возобновился, сначала вследствие появившегося крупного потребителя серной кислоты в виде бумажных предприятий Южного Сахалина, а затем в связи с потребностями Западной Украины. К этому времени относится открытие месторождений на Камчатке, выявление новых и оценка известных месторождений на Курильских островах и открытие крупного Раздольского месторождения и других в Западной Украине.

На многих серных месторождениях СССР, включая и курильские, геологоразведочные работы или закончены, или перешли в стадию детальных и главным образом эксплуатационных разведок. Исключение представляет Раздольское и некоторые другие приднестровские месторождения.

Раздольское месторождение разведывалось совсем недавно (1952—1956 гг.). По разведанным запасам оно является наиболее крупным в СССР и, кроме того, имеются значительные перспективы на увеличение его запасов. Месторождение обладает качественными рудами и доступно

по условиям залегания для открытых горных разработок. Сырьевые ресурсы Приднестровского района по самородной сере не исчерпываются только Раздольским месторождением. Кроме последнего в этом районе выявлены и предварительно исследованы еще 10 серных месторождений, среди которых Язовское и, возможно, Немировское также обладают большими запасами серы. Приднестровский сероносный район генетически во многом сходен со Средне-Волжским, но по масштабам сероносности, по-видимому, больше последнего.

За послереволюционные годы собран и изучен большой материал по генезису месторождений самородной серы. Наиболее хорошо изучены месторождения дагестанские, Шор-Су, каракумские, Чекур-Кояш. На основании проведенных работ рядом геологов высказаны гипотезы об их происхождении, геологических предпосылках и поисковых признаках. Превалирует точка зрения о значительной роли биогенных процессов при образовании первичных скоплений осадочной самородной серы и процессов переотложения и замещения в последующей истории формирования серных залежей; наконец, несомненный интерес представляет недавно высказанный взгляд о ведущей роли четвертичных рыхлых образований как коллекторов серы при образовании ее вулканических месторождений.

Основываясь на этих взглядах и генетической классификации П. М. Татаринова, серные месторождения СССР можно распределить следующим образом:

1. Месторождения, связанные с нормальными осадочными породами — первично-осадочные, с различной степенью последующей метаморфизации: Средневолжские, Гаурдак, Раздольское и другие приднестровские, Чекур-Кояш, некоторые дагестанские и др.

2. Месторождения, связанные с деятельностью холодных сероводородных источников: некоторые среднеазиатские, средневолжские, некоторые дагестанские, каракумские (?), мелкие на Курилах, обрамляющие вулканы.

3. Месторождения серы, связанные с вулканической деятельностью:

а) сульфуритно-сульфидные разной степени метаморфизации: озерно-кратерные и др., большая часть месторождений Курильских островов;

б) связанные с деятельностью сольфатарных полей, в частности, в наносах; наиболее крупные на Курильских островах, Камчатке и др.;

в) обусловленные вулканическим возгоном самородной серы: конус вокруг жерловин сольфатар, частично потоки самородной серы и пр. (Курилы, Камчатка).

4. Месторождения сульфидного типа, к которым относятся залежи серы, образовавшиеся путем разложения сульфидов металлов, хотя и известны в СССР (Тиссовское близ Кыштыма), но практического значения не имеют, так же как и месторождения, связанные с сульфатными шляпами нефтеносных соляных куполов. Последние установлены в СССР только в виде незначительных серопроявлений на некоторых куполах Эмбенского района (Черная речка и др.).

Промышленное и экономическое значение серных месторождений СССР в значительной мере определяется их географическим размещением, но в основном, конечно, запасами руд и их составом. Благоприятными для технологического освоения являются руды известковые, кремнисто-песчаные и др., а худшими — глинистые. Экономический фактор имеет весьма большое влияние на оценку руд: например, руда с содержанием 30—20% самородной серы считается в Поволжье предельно богатой, на Курильских островах бедной, на Гаурдаке и в Кара-Кумах — средней и т. д.

Наиболее крупными месторождениями Советского Союза являются западноукраинское, Гаурдак и средневолжские; несколько меньшие размеры имеют месторождения среднеазиатские — Чангыр-Таш, каракумские и Шор-Су.

Месторождения вулканического происхождения, сравнительно небольшие, находятся на Курильских островах и на Камчатке.

В настоящее время потребности отечественной промышленности в самородной сере обеспечены надежной сырьевой базой. Несмотря на это, проблема расширения сырьевых ресурсов этого полезного ископаемого не потеряла своего значения. Это объясняется тем, что крупные потребители в СССР элементарной серы — сельское хозяйство и бумажная промышленность — предпочитают применять в своих производствах самородную серу.

АПАТИТЫ И ФОСФОРИТЫ

Достижения в области изучения основных видов фосфатного сырья за годы, прошедшие после Октябрьской революции, очень велики.

В 1924 г. в Хибинах открыто уникальное месторождение магматогенного апатита, которое затем было детально изучено и освоено. В настоящее время на нем разрабатываются две залежи апатитово-нефелиновых пород — Кукисвумчорр и Юкспор, составляющие одну из основных баз фосфатного сырья в нашей стране. При обогащении апатитовой руды извлекаются титан, ванадий и нефелин, ставший с недавнего времени ценным сырьем для производства алюминия.

В последние годы изучается метаморфический апатитоносный комплекс бассейна р. Слюдянки в Прибайкалье. Однако до сих пор здесь были обнаружены только бедные руды.

Наряду с апатитами важнейшую и все увеличивающуюся с годами роль в обеспечении сельского хозяйства фосфорными удобрениями играют фосфориты. Начало систематического изучения фосфоритовых месторождений в СССР, число которых в настоящее время достигает двухсот, было положено еще в 1908 г. специальной комиссией при Московском сельскохозяйственном институте. Однако лишь после Великой Октябрьской революции изучение фосфоритов стало производиться очень широко и наряду с работами прикладного характера осуществлялось всестороннее научное исследование фосфоритовых залежей.

Наибольшее количество месторождений СССР относится к платформенному типу. Региональная распространенность по площади фосфоритоносных горизонтов, горизонтальное или близкое к горизонтальному залегание продуктивных слоев, небольшая мощность фосфоритной серии и отдельных пластов фосфоритов, преимущественно песчано-глинистый состав вмещающих пород, частое присутствие глауконита — все это является характерным для месторождений данного типа. Среди платформенных фосфоритов СССР наибольшее значение имеют желваковые, иногда превращенные в плиту, и меньшее — ракушняковые фосфориты. Еще более редки пластовые фосфориты хоперского типа.

Платформенные месторождения мелового и частью юрского возрастов преимущественно Русской платформы были главным объектом изучения и разведок до середины тридцатых годов. В это время был освоен и разведан ряд фосфоритоносных районов. Наиболее значительные из них — Вятско-Камский, Брянский, Курско-Щигровский, Егорьевский и Актюбинский — являются в настоящее время базой крупных горнопромышленных предприятий. Разрабатываются ордовикские ракушняковые фосфориты Эстонии и Ленинградской области. Выявлены и разведаны многие небольшие месторождения, могущие представить интерес для местной промышленности.

В 1941 г. установлена региональная фосфоритоносность среднеордовикских отложений Сибирской платформы, где в 1948—1955 гг. было открыто и разведано Катангское месторождение фосфоритов. Конкреционные фосфориты обнаружены в Северном Казахстане.

Немногочисленные в СССР геосинклинальные месторождения фосфоритов приурочены к палеозойским отложениям. В этих месторождениях, в противоположность платформенным, продуктивные горизонты и рудные залежи обладают распространением не площадным, а линейным, подчиненным общей структуре геосинклинали. Они сильно дислоцированы и прослеживаются на большую глубину. Геосинклинальные месторождения приурочены к кремнисто-карбонатным толщам.

На протяжении ряда лет высказывалось предположение о малой перспективности геосинклинальных областей СССР в отношении их фосфоритоносности. Эти представления были опровергнуты открытием в 1935 г. в среднекембрийских геосинклинальных отложениях хребта Кара-Тау (Южный Казахстан) фосфоритоносного бассейна мирового значения. Выявленные при разведках месторождений этого бассейна запасы составляют примерно одну треть балансовых запасов фосфоритов СССР.

Общая мощность продуктивных пластов каратауских месторождений достигает 70 *м* при мощности отдельных пластов до 10 *м*. В исходной руде содержание P_2O_5 достигает 25—30%, так что в этом отношении каратауские руды могут быть сравнены с лучшими сортами хибинских апатитов.

В кембрийских отложениях Казахстана, кроме каратауских, открыт ряд месторождений пластовых и желваковых фосфоритов. В устье реки Ата-Су открыто сходное с каратаускими комплексное ванадиево-фосфоритовое месторождение, а также Байконурское месторождение конкреционных фосфоритов. В последнем к зонам разломов приурочено прослеженное более чем на 1 *км* месторождение алюмофосфатов (вавеллит, варисцит). В последние годы открыты и разведуются месторождения геосинклинального типа в кембрийских отложениях Кузнецкого Алатау в протерозойских отложениях Прибайкалья. В 1954 г. открыто и разведуется фосфоритовое месторождение в кембро-протерозойских отложениях Малого Хингана.

Месторождения, приуроченные к краевым прогибам, близки по своему характеру к геосинклинальным, но отличаются от них несколько меньшими мощностями продуктивных горизонтов и фосфоритовых пластов, а также составом вмещающих пород. Здесь отсутствуют кремнистые сланцы и в некоторых случаях развиты зернистые разности фосфоритов. Крупным месторождением такого типа является Селеукское, открытое в 1936 г. в пермских отложениях района Ишимбаево. Меньшее значение имеет Каратагское месторождение зернистых фосфоритов в Таджикистане.

В 1953 г. на Южном Урале открыто, а в последующие годы разведано крупное Ашинское месторождение фосфоритов элювиально-карстового типа. Следует упомянуть мезозойские фосфориты Кавказа, докембрийские фосфориты Енисейского кряжа и недавно открытые месторождения в третичных отложениях о. Сахалина.

В настоящее время наша страна обладает весьма значительными запасами фосфатного сырья. Базой крупной фосфатной промышленности являются уникальные месторождения апатитов Хибин и фосфоритов Каратау, а также крупные месторождения Русской платформы и Урала. Приложения сил местной промышленности ждут многие небольшие месторождения, обеспеченные балансовыми запасами.

В СССР выявлены и разведаны месторождения фосфоритов в отложениях разного геологического возраста, включая докембрий, и различной тектонической позиции (платформенные, краевых прогибов и геосинклинальные). Получены обнадеживающие результаты по перспективам месторождений фосфатного сырья в восточных районах Советского Союза.

КВАРЦЕВЫЕ ПЕСКИ

Кварцевые пески широко используются в народном хозяйстве, но наибольшую ценность они представляют как основное сырье для производства стекла и как формовочный материал в металлургической промышленности.

В СССР геологические работы, связанные с изучением кварцевых песков, были начаты в конце 20-х годов. Впервые они проводились главным образом в Московской, Ленинградской и Челябинской областях. Затем, уже в 30-е годы, поиски были продолжены также на Украине, в Дагестане, Башкирии и т. д. Во второй половине 30-х годов началось планомерное изучение песков; помимо поисково-разведочных работ, в этот период было начато детальное исследование вещественного состава и генезиса песков. К настоящему времени в СССР разведаны многочисленные месторождения кварцевых песков, часть которых обладает крупнейшими запасами стекольного и формовочного сырья отличного качества.

Результаты указанных геологических работ имели большое значение в развитии стекольной и металлургической промышленности. На базе выявленных месторождений кварцевых песков в различных районах СССР вновь построены стекольные заводы; резко увеличена общая мощность стекольной промышленности и создана совершенно новая ее отрасль — производство технического стекла, для которого нужно особенно чистое сырье, не известное в дореволюционной России.

Металлургическая промышленность также обеспечивается песками определенного состава, что необходимо для получения качественного литья.

Условия образования и характер месторождений кварцевых песков весьма разнообразны. Исходным материалом для них служат главным образом продукты химического разложения кислых магматических и метаморфических горных пород. Это, как известно, кварцево-глинистые массы, которые при размывании и дифференциации дают скопления чистого кварцевого песка и залежи каолинов и огнеупорных глин.

В отдельных случаях для стекольного производства добывается недифференцированная кора выветривания; отмывка кварцевого материала от глинистых продуктов в этом случае производится в заводских условиях. Иногда кварцевые пески образуются также при выветривании чистых кварцитов и песчаников. Месторождения таких песков известны на Урале (Всесвятское), в Восточной Сибири (Харгинское), в Туркмении (Бабадурмазское) и в других местах.

Источником материала, играющим немаловажную роль в образовании кварцевых песков, являются более древние песчаные отложения различного петрографического состава, подвергшиеся дополнительной переработке в условиях интенсивного развития химических процессов. Примерами залежей недифференцированных выветрелых песков аркозового типа, содержащих большое количество глинистого вещества, являющегося продуктом разложения малоустойчивых минералов, могут служить Волчанское месторождение, расположенное у г. Серова, и месторождение Прогресс, находящиеся в Амурской области. Оба эти месторождения разведаны для стекольной промышленности.

Переотложенные и промытые после разложения нестойких минералов кварцевые пески, местами почти совершенно лишенные глинистых фракций, широко развиты в пределах Русской и, вероятно, Сибирской платформ. В частности, к ним относятся пески визейского яруса Московской синеклизы, полтавского яруса Украины и т. д.

Предпосылками для интенсивного развития химического выветривания, как известно, служат ослабление тектонической деятельности, сглаженный рельеф и гумидный теплый климат. В этих условиях, наряду

с кварцевыми песками, образуется целый ряд полезных ископаемых, в том числе и угли. Сочетание песков и углей является особенно благоприятным экономическим фактором для организации стекольного производства, потребляющего большое количество топлива. Такое сочетание имеется в Подмосковье, на восточном склоне Урала, в Башкирии, в Иркутской области, в пределах Зейско-Буреинской низменности и т. д.

Кварцевый материал, освобождающийся при выветривании твердых пород или полимиктовых песков, в процессе транспортировки и переотложения подвергается сортировке по крупности, удельному весу и форме частиц. Зависимость полноты сортировки от характера среды и условий переноса материала изучена недостаточно. Месторождения формовочных и стекольных песков образуются в самых различных физико-географических обстановках. Однако несомненно, что наиболее благоприятными для накопления мощных залежей песков постоянного гранулометрического состава являются морские условия. Среди морских отложений установлены крупнейшие месторождения формовочных и стекольных песков исключительно выдержанного качества. К таким месторождениям относятся: Люберецкое в Подмосковье, Ташлинское в Ульяновской, Балашейсковское в Куйбышевской, Гусаровское в Харьковской областях и т. д.

Менее перспективными в смысле нахождения кварцевых песков постоянного гранулометрического и химического состава являются континентальные (делювиальные, аллювиальные, эоловые и флювиогляциальные) образования. Приуроченные к ним месторождения характеризуются, как правило, сравнительно резкими изменениями в составе песков и мощности полезной толщи. Следует оговориться, что, помимо характера исходного материала и условий его переотложения, на состав песков большое влияние оказывают вторичные процессы, связанные с фильтрацией грунтовых и атмосферных вод.

Из стратиграфических подразделений наиболее богатыми в отношении чистых кварцевых песков являются третичная, меловая, юрская и каменноугольная системы. Совершенно не известны в СССР месторождения кварцевых песков среди отложений перми и триаса.

Регионами наибольшего развития кварцевых песков в Европейской части Советского Союза следует считать северо-запад Русской платформы, Подмосковье, Украину, Среднее и Нижнее Поволжье. Совершенно отсутствуют кварцевые пески в пределах Кольского полуострова и Карелии. Бедными в этом смысле являются вся Карпато-Кавказская горная область и восточная зона Русской платформы.

Азиатская часть территории СССР, особенно ее северные районы, менее изучены, но в целом, она очевидно, беднее кварцевыми песками, чем Европейская часть. В настоящее время промышленные месторождения песков, пригодных для стекольной и металлургической промышленности, выявлены на Урале, в западной зоне Западно-Сибирской низменности и в пределах Тургайского прогиба (Свердловская, Челябинская, Курганская, Кустанайская области); в западном и северном предгорьях Тянь-Шаня (Узбекская и Таджикская ССР и южная часть Казахской ССР); в пределах Чулымо-Енисейской, Ненинско-Чумышской, Присалаирской впадин (Томская, Новосибирская, Кемеровская области, западная часть Красноярского и северная часть Алтайского краев); на юге Сибирской платформы (южные районы Красноярского края и Иркутская область) на территории Зейско-Буреинской низменности (Амурская обл.).

В заключение следует отметить, что как стекольные, так и металлургические заводы СССР обеспечены запасами кварцевых песков необходимого качества на ближайшие пятилетия. Задачами дальнейших геологических работ в этой области являются поиски новых месторождений формовочных песков, главным образом крупно- и среднезерни-

стых, и наиболее чистых стекольных песков, пригодных для производства высших сортов стекла.

Решение этих задач особенно важно для промышленности Азиатской части СССР.

ГЛИНЫ

В дореволюционной России изучение глин и их месторождений эпизодически проводилось отдельными исследователями по личной инициативе и только в единичных случаях — по заданиям частных предпринимателей или промышленных компаний. Вследствие этого, а также ввиду ограниченных масштабов промышленного использования глин в большей части проводившихся исследований освещались общие вопросы геологии, минералогии и геохимии глин. Изучению же промышленных месторождений глин, причем только на территории Европейской части России, уделялось значительно меньшее внимание.

В связи с индустриализацией страны возникла потребность в чрезвычайно большом количестве глин различных свойств для самых разнообразных отраслей промышленности. Начавшиеся исследовательские и геологоразведочные работы были направлены на выяснение условий образования глин, их минералогических и качественно-технологических особенностей, закономерностей распространения на территории и выявление месторождений промышленно ценных разновидностей глин.

В настоящее время изучение глин проводится по нескольким направлениям. Большое внимание привлекает к себе минералогия глин. Значительное место занимают исследования, выясняющие влияние условий образования и минералогического состава глин на их физические и керамические свойства. К ряду очень важных практических результатов привели региональные исследования и разведка месторождений глин.

Исследования глин, выполненные за годы Советской власти, показывают, что на территории СССР имеются весьма большие запасы почти всех известных в природе разновидностей глин и что перспективы дальнейшего увеличения запасов и выявления новых промышленно ценных разновидностей глин далеко не исчерпаны. Отечественная промышленность обеспечена на много десятков лет всеми необходимыми видами глин.

Глины, развитые на территории СССР почти повсеместно, являются существенным членом разрезов большей части толщ осадочного происхождения от нижнего кембрия до голоцена как в континентальных, так и в морских фациях. Кроме того, известно довольно большое количество месторождений глин, связанных с корой выветривания древних докембрийских кристаллических пород, причем время образования этих глин определено далеко не всегда достаточно точно. В результате такого широкого возрастного и генетического разнообразия, качественно-технологические свойства глин СССР также весьма различны. Соответственно разнообразны и направления их промышленного использования.

Нижнекембрийские полиминеральные легкоплавкие глины пользуются широким развитием на территории Ленинградской области и Эстонской ССР. Выходя на дневную поверхность в узкой полосе вдоль силурийского глинта, они в последние годы довольно широко используются для производства грубой строительной керамики.

В составе прибрежно-морских и континентальных отложений среднего и верхнего девона в южной и восточной частях Ленинградской области, в Новгородской и Псковской областях, глины образуют линзообразные и пластовые тела значительных размеров. Они недостаточно используются главным образом потому, что обычно не превосходят по качеству покрывающие их четвертичные глины. Только в Восточном Прионежье и в бассейне р. Ловати издавна известно несколько месторо-

ждений тугоплавких разновидностей верхнедевонских глин, являющихся отличным сырьем для производства грубой хозяйственной керамики.

Глины нижнекаменноугольных отложений имеют широкую известность, однако область распространения промышленных месторождений этих глин ограничивается пока пределами Подмосковного бассейна. Развитые здесь аллювиальные и озерно-болотные отложения заключают в себе мощные линзы и пластовые залежи существенно каолинитовых глин. В северной части бассейна, на территории Боровичского и Любытинского районов Новгородской области, выявлены и освоены крупные месторождения высококачественных глин, являющиеся базой комбината «Красный Керамик», производящего для черной металлургии Советского Союза шамотные огнеупорные изделия высших классов. В центральной части бассейна огнеупорные разновидности глин сопровождают угольные линзы Бобрик-Донского угленосного района и добываются, как огнеупорное сырье, попутно с углем. В южном крыле Подмосковного бассейна группа крупных залежей огнеупорных глин, образующая Суворовское месторождение, также широко эксплуатируется в качестве сырьевой базы огнеупорной промышленности центральных районов Советского Союза.

Пермские глины изучены и освоены еще далеко недостаточно хорошо. Тем не менее установлено, что, например, морские нижнепермские глины, широко распространенные на территории ряда областей Украинской ССР, состоят в основной массе из тонкодиспергированных некаолинитовых глинистых минералов и являются высокопластичным легкоплавким сырьем, пригодным для производства широкого ассортимента изделий строительной керамики. Безусловно ценным сырьем для производства грубой строительной керамики являются и предположительно артинские глины в Актюбинской области, используемые для производства высококачественного строительного кирпича и черепицы.

Несмотря на широкое распространение, юрские глины обладают промышленной ценностью лишь в Иркутской области. Разведанное здесь Трошковское месторождение огнеупорных каолинитовых и каолинит-галлуазитовых глин озерного происхождения является чрезвычайно важной сырьевой базой для развития огнеупорной и фарфоро-фаянсовой промышленности Восточной Сибири. Местное значение имеет ряд месторождений юрских глин в районе г. Караганды (Белое Глинище и др.).

Аллювиальные и озерно-болотные каолинитовые глины мелового возраста образуют ряд крупных месторождений союзного значения. К их числу относятся Латненское, Белкинское и Троицко-Байновское месторождения, играющие весьма важную роль в обеспечении металлургической промышленности шамотными огнеупорными изделиями высокого качества. Латненское месторождение (Воронежская обл.) является главной сырьевой базой Семилукского огнеупорного завода для выработки огнеупорных изделий класса А. Белкинское месторождение обеспечивает сырьем Нижне-Тагильский металлургический комбинат, а Троицко-Байновское месторождение — Богдановичский огнеупорный завод, снабжающий ковшевым и сталеразливочным припасом почти все металлургические предприятия Урала и большую часть заводов восточных областей Советского Союза. К меловым отложениям относятся также каолинит-гидраргиллитовые и каолинитовые глины, сопровождающие бокситы Тургайских месторождений и являющиеся исключительно ценным огнеупорным сырьем, пригодным для выработки высокоглиноземистых изделий. Меловые отложения Грузинской ССР и Крыма известны развитием своеобразных монтмориллонитовых глин, обладающих отбеливающими и моющими свойствами (Гумбри, Инкерманское месторождение и др.); подобные же глины известны и на территории Азербайджанской ССР, где их используют в качестве сорбентов — осветлителей нефтепродуктов и вин.

Еще более велико значение третичных глин. Чрезвычайно широкое распространение (от Закарпатья до Дальнего Востока) третичных отложений на территории Советского Союза и литологическое их разнообразие обусловили формирование весьма большого числа месторождений глин самого разнообразного минералогического состава, а следовательно, и промышленного назначения. На территории Украинской ССР к третичным отложениям относятся широко известные часовьяритовые (монотермитовые) глины Часов-Яра и часовьярит-каолинитовые глины Дружковского района — крупнейшая база огнеупорной, фарфорофаянсовой и строительно-керамической промышленности СССР; каолинитовые глины Положского, Криворожского и Кировоградского районов; существенно монтмориллонитовые (бентонитоподобные) глины Подолии, Прикарпатской низменности и Закарпатья, а также Поволжья, Северного Кавказа и Закавказья (в том числе известное Асканское месторождение в Грузии); наконец, огромное количество различных полиминеральных строительных глин во всех южных областях Украины. На Урале с третичными отложениями связано большое число месторождений глин существенно монотермитового состава (Нижне-Увельское, Вознесенское, Берлинское, Бускульское, Кумакское и многие другие), имеющих важное актуальное и перспективное значение для развития огнеупорной промышленности. В Западной Сибири третичные преимущественно каолинитовые глины также образуют ряд важных месторождений огнеупорного сырья (Баркинское, Березовское и др.). К третичным относятся и месторождения каолинитовых глин Уярской группы в Красноярском крае, а на Дальнем Востоке — каолинитовые глины Свободненского района, крупные месторождения глин монтмориллонитового состава в районе г. Райчихинска и скопления каолинитсодержащих песков на Амуро-Зейском водоразделе. Широко развиты третичные глины в Узбекской и Таджикской республиках, где эксплуатируется значительное количество месторождений. В западной Туркмении среди третичных отложений встречаются монтмориллонитовые глины (бентониты) уникальной чистоты, являющиеся чрезвычайно ценным сырьем для нефтяной, химической, машиностроительной, фарфоро-фаянсовой, пищевой и других отраслей промышленности (Огланлинское и Азкамарское месторождения).

Глинистые породы четвертичных отложений повсеместно являются практически неисчерпаемой базой для производства изделий грубой строительной керамики. Число разведанных и эксплуатируемых месторождений глин, суглинков, лёссов и других глинистых пород четвертичного возраста достигает нескольких тысяч и строгому учету не поддается.

ЦЕМЕНТНОЕ СЫРЬЕ

Цементная промышленность царской России производила менее 2 млн. *т* портланд-цемента в год. Почти все заводы того времени были расположены в Европейской части СССР и базировались на классическом сырье — натуральных мергелях Новороссийского района и на меловых отложениях Поволжья.

За годы Советской власти цементная промышленность развилась очень сильно и уже к началу 1956 г. выпуск цемента в СССР достиг 26 млн. *т*; особенно резкое увеличение произошло после Великой Отечественной войны.

Начало работ по изучению сырьевой базы цементной промышленности относится к концу 20-х и началу 30-х годов, когда были проведены первые геологические исследования на Кавказе, Дальнем Востоке и Подмосковье. В результате их был разведан ряд месторождений карбонатных и глинистых пород, послуживших базой для Грузинского, Армянского и Спасского цементных заводов и завода Гигант.

В середине 30-х годов началось планомерное изучение сырьевых ресурсов цементной промышленности. В это время было намечено районирование территории СССР в зависимости от геологических условий, определяющих наличие комплекса полезных ископаемых, необходимых для производства цемента.

Основным сырьем в производстве цемента являются карбонатные породы, месторождения которых связаны с отложениями платформенного типа и геосинклинальных зон. В каждой из этих групп месторождений карбонатные породы существенно отличаются как по составу, так и по возрасту и условиям залегания.

Месторождения глинистых пород, являющихся вторым компонентом в производстве цемента, связанные территориально с каждой из указанных групп карбонатных пород, также в большинстве случаев имеют свои отличительные особенности.

К первой группе относятся месторождения известняков, мергелей и мела, имеющие широкое распространение и отличающиеся большой мощностью, пластовым характером, горизонтальным (или слабонаклонным) залеганием и сравнительно постоянным составом. Наиболее характерные месторождения этой группы расположены на Русской платформе. Они установлены на северо-западе и в центре Европейской части СССР среди отложений силура (Пунане-Кунда и Сланцы), девона (Порховское), карбона (Пикалевское, Угловское, Андриапольское, Щуровское и др.). Ряд месторождений мела, разведанных в Поволжье (Вольская группа, Себряково), в Белоруссии (Кричевское), на Украине (Купянское, Новгород-Северское, Краматорское, Амвросиевское и др.). В эту же группу входят месторождения третичных известняков юга Украины и Молдавии (Николаевское, Одесское, Рытницкое).

В качестве глинистого сырья для производства цемента в перечисленных районах изучены глины и суглинки, связанные с четвертичными, реже с более древними отложениями.

Месторождения карбонатных пород геосинклинальных зон, входящие во вторую группу, известны на Урале, Кавказе и в других регионах преимущественно Азиатской части СССР.

Толщи карбонатных пород геосинклинальных областей достигают большой мощности; они обычно сильно дислоцированы, метаморфизованы и нередко прорваны различными интрузиями. По вещественному составу карбонатные породы месторождений этой группы обычно более однообразны, чем первой.

Доминирующее значение среди них принадлежит известнякам; мергели имеют подчиненное значение и распространены преимущественно на Кавказе; фации мела отсутствуют.

Стратиграфическое положение горизонтов карбонатных пород, с которыми связаны месторождения второй группы, весьма разнообразно. В Забайкалье, например, известны месторождения известняков докембрийского возраста (Слюдянское, Тимлюйское); с кембрийскими отложениями связаны месторождения Таргашинское в Красноярской области и Спасское на Дальнем Востоке; силурийские известняки используются Невьянским цементным заводом на Урале. Девонские известняки разрабатываются Чернореченским и Яшкинским заводами в Новосибирской области и Пашийским заводом на Урале; к каменноугольной системе относятся известняки Сухоложского, Новотаубинского месторождений. В Башкирии для цементного производства разрабатываются пермские известняки, в Узбекской ССР известняки мелового возраста. К меловой системе относятся также месторождения мергелей, на которых работает группа Новороссийских цементных заводов.

Помимо древних карбонатных пород, в цементной промышленности используются четвертичные известняки, развитые в Армянской ССР (травертины), и известковые туфы Ленинградской обл.

Из глинистых пород в геосинклинальных зонах для цементного производства большое значение приобретают сланцы. Месторождения их разрабатываются в Западной Сибири, Казахстане, на Дальнем Востоке. В Забайкалье для этой цели применяются элювиально-делювиальные пылеватые глины. В южных районах Азии, так же как и в Европейской части СССР, для цемента используются лёссы и лёссовидные суглинки.

Из пуцолланических пород для цементной промышленности изучены многие месторождения меловых трепелов, четвертичные диатомиты, трассы и вулканические пеплы.

В результате геологических работ, проводившихся в течение трех последних десятилетий, подготовлена сырьевая база, обеспечивающая гигантское развитие цементной промышленности СССР на ближайшие пятилетия.

Месторождения цементного сырья выявлены в большинстве районов нашей страны, что позволило добиться равномерного географического размещения заводов. Исключение представляет область развития пермских отложений северо-востока Европейской части СССР и обширные слабоизученные пространства севера и северо-востока Азиатской части его. Выявление месторождений цементного сырья в этих регионах является одной из важнейших задач геологической службы СССР.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Эта группа полезных ископаемых включает пески, гравий, галечники, валуны и массивные горные породы, разрабатываемые на щебень, бут и штучный камень. Они используются для производства бетона и железобетона, для изготовления фильтров в гидротехническом строительстве, для балластировки железнодорожных путей и строительства шоссейных дорог. Пески также расходуются для приготовления растворов при кладке стен, в производстве кирпича и т. д.

До Октябрьской революции специальные поиски строительных материалов проводились только в связи со строительством железнодорожных магистралей. В остальных случаях использовались камень и песок любого качества, случайно обнаруженные вблизи места строительства.

Современная организация строительных работ, а также характер, объем и стоимость возводимых сооружений не допускают использования случайных материалов; для этого должны применяться горные породы, отвечающие определенным требованиям в отношении морозостойкости, наличия примесей и т. д.

Общая годовая потребность СССР в этих материалах сейчас составляет уже более 100 млн. $м^3$.

Строительные материалы нужны везде, но в отдельных районах потребность в них чрезвычайно велика. Достаточно указать, например, что при строительстве Куйбышевской ГЭС только для изготовления бетона и устройства фильтров потребовалось щебня, гравия, камня и песка около 18 млн. $м^3$, а при строительстве Сталинградской ГЭС —27 млн. $м^3$. Для каждого километра шоссейных и железных дорог расходуется 2—3 тыс. $м^3$ указанных материалов.

В настоящее время имеются уже тысячи выявленных и разведанных различных месторождений естественных строительных материалов. Наиболее крупные из них служат для централизованного снабжения целых районов. На базе таких месторождений в последние годы во всех частях СССР, в больших городах, на узловых станциях и непосредственно на крупных стройках создаются мощные предприятия по производству бетона и железобетона; эта новая область промышленности призвана сократить стоимость и повысить качество строительства.

Месторождения естественных строительных материалов весьма разнообразны как по характеру пород, так и по геологическим особенностям.

Строительные пески. Крупные залежи песков, применяемых в строительстве, известны среди четвертичных и более древних отложений. Пески последних отличаются обычно более высоким качеством.

Мощные скопления строительных песков нередко прекрасного качества связаны с морскими и озерными отложениями. Древние пески этого генезиса разрабатываются для строек Саратова, Куйбышева, Львова, Челябинска и т. д. Во многих районах используются пески современных морей и озер.

Менее постоянным составом характеризуются пески аллювиальные и флювиогляциальные. Первые наиболее распространены и широко используются в пределах средней полосы и на юге; в северных районах, особенно Европейской части СССР, большую роль играют флювиогляциальные пески.

Эоловые пески отличаются хорошей отсортированностью материала, но они обычно мелкозернисты и могут применяться только для строительных растворов. Пески остальных генетических типов (элювиальные, делювиальные, пролювиальные) — обычно характеризуются плохой сортировкой, глинистые и представляют собой плохой строительный материал. Они используются только в исключительных случаях.

Песчано-гравийно-галечный материал. Промышленные месторождения песчано-гравийно-галечного материала связаны почти исключительно с четвертичными образованиями. Продуктивными являются отложения морские, озерные, аллювиальные и ледниковые.

Месторождения песчано-гравийно-галечного материала морского и озерного происхождения известны в пределах побережий этих водоемов, примыкающих к горным хребтам или находящихся в районах ледниковой аккумуляции. Такие условия характерны для многих участков Крымского и Кавказского побережья Черного моря, Кольского залива Баренцова моря, побережья Онежского озера и т. д.

Наряду со строительными песками скопления песчано-гравийно-галечного материала среди аллювиальных отложений пользуются наиболее широким распространением как в Европейской, так и в Азиатской частях СССР. Крупнейшие месторождения этого типа разведаны в Белоруссии (Смарганьское, Свислочское); в Пермской обл. (Чусовское, Закамское); на Кавказе (Гулькевичское и Тюменьское), в Узбекской ССР (Куимокское и т. д.).

Месторождения песчано-гравийно-галечного материала, приуроченные к ледниковым отложениям, известны в областях древних и современных оледенений. Особенно крупных размеров они достигают в краевых зонах оледенений. Для отложений, связанных с ледником, характерны плохая отсортированность обломочного материала по крупности и значительное разнообразие их петрографического состава. Месторождения этого типа известны в северной и центральной частях территории СССР, а также на юге в высокогорных районах. К ним относятся месторождения Свирское и Семиозерское в Ленинградской обл., Академическое в Калининской обл. и т. д.

Строительный камень. В качестве строительного камня используются разнообразные массивные горные породы, из которых можно получать куски определенного размера и формы, обладающие достаточной прочностью и долговечностью.

Наиболее часто как строительный камень применяются из осадочных пород известняки и доломиты; из изверженных — граниты, сиениты, габбро, диабазы и базальты; из метаморфических — гнейсы, песчаники и кварциты, мраморы и т. п.

Известняки и доломиты, относящиеся к различным геохронологическим подразделениям, занимают в СССР огромные пространства. На Европейской части территории Советского Союза они разрабатываются как строительный камень в пределах Псковской обл. (Псковское место-

рождение), в Эстонии и Латвии (Харку, Ляеномяэ, Рану), в Поволжье (Жигули, Пугачев), в Пермской обл. (Утесовское) и т. д. В Азиатской части Советского Союза мощные толщи карбонатных пород и песчаников развиты в Центральном Казахстане, в Средней Азии, в пределах Сибирской платформы, на Дальнем Востоке.

Областями развития магматических и метаморфических пород, а вместе с тем и районами нахождения мощных месторождений прекрасного строительного камня являются: в Европейской части СССР — Кольский полуостров и Карелия, Центральная Украина, Урал, отчасти Кавказ и Карпаты; в Азиатской части — Центральный Казахстан, горные области Средней Азии, Алтае-Саянский регион, западная и юго-восточная области Сибирской платформы, Забайкалье, Дальний Восток, Камчатка и ряд районов Крайнего Севера.

В заключение следует отметить, что в результате выполненных за последние десятилетия геологических работ на многочисленных стройках в Советском Союзе используются преимущественно местные высококачественные естественные строительные (каменные) материалы. В дальнейшем эти работы должны развиваться в двух направлениях. Первой задачей являются поиски месторождений строительных материалов во вновь осваиваемых районах, особенно на востоке и севере СССР; второй — обобщение имеющегося опыта, сводка разрозненных данных по строительным материалам и выявление закономерностей их распространения и изменения качества. Такое обобщение позволит более быстро и с меньшей затратой труда и средств обеспечивать стройки необходимыми материалами.

ТВЕРДЫЕ ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

I. ИСКОПАЕМЫЕ УГЛИ

ОБЩИЙ ОБЗОР

После Октябрьской революции в различных регионах Советского Союза на площадях распространения угленосных отложений проведен большой объем геологических исследований и геологоразведочных работ и достигнуты весьма существенные научные и практические результаты.

В настоящее время на территории СССР известны угленосные отложения всех геологических систем, начиная с девона. Однако значения этих этапов угленакопления различны, что было установлено при подсчете запасов углей к XVII сессии Международного геологического конгресса (МГК), состоявшейся в 1937 г. Результаты подсчета геологических запасов углей СССР на 1 января 1955 г. еще более резко подчеркивают это различие. Так, девонское угленакопление ничтожно по своему масштабу. Оно отмечается в Кузнецком бассейне (Барзасское месторождение), Минусинском бассейне (Убрусское месторождение), в Притиманье (Волонгское месторождение), на периферии Подмосковного бассейна, в Западном Приуралье и Казахстане. Запасы девонских углей составляют около 0,001% общих запасов углей СССР.

В значительно больших масштабах проявилось нижнекарбоновое угленакопление. Угли этого возраста известны в Львовско-Волынском угленосном районе. Большие площади их разведаны в западном секторе Большого Донбасса. На востоке Русской платформы выявлена крупная Камская угленосная площадь. Встречены эти угли в Щугор-Вуктыльском районе Печорского бассейна. В настоящее время значительно расширены перспективы Подмосковного бассейна, многочисленных месторождений Казахстана (Карагандинский бассейн, месторождение Экибастуз и др.), а также месторождений западного и восточного склонов Урала (Кизеловское, Егоршинское и др.). Запасы нижнекарбоновых углей составляют около 1,9% общих запасов СССР.

Средне- и верхнекарбоновое угленакопление получило еще большее развитие. Одна из важнейших его зон расположена в Европейской части СССР и включает в себя Донецкий бассейн, границы которого уже расширены в западном, северном и восточном направлениях, новый Львовско-Волынский угленосный район и группу месторождений Северного Кавказа. В последнее время выделена вторая зона средне- и верхнекарбонового угленакопления, западная граница которой намечается угленосными площадями на северо-востоке Казахстана и Таймырским бассейном; в восточном направлении она прослеживается в пределы Кузнецкого (нижняя балахонская свита) и Тунгусского бассейнов. Запасы углей этого этапа угленакопления составляют 5,9%, а запасы в целом карбоновых углей —7,8% общих запасов углей СССР.

Пермское угленакопление является одним из крупнейших. Площади его распространения несколько смещены на восток относительно площа-

дей карбонового угленакопления. Так, наиболее западными площадями пермского угленакопления являются Печорский бассейн и Уфимская группа месторождений (Альшеевское и др.). Восточнее оно известно в Таймырском бассейне, Восточно-Казахстанской группе месторождений (Кендерлык и др.), Горловском, Кузнецком и Минусинском бассейнах, Приалтайской группе месторождений и Тунгусском бассейне. Запасы пермских углей составляют около 37,4% общих запасов СССР.

Нижнемезозойское угленакопление (триас — средняя юра) по удельному весу запасов в полтора раза менее пермского, но почти в три раза больше карбонового. Площади распространения этих углей прослеживаются из Крыма, через Закавказье и Северный Кавказ, в Туркменскую, Узбекскую, Таджикскую, Киргизскую и Казахскую ССР, на восточный склон Среднего и Южного Урала, в Кузнецкий, Канско-Ачинский, Улухемский и Иркутский бассейны и Южно-Якутскую угленосную площадь. За истекшие сорок лет значительно расширены перспективы ранее известных месторождений нижнемезозойских углей и открыто много новых бассейнов и месторождений (Тургайский, Восточно-Ферганский, Улухемский бассейны, Южно-Якутская угленосная площадь и др.). Запасы углей этого возраста составляют около 24,3% общих запасов СССР.

К верхнемезозойскому угленакоплению отнесены верхнеюрские и меловые угли, а также угли, возраст которых условно принимается верхнеюрским — нижнемеловым. Наиболее западные площади развития этих углей — Притиманская группа месторождений и Северо-Сосьвинский угленосный район. Восточнее они известны на о. Врангеля, в Усть-Енисейском угленосном районе (Усть-Порт), Хатангской депрессии и Ленском бассейне, затем в Индигирско-Колымском районе и на Чукотском полуострове. К востоку от оз. Байкал меловые угленосные отложения встречаются в Забайкалье, на Дальнем Востоке и на Сахалине.

Площади распространения верхнеюрского — мелового угленакопления в большинстве случаев являются вновь открытыми; значительно расширены перспективы немногочисленных ранее известных месторождений (месторождения Забайкальской группы, Сучан и др.).

Верхнемезозойское угленакопление на территории СССР является более мощным, чем нижнемезозойское. Запасы верхнеюрских и меловых углей составляют 29,5% общих запасов СССР. Несмотря на огромный рост запасов углей, связанных с этим этапом угленакопления, он остается наиболее перспективным.

Площади третичного угленакопления известны в Закарпатье, Днестровском бассейне, на многочисленных месторождениях Днепровского бассейна, на северной окраине Донбасса, в Закавказье, в пределах Северо-Кавказской группы месторождений и в Южно-Уральском бассейне (Башкирская АССР и Оренбургская обл.).

Они установлены также на Жиланчикской площади в Тургайском прогибе, в Кош-Агачской и Томско-Васюганской группах месторождений Западной Сибири, в восточной части Иркутского бассейна и в Ленском бассейне (в нижнем течении р. Алдан). Более широко третичное угленакопление проявилось на Дальнем Востоке, Сахалине, Северо-Востоке и на Камчатке. Запасы этих углей составляют около 1,5% общих запасов СССР.

Детальный анализ распределения запасов углей отдельных систем (от карбона до третичной включительно) на территории СССР подтверждает наметившееся в результате подсчетов 1936 г. перемещение во времени главнейших областей угленакопления с запада на восток, что соответствует происшедшему за это время перераспределению геосинклиналей и платформ.

Как видно из приведенных данных, главнейшим этапом угленакопления является мезозойский: запасы углей этого возраста составляют около

53% общих запасов углей СССР. Значение пермского этапа, занимавшего первое место в подсчетах 1936 г., резко снизилось (с 56,9 до 37,4%).

В 1957 г. Междуведомственной комиссией были подведены итоги огромной работы по подсчету геологических запасов углей СССР на 1 января 1955 г., выполненной различными геологическими организациями. Материалы последних использованы при составлении очерков отдельных угольных бассейнов, районов и месторождений. Запасы были подсчитаны в пластах каменных углей мощностью от 0,40 *м* и более и бурых — от 0,50 *м* и более. Исключение сделано для Донецкого бассейна, в котором дополнительно подсчитывались запасы каменных углей в пластах мощностью от 0,30 до 0,40 *м*. Подсчет запасов проведен в большинстве случаев до глубины 1800 *м*, в соответствии с нормами, установленными для подсчета к XII сессии МГК, с подразделением по интервалам глубин 0—600, 600—1200 и 1200—1800 *м*. В ряде случаев подсчет ограничивался меньшими глубинами, определяемыми или фациальной обстановкой угленакопления или структурой бассейнов.

Учитывая, что в значительной части бассейнов и месторождений эксплуатационные работы еще длительное время не выйдут за пределы глубины 300 *м*, при подсчете запасов был выделен дополнительный интервал 0—300 *м*. Общие геологические запасы углей СССР на 1 января 1955 г. составляют 8670 млрд. *т*: в том числе действительные — 241 млрд. *т*, или 2,78% и вероятные — 942 млрд. *т*, или 10,86%. Распределение запасов по зонам глубин в процентах от общих запасов следующее: от 0 до 300 *м* — 27,1%, от 300 до 600 *м* — 20,6%, от 600 до 1200 *м* — 32,7% и от 1200 до 1800 *м* — 19,6%. Таким образом, запасы углей до глубины 600 *м* составляют 47,7% общих запасов.

Различия в исходном растительном материале даже одного этапа угленакопления и в процессах превращения его в уголь обусловили большое разнообразие в угольных бассейнах и месторождениях СССР петрографических типов углей.

Присутствие угленосных отложений в регионах, имевших различную историю геологического развития, обусловили все многообразие геотектонических обстановок их формирования. Поэтому в угольных бассейнах и месторождениях СССР встречается вся гамма углей — от землистых бурых до графитизированных антрацитов. Второй особенностью угольных ресурсов СССР является резкое преобладание каменных разностей, составляющих 65,2% общих запасов СССР. В связи с недостаточной изученностью качества каменных углей ряда недавно открытых бассейнов и месторождений, особенно северных и северо-восточных (Таймырский, Зырянский бассейны и др.), оказалось невозможным распределить их запасы по отдельным промышленным маркам. В связи с этим по степени метаморфизма выделены четыре группы каменных углей: 1) длиннопламенные (Д), 2) газовые (Г); 3) сумма паровично-жирных, коксовых и паровично-спекающихся (ПЖ+К+ПС); 4) сумма тощих и антрацитов (Т + А).

Распределение запасов каменных углей по группам метаморфизма применительно к донецкой марочной классификации приведено в табл. 2.

Таблица 2

	Всего каменных углей	В том числе по группам метаморфизма			
		Д+ДБ	Г	ПЖ+К+ПС	Т+А
В млрд. *т*	5656	1804	819	1953	1080
В %	100	31,90	14,50	34,50	19,10

Необходимо иметь в виду, что в группу метаморфизма ПЖ+К+ПС входят также и угли, не пригодные для коксования или вследствие

своего петрографического состава (часть углей Кузнецкого бассейна) или вследствие высокой зольности и сернистости при трудной обогатимости (часть углей Печорского, Карагандинского и Буреинского бассейнов).

Угли марок ПЖ, К и ПС эксплуатируются в Донецком, Кузнецком, Карагандинском и Печорском бассейнах, а также Сучанском, Кизеловском районах и др. Они содержатся в открытых за последние годы и еще неразрабатываемых Таймырском, Тунгусском, Зырянском и Восточно-Ферганском (Узгенском) бассейнах, Южно-Якутской угленосной площади и ряде других месторождений, где их запасы составляют около 1518 млрд. *т* или 77,9% от общих установленных запасов спекающихся углей. Первое место по запасам углей группы метаморфизма ПЖ+К+ПС принадлежит Тунгусскому бассейну, второе — Таймырскому.

В табл. 3 приведены запасы углей крупнейших бассейнов СССР, по данным подсчета на 1 января 1955 г.

Таблица 3

Угольный бассейн	Запасы углей	
	млрд. *т*	% к общим запасам СССР
Ленский	2 647	30,5
Тунгусский	1 745	20,1
Канско-Ачинский	1 220	14,1
Кузнецкий	905	10,5
Таймырский	583	6,7
Печорский	344	4,0
Донецкий	240	2,8
Всего	7 684	88,7

Запасы углей по главнейшим регионам СССР распределяются следующим образом в порядке убывания: 1) Красноярский край и Якутская АССР (севернее 60° с. ш.) 4800 млрд. *т*, или 55,5% общих запасов; 2) Западная и Восточная Сибирь 2729 млрд. *т*, или 31,4%; 3) Европейская часть СССР, Кавказ и Урал 656 млрд. *т*, или 7,6%; 4) Северо-Восток 240 млрд. *т*, или 2,8%; 5) Казахстан 140 млрд. *т*, или 1,6%; 6) Забайкалье и Дальний Восток (южнее 60° с. ш.) 64 млрд. *т*, или 0,7%; республики Средней Азии 40 млрд. *т*, или 0,4%.

Из приведенных данных видно, как неизмеримо возросли угольные ресурсы СССР в течение прошедшего сорокалетия, если учесть, что в 1913 г. запасы углей России, подсчитанные к XII сессии МГК, были оценены в 231 млрд. *т*, что составило 3,2% мировых запасов и определило пятое место России. Однако, подсчет геологических запасов углей к XVII сессии МГК показал, что небольшая величина запасов, подсчитанных в 1913 г., объясняется не бедностью СССР ископаемыми углями, а ничтожным вниманием, которое уделялось изучению минеральных ресурсов страны в дореволюционной России. В результате большого объема геологосъемочных и геологоразведочных работ, выполненных после Октябрьской революции, общие геологические запасы углей СССР в 1937 г. составили 1654 млрд. *т*, т. е. около 21% мировых запасов и определили его второе место после США. Действительные запасы были определены в 131,3 млрд. *т*, а вероятные — 294,6 млрд. *т*. Запасы каменных углей составили 87,2% общих запасов.

В результате дальнейших работ, проводившихся с 1937 г. по настоящее время во все возрастающих масштабах, общие геологические за-

пасы углей СССР достигли 8670 млрд. *т*, т. е. увеличились в 5,2 раза; действительные запасы возросли в 1,8 раза и вероятные в 3,2 раза по сравнению с данными 1937 г. Как известно, общие мировые запасы угля в 1937 г. составляли 8000 млрд. *т*. По имеющимся сведениям, запасы углей зарубежных стран существенно не изменились и, следовательно, общие мировые запасы угля в настоящее время могут быть приняты равными 15 000 млдр. *т*. Таким образом, запасы угля Советского Союза составляют около 57% общих мировых запасов, что выдвигает его по запасам угля на первое место.

До настоящего времени крупнейшим угольным бассейном мира считался Аппалачский, запасы которого, сосредоточенные в основном до глубины 900 *м*, оценивались в 510 млрд. *т*. Из приведенной характеристики запасов крупнейших бассейнов СССР вытекает, что пять из них, а именно: Ленский, Тунгусский, Канско-Ачинский, Кузнецкий и Таймырский могут оказаться крупнейшими бассейнами земного шара.

В проведенном подсчете запасов углей не получили оценки многочисленные перспективные площади Северо-Востока, Казахстана, Западной Сибири, Средней Азии и ряда других районов вследствие отсутствия данных об их угленосности. В ряде случаев, в связи с ограниченностью сведений о характеристике угленасыщенности, были резко уменьшены или принятые к подсчету площади, или степень угленасыщенности разреза (например, Ленский, Тунгусский, Таймырский и Зырянский бассейны и др.). Все это создает уверенность, что приведенная величина общих геологических запасов углей далеко не исчерпывает всех угольных ресурсов СССР.

ЕВРОПЕЙСКАЯ ЧАСТЬ СССР

ДОНЕЦКИЙ БАССЕЙН

Донецкий бассейн в его современных границах является вторым по запасам каменноугольным бассейном Европейской части СССР и занимает площадь более 60 000 *км*² в пределах Украинской ССР и Ростовской области РСФСР. Крупнейший район добычи высококачественных коксующихся углей. Примерно 60% всего металлургического кокса в СССР вырабатывается из донецких углей.

В геологическом строении территории Донецкого бассейна принимает участие сложный комплекс осадочных образований докембрийского, палеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов, а также разнообразные изверженные породы докембрия, девона и карбона.

Угленосные отложения относятся к карбону, представленному нижним, средним и верхним его отделами.

Выходы каменноугольных отложений на поверхности Донецкого бассейна прослеживаются в основном на площади старого открытого Донбасса, в его западной, центральной и восточной частях, причем наибольшая обнаженность наблюдается в центральной части бассейна. В окраинных частях бассейна каменноугольные отложения залегают под толщей мезо-кайнозоя. Так, нижнекаменноугольные отложения в западной части бассейна, покрытые толщей мезо-кайнозоя, залегают на глубине 100—150 *м*. Угленосные отложения среднего карбона у северной границы бассейна, залегающие под меловыми и триасовыми отложениями, вскрыты на глубине 700—800 *м*. В Луганской обл. каменноугольные отложения залегают на глубине 200—250 *м*, а в Каменском р-не на глубине 100—200 *м*, будучи перекрыты толщей мела.

Общая мощность каменноугольных отложений Донецкого бассейна непостоянна и изменяется от 2 *км* на западной и северной окраинах до 18 *км* на юго-востоке. Мощность продуктивной толщи среднего карбона изменяется от 1480 *м* в юго-западных и северо-западных районах

(Кураховка, Лисичанск) до 4700 *м* на востоке (Горная, Садки); мощность продуктивной толщи нижнего карбона — от 450 *м* на западе (Ново-Московский район) до 650 *м* на востоке (Великоанадольский район) площади ее распространения.

В тектоническом отношении бассейн представляет собою многофазное складчатое сооружение, осложненное многочисленными разрывами и особенно в районах северной и южной его границ. Главным структурным элементом карбона здесь является Главный антиклинал, к северу и к югу от которого простираются крупные синклинальные и антиклинальные складки. Складки Донецкого бассейна вытянуты в северо-западном — юго-восточном направлении.

Промышленная угленосность Донецкого бассейна в основном связана с отложениями среднего карбона, запасы углей в которых составляют 88% от общих запасов бассейна. Угли нижнего карбона, установленные за последние годы, составляют около 11% запасов и незначительные запасы (до 1%) составляют угли верхнего карбона. В отложениях нижнего карбона угольные пласты встречаются в верхней части визейского яруса, где содержится до тридцати угольных пластов рабочей мощностью от 0,45 *м* и более.

В среднем карбоне угленосными являются отложения башкирского и московского ярусов, где встречено до шестидесяти восьми рабочих угольных пластов. В отложениях башкирского яруса наибольшая угленосность сосредоточена в свите C_2^3, а в отложениях московского яруса в свитах C_2^5, C_2^6 и C_2^7. В отложениях верхнего карбона встречено семь угольных пластов рабочей мощности.

Рабочая мощность угольных пластов Донецкого бассейна колеблется от 0,40 до 1,3 *м*, редко достигает 1,5 *м* и только в единичных случаях — 2,5 *м*. Встречаются пласты углей как простого, так и сложного строения. Угли отличаются большим разнообразием, они представлены всеми марками от длиннопламенных до антрацитов включительно. На западной и северной окраинах бассейна имеются разности переходные от бурых к длиннопламенным (марка ДБ).

Угли среднего карбона среднезольные (содержание золы — 7—15% на сухое топливо) в основном среднесернистые (1,5—2,5% серы) и с повышенным содержанием серы (2,5—3,5%); встречаются также многосернистые угли (более 3,5% серы), особенно в северных районах бассейна. Выход первичной смолы достигает 8—18%. Угли нижнего карбона относятся главным образом к среднезольным (10—12% золы) и малосернистым (менее 1,5% серы). Выход первичной смолы составляет до 13—24%. Содержание фосфора во всех углях незначительное (0,001—0,01%). Среднее значение теплотворной способности на горючую массу для различных марок колеблется от 7900 до 8600 *кал*.

Донецкий бассейн относится к числу детально изученных; здесь было произведено семь подсчетов запасов угля. В 1869 г. запасы бассейна были определены в 1,765 млрд. *т*. В 1912 г., к XII сессии МГК в Канаде, был произведен подсчет запасов угля до глубины 1800 *м* от дневной поверхности при мощности пласта более 0,30 *м;* по этому подсчету запасы угля составили 55,613 млрд. *т*. В 1936 г. подсчитанные к XVII сессии МГК запасы при глубине 1690 *м* от дневной поверхности и тех же кондициях составили 88,872 млрд. *т*; из них: действительные — 24,971 млрд. *т*, вероятные—31,440 млрд. *т* и возможные—32,460 млрд. *т*. В этот подсчет были включены некоторые новые разведанные угленосные площади на севере и востоке Донецкого бассейна. Последний подсчет запасов угля произведен до глубины 1800 *м* от поверхности в пластах мощностью от 0,30 *м* и более. К забалансовым отнесены запасы угля в пластах мощностью 0,30—0,45 *м*; к балансовым — мощностью 0,45 *м* и более. Общие запасы угля Донецкого бассейна составляют 240,6 млрд. *т*, в том числе балансовые — 190 млрд. *т*.

Распределение запасов углей Донецкого бассейна по степени достоверности и зонам глубин приведено в табл. 4 (в млрд. *т*).

Таблица 4

Запасы	По степени достоверности			По зонам глубин			
	действительные	вероятные	возможные	0—300 *м*	300—600 *м*	600—1200 *м*	1200—1800 *м*
Общие . .	57,2	79,5	103,9	28,4	50,1	96,4	65,7
В том числе балансовые . . .	50,3	63,5	76,2	22,2	39,0	77,6	51,2

Угли марок А+Т составляют 34,5% от общих запасов углей, газовые угли — 28,7%, угли длиннопламенные и переходные к бурым — 23,6%; наиболее ценные коксующиеся угли марок ПС+К+ПЖ — 13,2%.

Значительное увеличение запасов углей (на 151,7 млрд. *т*) по сравнению с подсчетом 1937 г. произошло в основном вследствие открытия новых угленосных площадей, а также за счет вновь установленных пластов угля и увеличения глубины подсчета запасов на 110 *м* (до абс. глубины 1600 *м*, вместо прежней 1490 *м*). Основными районами, за счет которых получена преобладающая часть прироста запасов угля (до 102 млрд. *т*), являются: Приднепровский на западе Донецкого бассейна, новые угленосные площади к северу от границы открытой части бассейна и новые площади в восточном его секторе.

В частности, в Приднепровском и прилегающих к нему районах открыты и разведаны крупные угленосные площади, где в угленосных отложениях нижнего карбона установлено присутствие до тридцати угольных пластов мощностью от 0,4 до 1,8 *м*. Угли относятся к маркам Г, Д и ДБ. Они главным образом газовые спекающиеся, отличаются хорошим качеством и содержат незначительное количество золы и серы.

По северной окраине Донецкого бассейна в Ново-Астраханском, Миллеровском и других районах установлена угленосность на значительных площадях, где присутствуют угли марок Г, Д и ДБ. В восточном секторе Большого Донбасса открыты новые угленосные площади в Каменском р-не, где на Тацинском месторождении выявлены коксующиеся угли.

ЛЬВОВСКО-ВОЛЫНСКИЙ РАЙОН

Львовско-Волынский район относится к числу новых. Он расположен на северо-западе УССР, в верхней части бассейна р. Западный Буг. В пределах его выделяются пять месторождений: Волынское, Забугское, Межреченское, Сокальское и Тягловское, образующих единую угленосную площадь, и Бугское месторождение, изолированное от основной площади.

В геологическом строении Львовско-Волынского района принимает участие комплекс отложений от докембрия до четвертичных. Угленосными являются нижний и средний отделы каменноугольной системы, распространенные на обширной площади. Мощность этих образований возрастает с востока на запад от 100 до 1000 *м*. В тектоническом отношении этот район представляет собою южную часть Львовско-Брестской впадины, ограниченной на востоке Волынско-Подольской плитой, а на западе — Келецко-Сандомирским кряжем. Толща каменноугольных отложений в пределах впадины имеет общее западное падение под углами до 5°. Залегание осложнено дополнительными пологими складками и немногочисленными сбросами небольшой амплитуды. Месторождения

характеризуются весьма тяжелыми условиями эксплуатации; в отложениях, покрывающих угленосную толщу, имеются мощные водоносные горизонты, которые в значительной степени затрудняют проходку шахтных стволов.

К толще каменноугольных отложений приурочено до пятидесяти двух пластов и прослойков угля, из которых семнадцать являются рабочими, причем на отдельных месторождениях их число колеблется от одного (Бугское месторождение) до одиннадцати (Волынское месторождение).

Мощность пластов колеблется от 0,5 до 2 *м*. Строение их также непостоянно.

Из семнадцати рабочих угольных пластов два залегают в отложениях визейского яруса, одиннадцать в отложениях намюрского яруса и четыре в отложениях вестфальского яруса. По качеству угли района являются в основном переходными от длиннопламенных к газовым и газовыми за исключением пласта Бугского месторождения, где они паровично-жирные. Запасы угля 1,75 млрд. *т*.

ПОДМОСКОВНЫЙ БАССЕЙН

Этот бассейн по времени открытия (первая четверть XVIII в.) и освоения (середина XIX в.) относится к числу старейших угольных бассейнов нашей страны. Однако он является одним из бассейнов, промышленное освоение которых было осуществлено лишь при Советской власти. Ниже сопоставляется добыча подмосковных углей до Октябрьской революции и после нее.

Годы	Добыча в млн. *т*
1860	0,01
1913	0,30
1917	0,74
1940	9,90
1945	20,00
1955	39,50

Приведенные данные показывают, что угольная промышленность Подмосковья получила настоящее развитие лишь в годы первых пятилеток, особенно в конце Великой Отечественной войны и после нее. То же самое следует сказать и в отношении геологоразведочных работ на территории бассейна. Например, суммарные разведанные запасы по западному крылу Подмосковного бассейна до Октябрьской революции исчислялись в 1—2 млн. *т*, в то время как в настоящее время они составляют более 1000 млн. *т*. Вследствие исключительно благоприятного географического положения этот бассейн, служащий основной энергетической базой для мощной индустрии Московского и соседних с ними экономических районов, имеет перспективы и для дальнейшего развития.

Площадь Подмосковного бассейна очень велика. Она составляет более 100 тыс. *км*^{2}, если принять в качестве восточной и северной границ бассейна изоглубину кровли продуктивной толщи 200 *м* (Старица — Лопасня, Коломна—Рязань), как это сделано при последнем подсчете запасов углей СССР. Внешний контур бассейна (эрозионный), где угленосная толща выходит на дневную поверхность или залегает непосредственно под четвертичным покровом, определяется положением следующих городов: Боровичи, Осташков, Андреаполь, Нелидово, Дорогобуж, Рославль, Жиздра, Ефремов и Моршанск. В геологическом разрезе бассейна угли встречаются на различных стратиграфических горизонтах, а именно: в малевском горизонте турнейского яруса, в сталиногорском, тульском, алексинском и михайловском горизонтах визейского яруса и, наконец, в бат-келловейской толще. Однако основные его угольные ресурсы связаны со сталиногорскими отложениями. Некоторый промышленный

интерес представляют угли тульского горизонта, отчасти — пресноводно-континентальной юрской толщи Отложения сталиногорского и тульского горизонтов (объединяемые под названием угленосной толщи или ясно-полянского подъяруса), представленные рыхлыми породами (разнообразными глинами, алевритами и песками) и в значительно меньшей части плотными породами (известняками, песчаниками и углями), в генетическом отношении неоднородны. Среди них преобладают прибрежно-континентальные и прибрежно-морские осадки, с которыми связаны залежи углей, значительна роль озерных и морских мелководных образований и наименее развиты аллювиальные, преимущественно песчаные накопления. В последние годы все больше укрепляется взгляд, что этот бассейн паралический, развивавшийся на давно консолидировавшемся платформенном основании, испытывавшем в процессе накопления угленосной толщи лишь слабые волнообразные движения.

Угольные залежи сталиногорского и тульского возрастов, как показали работы С. Н. Наумовой, И. Э. Вальц и др., сложены многочисленными (до 20) петрографическими разновидностями, переслаивающимися и фациально замещающими друг друга. Эти разновидности, группируясь, образуют: фито-сапропелиты (богхеды), гумито-сапропелиты (кеннельбогхеды и кеннели), гумиты (дюреновые, кларен-дюреновые, клареновые и др.) и липтобиолиты (кутикуловые и споровые). Последние встречаются крайне редко в виде линзовидных включений. Р. М. Пистрак, В. С. Яблоков и А. М. Шахов выделяют в южном крыле Подмосковного бассейна три типа строения угольных пластов: щекинский — переслаивание довольно толстых пачек гумусовых и сапропелевых углей, что указывает на неоднократную смену болотных условий озерными (часть месторождений Сталиногорско-Донского района); оболенский — вклинивание мощной (до 2 *м*) пачки сапропелевых и гумусово-сапропелевых углей в комплекс гумусовых углей; болоховский — чередование многих разновидностей гумусовых углей при отсутствии сапропелевых.

Парагенетически тесно связаны с углями высокоогнеупорные пресноводные каолинитовые глины («сухари» и «мыленки»), нередко с избыточным содержанием глинозема, представляющие самостоятельное промышленное значение. Мощность угленосной толщи в Подмосковном бассейне и число заключенных в ней рабочих угольных пластов невелики. Первая составляет от 20 до 130 *м* (в среднем 30—50 *м*) и зависит от степени неровности поверхности доугленосного ложа и в значительно меньшей мере от условности проведения верхней границы толщи. Число угольных пластов рабочей мощности в вертикальном разрезе толщи обычно 1—2 и, редко, 4—5 *м*. Строение их чаще сложное, мощность колеблется от 1,0 до 9—12 *м*, в среднем она 1,75—2,0 *м*. Размеры угольных залежей весьма различные: от мелких линз площадью 0,5—1 $км^2$ до крупных пластообразных тел, занимающих площадь 50—100 $км^2$.

Большинство исследователей Подмосковного бассейна считает, что характер его угленосности закономерно связан с рельефом поверхности турнейского и девонского ложа, на котором покоится продуктивная толща визе. Некоторые авторы (А. Э. Ульмер, К. Ю. Волков и др.) полагают, что углепроявление промышленного типа приурочено главным образом к склонам поднятий и впадин современной поверхности доугленосного фундамента, выраженной в абсолютных отметках. Другие же (В. А. Котлуков и А. С. Корженевская) выделяют несколько зон с различной угленосностью путем реконструкции палеорельефа фундамента к началу сталиногорского времени и наложения на него фактических данных об углепроявлении и фациальных типах осадков продуктивной толщи. Особенно заметно влияние палеорельефа на состав, угленосность и строение сталиногорского горизонта.

Генетические особенности, внутриформационные размывы, а в краевой зоне бассейна — наличие широко разветвленной и глубокой доюр-

ской, плиоценовой, древнечетвертичной и современной сети погребенных и открытых долин, определяют типичный для данного бассейна причудливый и прерывистый характер залегания угольных тел.

Условия эксплуатации подмосковных углей в различных частях бассейна неодинаковы и в значительной мере связаны с глубиною залегания пластов от дневной поверхности. В краевой части бассейна (в западном крыле у западной границы, а в южном крыле у южной), где угленосная толща вскрыта речными долинами или залегает на глубине 25—30 *м*, местами угольные залежи доступны для открытых и штольневых работ, а также для мелких шахт с малыми водоотливными средствами (Шереховичи, Боровичи, окрестности г. Тулы и др.). В связи с общим наклоном Московской синеклизы от бортов к центру, составляющим 1—3 *м* на 1 *км* по падению, глубина залегания угленосной толщи на основной площади бассейна, к которой приурочены все разрабатываемые ныне месторождения, постепенно возрастает до 100 *м*. На общем фоне этого очень пологого падения слоев наблюдаются локальные поднятия с амплитудой 30—50 *м* и, редко, до 80 *м*. В зависимости от местных структурных особенностей, глубины вреза речных долин и наличия в разрезе месторождений большей или меньшей толщи хорошо фильтрующих пород (закарстованные известняки или пески и алевролиты), в пределах второй зоны глубины залегания подмосковных углей (от 30 до 100 *м*) выделяются малообводненные, обводненные и сильно обводненные месторождения. К числу последних с напором подземных вод на горизонте рабочих пластов углей до 5—8 *атм* и притоками в шахты, достигающими 800—1000 и даже 2000 $м^3/час$, относятся Селищенское, Нелидовское, Сафоновское месторождения и др. в западном крыле бассейна и Всходское, Ломинцевское, Поплевинское и др. — в южном. Эти месторождения долгое время из-за трудных гидрогеологических условий не могли успешно разрабатываться и только в самые последние годы началась нормальная эксплуатация некоторых из них. Так, шахты, действующие на Нелидовском и Сафоновском (Дорогобужском) месторождениях, дают сейчас суммарную годовую добычу 1,7 млн. *т*.

Перспективы освоения третьей по глубине залегания (от 100 до 200 *м*) углей зоны бассейна ввиду ее еще более сильной обводненности, неблагоприятны. В ближайшее десятилетие вряд ли можно ожидать развития здесь шахтного строительства. Между тем, как будет видно из приведенных ниже данных, половина общих геологических запасов углей бассейна находится в этой зоне.

По качеству подмосковные угли относятся к низкосортному топливу. Однако они широко используются в качестве энергетического топлива в центральных промышленных областях страны. Больше всего они потребляются электростанциями и железнодорожным транспортом и являются сырьем для газовой и химической промышленности. В. С. Огарковым в самое последнее время предложена промышленная классификация подмосковных углей, в несколько видоизмененном виде представленная на табл. 5.

Таблица 5

Угли	Средние показатели технического анализа			
	$W^л$	A^c	V^r	$Q^r_б$
Сапропелевые	6,4—9,0	5,0—19,0	65,1—78,6	9210—8560
Гумусовые	26,0—12,4	9,8—45,1	41,0—52,6	7200—6100

Общие запасы подмосковных углей подсчитывались неоднократно. В 1937 г. они составляли 12 400 млн. *т*, из них: действительные — 1461 млн. *т*, вероятные — 2939 млн. *т* и возможные — 8000 млн. *т*. По

последнему подсчету, запасы углей этого бассейна составили 24 315 млн. *т*. Распределение этих запасов по степени достоверности, глубине залегания углей и по возрасту представлено соответственно на табл. 6 и 7 (в млн. *т*)

Таблица 6

	Глубина подсчета	Всего	В том числе по степени достоверности		
			действительные	вероятные	возможные
Западное крыло	0—100 *м*	2 626	900	551	1 175
Южное крыло	0—100 *м*	9 845	6 064	1 297	2 484
По всему Подмосковному бассейну . .	0—200 *м*	24 315	8 887	5 323	10 105

Таблица 7

Возраст углей	Запасы, млн. *т*	% к общему количеству запасов
C_1 v *sl*	23 213	95,4
C_1 v *t*	1 069	4,5
C_1 v *al*	29,4	0,1
J_{2-3}	3,9	
Всего	24 315	100

КАМСКИЙ БАССЕЙН

По времени открытия (1953—1955 гг.) этот нижнекарбоновый бассейн является самым молодым в Советском Союзе. Первые сведения об обнаружении единичными глубокими нефтепоисковыми скважинами мощных угольных пластов в нижнем карбоне Татарии были сообщены в 1954 г. сотрудником Казанского филиала Академии наук СССР А. П. Блудоровым. Позднее, в конце 1955 г. и в 1956 г., в результате тщательного изучения и анализа многочисленных (600) разрезов роторных скважин, пробуренных различными организациями, производящими нефтепоисковые работы, была выделена (В. А. Котлуков, Н. Б. Дортман и А. С. Корженевская) крупная угленосная площадь (40 000 *км*^{2}), названная Камским бассейном. Границы последнего в настоящее время определились лишь в северо-западной и юго-восточной его частях. На всем остальном протяжении они условны и могут быть грубо намечены местоположением следующих городов и населенных пунктов: Казань, Ижевск, Куеда, Бирск, Азнакаево и Чистополь.

Этот новый бассейн почти совершенно не изучен. Бурение первых девяти структурно-поисковых скважин на уголь Волжской экспедицией Министерства геологии и охраны недр СССР еще не закончено.

Географическое положение и экономические условия Камского бассейна благоприятны. В его пределы входят вся северная половина Татарской АССР, юг Удмуртии и северо-запад Башкирской АССР. Площадь бассейна прорезана р. Камой и ее крупнейшими притоками рр. Белой и Вяткой. На севере бассейна проходит железнодорожная магистраль Москва — Свердловск.

Населенные пункты, промышленность и транспорт Татарской, Удмуртской и Башкирской автономных республик, а также прилегающих областей являются потребителями больших количеств (несколько миллионов тонн) дальнепривозного дорогостоящего кузнецкого и карагандинского углей. Это обстоятельство выдвигает вопросы изучения и освоения камских углей в ряд немаловажных задач дальнейшего развития энергетической базы в Европейской части СССР.

По возрасту угленосная толща Камского бассейна относится к тульскому и сталиногорскому горизонтам визейского яруса нижнего карбона. Так же как и в Подмосковном бассейне, средние и мощные пласты угля приурочены здесь к нижнему сталиногорскому горизонту. Мощность последнего подвержена значительным колебаниям (от 0 до 150 *м*). Максимальные мощности сталиногорских слоев приурочены к зоне так называемого Камско-Кинельского прогиба, пересекающего всю площадь бассейна с юго-запада на северо-восток.

Количество угольных пластов в разрезе угленосной толщи достигает шести, причем их число больше там, где мощность толщи увеличена. Углям сопутствуют углистые «сланцы» и аргиллиты, часто огнеупорные. Породы, разделяющие угольные комплексы, представлены алевролитами и песчаниками. Известняки в виде нескольких тонких слоев присутствуют в верхней (тульской) части разреза терригенной толщи.

Мощность углей местами весьма значительна. Так, в районах Сулеева, Ново-Ибрайкино, Алнашей и Вятского отдельные скважины пересекли сложнопостроенные пласты угля мощностью 10—15 *м*. Обычно же мощность угольных пластов измеряется 2—3 *м*. Есть и тонкие пласты от 0,5 до 1 *м*. В настоящее время примерно в 20 нефтепоисковых скважинах наличие угольных пластов рабочей мощности документировано керном. В разрезах 268 скважин с очень малым выходом керна наличие угольных пластов установлено при анализе каротажных диаграмм. По 295 скважинам геофизические данные являются в отношении углей отрицательными. Основываясь на этих данных, а также на данных литологического изучения керна многих скважин, представилось возможным определить грубые контуры бассейна, наметить площади, наиболее благоприятные по мощности углепроявления, и подсчитать возможные (категория C_3) запасы. Последние, оказавшиеся весьма внушительными (30 млрд. *т*), утверждены Междуведомственной комиссией по подсчету запасов углей СССР.

По качеству угли Камского бассейна в главной своей массе относятся к группе каменных наиболее низкой степени углефикации (марка Д). Есть здесь также и угли переходные от бурых к каменным. Для них характерно значительное содержание золы (в среднем 25%) и серы (3—4%). По петрографическому составу среди камских углей преобладают гумусовые дюреновые матовые и полуматовые разновидности; значительно меньше углей гумусовых клареновых полублестящих и блестящих.

Исходя из внешнего вида, а также данных немногочисленных анализов и петрографического состава углей, они могут быть использованы как кусковое топливо и для целей газификации.

На пути промышленного освоения Камского бассейна стоит не мало трудностей. Угленосная толща залегает здесь повсюду на очень большой глубине. В настоящее время нет ни одной скважины, встретившей уголь в нижнем карбоне на глубинах менее 900 *м* от поверхности. Наиболее глубокое (1300—1400 *м*) залегание пластов отмечено в восточной части бассейна. Повсеместное почти горизонтальное, местами пологоволнистое залегание пород не дает надежд на нахождение каких-либо участков неглубокого залегания угленосной толщи. В пределах крупных положительных структур Татарского и Камско-Глазовского сводов максимальные абсолютные отметки кровли угленосной толщи —850 и 900 *м*. В об-

ласти Токмовского свода, расположенного к западу от Камского бассейна, кровля терригенной толщи нижнего карбона находится значительно ближе к поверхности (Порецкое —672 *м* и Балахониха — 355 *м*), но сталиногорский горизонт здесь отсутствует, а тульский горизонт представлен маломощными не содержащими угля осадками.

Вторым важнейшим обстоятельством в оценке горноэксплуатационных условий бассейна является сложность гидрогеологических условий. Исключительно высокие напоры подземных вод на горизонте угольных пластов порядка 80—100 *атм,* наличие водообильных горизонтов в закарстованных известняках нижнего, среднего и верхнего карбона, сильная минерализация вод, а местами газонасыщенность последних ставят ряд очень трудных для разрешения проблем по освоению угольных месторождений Прикамья.

В настоящее время имеются данные лишь для общего суждения и прогнозов как по угленосности, так и по водоносности нижнекаменноугольных отложений Камского бассейна. Поэтому первоочередными работами, которые здесь следует развертывать, должны явиться: а) структурно-поисковое бурение на уголь в целях уточнения стратиграфии, литологии и закономерностей угленосности терригенной толщи нижнего карбона, а также выделения участков с интенсивными углепроявлениями для производства разведочных работ; 2) гидрогеологическое изучение всего разреза и в особенности угленосной толщи с оценкой возможных горнотехнических условий; 3) научные исследования различного характера по детальному изучению каменноугольных отложений: литологические, палеонтологические, углехимические, физико-химические и др. и 4) изучение материалов нефтепоискового бурения на соседних с Камским бассейном территориях с целью расширения границ угленосной площади.

ПЕЧОРСКИЙ БАССЕЙН

Печорский каменноугольный бассейн находится на крайнем северо-востоке Европейской части СССР.

На востоке он граничит с Уральским хребтом, на северо-востоке — с Пай-Хоем, на севере — омывается Баренцовым морем. На юг он простирается до широты 63°20′, т. е. немного далее к югу от с. Савиноборска, расположенного на левом берегу р. Печоры, в районе среднего ее течения. Западная граница бассейна пока точно не выявлена. Нами она условно проводится по Ковжа-Печорскому антиклинальному поднятию, северные контуры которого являются предположительными.

Общая площадь бассейна около 120 тыс. *км*^{2}. Северная, большая часть бассейна находится на территории Ненецкого национального округа Архангельской обл., а южная — на территории Коми АССР.

Преобладающая часть бассейна представляет собой в основном равнинную область, несущую отчетливые следы ледниковой аккумуляции. Здесь развит типичный холмисто-моренный ландшафт, усложненный современными речными долинами. Абсолютные отметки равнины колеблются от 90—100 до 160—170 *м* над уровнем моря.

Территория бассейна дренируется бассейном рр. Печоры и Усы. Последняя является самым крупным правым притоком р. Печоры и прорезает бассейн в основном с востока на запад. Обе эти реки в значительной части их течения являются судоходными.

Печорский бассейн относится к так называемым закрытым бассейнам. В его пределах коренные палеозойские и мезозойские породы почти всюду покрыты сплошной, чаще довольно мощной (до 100—150 *м*) толщей отложений четвертичного периода, вследствие чего обнаженность в нем коренных пород очень слабая. Присутствие этого покрова создает большие затруднения в изучении геологии и угленосности описываемого

бассейна. В связи с этим состояние его геологической исследованности крайне неравномерно, причем наиболее слабо изучены западная и северо-западная части бассейна, в пределах которых имеются значительные районы почти не исследованные.

Печорский бассейн является новой крупной угольной базой Советского Союза, выявленной и изученной за последние 33—34 года. Уже в 1942 г. геологические запасы его углей были определены Т. Н. Пономаревым в 120 млрд. *т*, что выдвинуло этот бассейн на одно из первых мест среди основных угольных баз СССР.

Преобладающая часть этих запасов представлена энергетическими углями; однако в довольно значительном количестве (около 23%) исчислялись и запасы спекающихся углей (марок ПЖ, К и ПС), которые могли быть использованы для коксового производства.

В первый период изучения Печорского бассейна (1924—1941 гг.) Геологическим Комитетом, затем ЦНИГРИ — ВСЕГЕИ и Северным и Ленинградским геологическими управлениями были уже выявлены почти все основные угольные месторождения бассейна и намечены наиболее перспективные площади. Проведенные за последние годы трестом Печорауглегеология работы в этих районах выявили три крупных угольных месторождения: Юньягинское, Сейда-Усинское и Кочмесское.

Печорский каменноугольный бассейн приурочен к складчатой области. В геологическом его строении принимают участие отложения палеозоя, мезозоя и кайнозоя, причем нижнепалеозойские породы выступают лишь в водораздельной полосе Северного и Полярного Урала, а также и Пай-Хоя.

Палеозой, начиная с ордовика до верхней перми включительно, представлен палеонтологически охарактеризованными отложениями, из которых преобладающими являются пермские. Допермские породы (ордовик, силур и карбон) встречаются главным образом по восточной и северо-восточной его окраинам, где принимают участие в строении упомянутых горных хребтов. Кроме того, они также выступают и в ядрах крупных антиклинальных структур, имеющихся в пределах самого бассейна. Мезозойские отложения в рассматриваемом бассейне имеют, по-видимому, весьма ограниченное развитие и представлены только верхней юрой (келловей, кимеридж и нерасчлененные континентальные осадки волжского яруса?) и верхним мелом (сантон).

Достоверных образований третичного возраста пока не зафиксировано. Отложения четвертичного периода развиты повсеместно и состоят главным образом из комплекса ледниковых образований.

Угленосными являются пермские отложения и в южной части бассейна (Щугор-Вуктыльский район) — осадки сланцево-песчаниковой свиты нижнего карбона; при этом перспективы бассейна определяются углями пермского возраста.

Пермские отложения имеют весьма широкое распространение и относятся к нижнему и верхнему отделам. Они представлены довольно разнообразными фациями, преимущественно терригенных песчано-глинистых морских и континентальных образований. Лишь самые низы разреза пермских осадков сложены карбонатными породами. Общая мощность комплекса пермских отложений в пределах бассейна достигает 9700 *м*.

Необходимо отметить, что пока нет единой схемы стратиграфического расчленения печорской перми. Имеется ряд стратиграфических схем, предложенных различными исследователями. По палеонтологическим и литологическим данным, а также и характеру угленосности эти отложения Т. Н. Пономаревым расчленяются на пять свит (табл. 8).

Вследствие того, что свиты и подсвиты палеонтологически охарактеризованы различно, их возраст определяется с неодинаковой достоверностью. Из выделенных пяти свит две являются угленосными: воркутская и сыръягинская.

Таблица 8

Система	Отдел	Ярус	Свита и ее мощность	Подсвита	
Пермская	Верхний	P_2tat	Тальмаюская (P_2 *tl*), 950 *м* (видимая)	Лапташорская (P_2 *lp*), 350 *м* (видимая)	
				Кыняюская (P_2 *kn*), 600 *м*	
		P_2kz	Сыръягинская (P_2 *sr*), 2800—3300 *м* (частично-угленосная)	Паембойская (P_2 *pm*), 1550—1850 *м*	Подразделяется на 9 „пакетов“
				Надворкутская (P_2 *nv*), 1250—1450 *м*	
	Нижний	P_1kg	Воркутская (P_1 *v*) (угленосная) 1320—2455 *м*	Верхняя (P_1 v_3), 743—1310 *м*	Подразделяется на 14 «угленосных горизонтов»
				Средняя (P_1 v_2), 186—450 *м*	
				Нижняя (P_1 v_1), 360—830 *м*	
		P_1art	Косьюнская (P_1 *ks*), 1180—2850 *м* (подугленосная)	Седьюская (P_1 *sd*), 320—910 *м*	
				Кожимская (P_1 *kj*), 420—1120 *м*	
				Изъюрвожская (P_1 *is*), 250—827 *м*	Песчано-алевролитовая толща, 238—798 *м*
					Терригенно-карбонатная толща, 12—350 *м*
		P_1sak	Кожим-теровейская (P_1 *k—t*), 234 *м*	Не расчленена	
Каменноугольная	C_{3+2}	—	—	—	

Воркутская свита характеризуется наличием значительного количества пластов и пропластков углей, постепенным уменьшением кверху разреза бесспорных морских отложений и присутствием пермской флоры и солоноватоводной и пресноводной фауны. В пределах бассейна она имеет региональное распространение. Содержащиеся в ней пласты углей, как правило, более или менее выдержаны как по строению, так и по мощности, и прослеживаются на большие расстояния. В наиболее полно изученных разрезах свиты, например Нижне-Сыръягинском и Воркутском, встречено соответственно до двадцати трех и до сорока пластов углей, имеющих рабочую мощность от 0,6 до 3,34 *м*. Суммарный рабочий пласт в первом случае составляет 22,10 и во втором — 34,80 *м*. Полный разрез свиты прослежен также в пределах Хальмерьюского и Усинского месторождений. В первом самые нижние горизонты свиты не охарактеризованы. В остальной части разреза зафиксировано 111 пластов и пропластков углей, из них 39 пластов углей имеют рабочую мощность от 0,61 до 2,16 *м* (суммарный рабочий пласт угля составляет 41,20 *м*).

Разрез свиты Усинского месторождения содержит 113 пластов и пропластков углей, из которых только 14 имеют рабочую мощность от 0,60 до 1,79 *м* (суммарный рабочий пласт углей 11,49 *м*). Из приведенных данных следует, что количество рабочих пластов углей в разных районах бассейна подвержено значительным колебаниям. Общая мощность свиты в пределах Печорского бассейна от 1320 до 2455 *м*.

Сыръягинская свита (P_2) залегает на воркутской и также является угленосной. Она характеризуется пестротой литологического состава и в большинстве случаев обилием конгломератов, отсутствием морской фауны, наличием пермской флоры и пресноводной фауны, а также сложных пластов углей. Свита пока изучена недостаточно. Наиболее полные ее разрезы описаны в северо-восточной части Печорского бассейна, в районах Силовского и Хальмерьюского месторождений. Здесь в ней зафиксировано до 27—34 пластов углей рабочей мощности от 0,60 до 3,08 *м*. Суммарный рабочий пласт углей 24,56—39,89 *м*.

В направлении на юго-юго-запад от Хальмерьюского месторождения наблюдается довольно заметное снижение угленасыщенности этой свиты. Так, среди ее осадков в районе верховьев р. Воркуты отмечено всего лишь до шести-восьми пластов углей рабочей мощности от 0,64 до 1,02 *м*. Однако далее в этом же направлении снижение угленасыщенности свиты не отмечается. В юго-восточной части бассейна, по р. Юсь-Йоль, прослежен довольно значительный разрез сыръягинской свиты, где среди ее осадков мощностью до 1525 *м* встречено до двадцати-двадцати двух пластов углей рабочей мощностью от 0,70 до 9,78 *м*. Суммарная мощность рабочего пласта углей 66,43 *м*. Здесь угольные пласты обычно имеют очень сложное строение и в их составе довольно часто преобладают углистые аргиллиты. Мощность свиты от 2800 до 3300 *м*.

В пределах передового прогиба Уральской геосинклинали, занятого Печорским бассейном, имеются три обширных синклинория и сопряженных с ними три крупных антиклинальных поднятия: Воркутское, гряда Чернышева и Кожва-Печорское. В строении их участвуют породы карбона, девона и местами верхнего силура. Гряда Чернышева является по существу крупным тектоническим блоком складчатого палеозоя. В западной ее части отмечены надвиги большой амплитуды. С востока эта структура также обрывается крупным нарушением значительной амплитуды. Последнее, а также и разрывы на западном его крыле, сопровождаются выходами базальтов. Синклинории сложены преимущественно пермскими отложениями и располагаются в следующей последовательности с юго-востока на запад: Коротихинский, Косьюнско-Роговской и Сынянско-Макарихинский. Крылья синклинориев и крупных антиклиналей обычно усложнены складками второго порядка и разрывными нарушениями.

Характерной особенностью тектоники Печорского бассейна является резкий изгиб (почти под прямым углом) простирания его складок в зоне сочленения Пай-Хоя и Урала. В южной части бассейна, до стыка с Пай-Хоем, складки имеют северо-восточное простирание (уральское), а на севере — северо-западное (пайхойское).

Северо-западные крылья антиклинальных складок (или юго-восточные крылья синклиналей) уральского простирания часто немного наклонены на запад-северо-запад и местами усложнены надвигами, а пайхойского простирания — на юго-запад. Наблюдается волнистость осей складок (ундуляции) и в связи с этим угленосные площади имеют удлиненные замкнутые контуры.

Все известные угольные месторождения Печорского бассейна преимущественно приурочены к синклинальным складкам. Углы падения пород, слагающих крылья этих складок, колеблются обычно от 15 до 30—40°, а иногда и больше. На северо-востоке бассейна, как правило, имеют место более крутые крылья складок. Здесь угол падения пород,

слагающих крылья складок, часто достигает 60—80° и местами породы стоят почти на головах.

Пермские угли Печорского бассейна являются в основном гумусовыми, каменными и представлены довольно разнообразными типами. В бассейне содержится вся гамма углей от длиннопламенных до полуантрацитов; при этом длиннопламенные и газовые угли развиты на западе и юго-западе, а угли марок ПЖ, К и ПС и более метаморфизованные (тощие и полуантрациты) на востоке и северо-востоке.

Наиболее изучены в качественном отношении угли Воркутского и Хальмерьюского месторождений, однако в самых верхних горизонтах воркутской свиты и этих месторождений они исследованы еще недостаточно. Так же более или менее хорошо изучены угли Интинского месторождения. Угли воркутской свиты большинства месторождений относятся к среднезольным и зольным. Малозольными являются главным образом угли средней подсвиты Верхне-Сыръягинского месторождения и угли отдельных пластов этой же подсвиты некоторых других месторождений.

Содержание золы в углях воркутской свиты разных районов бассейна в основном колеблется от 7,20 до 38—39%. Отмечается, как закономерное явление, некоторое увеличение содержания золы в углях в направлениях на север и северо-запад от района Хальмерьюского месторождения. Содержание золы в углях увеличивается также в западном и юго-юго-западном направлениях от Воркутского месторождения. Кроме того, повышение зольности в углях наблюдается стратиграфически вверх по разрезу. Содержание влаги в углях, так же как и золы, колеблется в довольно широких пределах — от 0,5 до 15% и находится в тесной зависимости от степени метаморфизма и зольности углей, а также от от степени их окисленности. Имеющиеся данные позволяют говорить, что содержание влаги в углях постепенно увеличивается в направлениях на запад и юго-запад от северо-восточной части Печорского бассейна.

Содержание серы в углях воркутской свиты большей частью небольшое и обычно не превышает 1%. Угли юго-восточной и запад-юго-западной частей бассейна, как правило, являются более сернистыми. Выход летучих веществ на горючую массу углей колеблется в значительных пределах (7—48% и более) и находится в зависимости главным образом от степени метаморфизма и петрографического состава углей, а также, отчасти, от содержания в них золы и влаги. Выход летучих веществ в углях увеличивается в направлениях на запад, юг и юго-запад от северо-восточной части Печорского бассейна. Теплотворная способность углей воркутской свиты изменяется в соответствии с общими закономерными изменениями их качества и степени метаморфизма, в направлениях с востока и северо-востока на запад, юго-запад и северо-запад от Хальмерьюского угленосного района. Ее значение в этих пределах колеблется от 5470 до 7638 *кал*.

Качество углей сыръягинской свиты изучено еще недостаточно. По имеющимся данным, они преимущественно относятся к зольным и высокозольным типам. Содержание в них золы колеблется в довольно значительных пределах — от 8,30 до 40—44%. В северо-восточной части бассейна угли этой свиты, как и воркутской, обладают меньшим содержанием золы, чем в остальных его частях. Увеличение содержания золы в углях идет в тех же направлениях, как и в углях воркутской свиты. Также отмечается некоторое увеличение зольности углей стратиграфически вверх по разрезу свиты. Содержание влаги в углях этой свиты, как и воркутской, также колеблется в довольно значительных пределах (от 1,66% до 18,61%) и находится в тесной зависимости от степени метаморфизма, зольности и окисленности углей. Содержание серы ($S^{c}_{общ.}$) в углях этой свиты тоже обычно небольшое. Угли юго-восточной и юго-западной частей бассейна как правило являются немного более серни-

стыми по сравнению с углями этой же свиты северо-восточной его части.

Выход летучих веществ на горючую массу углей сыръягинской свиты (от 7,9% до 38,9%) зависит главным образом от степени метаморфизма и петрографического состава углей, а также от содержания в них золы и влаги. Величина этого показателя, как и в углях воркутской свиты, увеличивается на запад и юго-запад от северо-восточной части бассейна, а также стратиграфически вверх по разрезу свиты.

Теплотворная способность ($Q^{л}_{б}$) углей этой свиты также изменяется в соответствии с общими закономерными изменениями качества и степени метаморфизма углей. Наиболее высокие ее показатели отмечаются в северо-восточной части бассейна (5680 *кал*); в направлениях же на юг и юго-запад наблюдается заметное уменьшение ее величин (от 5534 до 4900 *кал*).

Пермские угли Печорского бассейна по петрографическому составу почти всюду более или менее одинаковы. В общем они представлены преимущественно кларено-дюреном и дюрено-кларено м с небольшими линзами и местами тонкими линзовидными прослоями витрена. Некоторое отличие в петрографическом составе отмечается лишь в пределах юго-западного склона Пай-Хоя, где наблюдается довольно заметное увеличение в их составе количества дюрена. Возможно этим и объясняется довольно низкий выход летучих веществ в углях упомянутого склона.

Как уже отмечалось выше, угли Печорского бассейна представлены различными марками, начиная от полуантрацитов и тощих на востоке и северо-востоке до газовых и длиннопламенных на западе и юго-западе. В пределах бассейна наблюдается зональность в распространении углей разных марок. Площади развития углей разной степени метаморфизма вытянуты в виде полос соответственно параллельных Уралу и Пай-Хою.

Вопросами коксования печорских углей занимался ряд организаций в течение нескольких лет. В настоящее время для воркутских углей горозионта N средней подсвиты P_1v_2 установлено, что коксы с высокими показателями механической прочности могут быть получены из следующих шихт:

1) 60% углей марки ПЖ Воркутского месторождения +40% углей марки К Хальмерьюского месторождения;

2) 50—60% углей марки ПЖ Воркутского месторождения + 20—30% углей марки К Хальмерьюского или Юньягинского месторождений + 20—25% углей марки ПС Верхне-Сыръягинского месторождения;

3) 45—50% углей марки ПЖ Воркутского месторождения + 15—20% углей марки ГЖ Воркутского месторождения + 15—20% углей марки К Хальмерьюского или Юньягинского месторождений + 15—20% углей марки ПС Верхне-Сырьягинского месторождения.

Малозольные угли марки К средней подсвиты воркутской свиты Хальмерьюского месторождения дают высококачественный металлургический кокс как при самостоятельном коксовании, так и в смесях с углями марки ПЖ Воркутского месторождения и углями марки ПС Верхне-Сыръягинского месторождения. Такие же угли горизонта N средней подсвиты Юньягинского месторождения хорошо коксуются и дают прочный металлургический кокс. Лучшим является кокс с добавкой 25% углей марки ПС Верхне-Сыръягинского месторождения.

В 1937 г. запасы углей для исследованной части Печорского бассейна до глубины 1200 *м* от поверхности и мощности рабочих пластов от 0,6 *м* и более определялись в 36,5 млрд. *т*. Из них действительные и вероятные запасы составляли около 40% общих запасов. В 1942 г. запасы бассейна составили 120 млрд. *т*, а на 1 января 1955 г. запасы углей, подсчитанные до глубины 1800 *м*, определились в 344 453 млн. *т*, в том числе балансовые — 262 068 млн. *т*.

Распространение запасов по степени достоверности показано (в млн. *т*) в табл. 9

Таблица 9

Запасы	Всего	Действительные	Вероятные	Возможные
Общие	344 453	4 103	19 336	321 014
В том числе балансовые	262 068	3 900	15 389	242 779

Из приведенных данных видно, что сумма действительных и вероятных запасов составляет всего лишь 6,8% общих запасов Печорского бассейна. Это указывает на малую изученность его угольных месторождений. Запасы спекающихся углей (ПЖ, К и ПС) 117 024 млн. *т* (в том числе балансовые 82 465 млн. *т*), что составляет 33,97% общих запасов углей бассейна.

По свитам запасы углей подразделяются почти поровну. К верхнему отделу перми относится 49,56% общих запасов углей, что составляет 170 718 млн. *т*; к нижнему отделу — 50,44%, т. е. 173 734 млн. *т*.

В составе верхнепермских углей резко преобладают угли марок Г и Д, которые вместе составляют 85,15% общих запасов верхнепермских углей. Спекающихся углей всего лишь 13,01% общих запасов верхнепермских углей и около 54,6% (94 821 млн. *т*) общих запасов нижнепермских углей.

По административному делению Печорского бассейна запасы его углей распределяются следующим образом: в Архангельской обл. 135 579 млн. *т* и в Коми АССР 208 873 млн. *т*, т. е. соответственно 39,36% и 60,64%.

Общие промышленные перспективы бассейна несомненно не исчерпываются только упомянутыми угольными месторождениями. Дальнейшее его изучение безусловно выявит еще ряд углесодержащих площадей.

Из тридцати трех известных в настоящее время в Печорском угольном бассейне месторождений, двенадцать уже охвачены разведочными работами, из которых Воркутское, Интинское, Еджид-Кыртинское и Кожимское эксплуатируются. Кроме того, приступлено к промышленному освоению еще двух месторождений: Хальмерьюского и Юньягинского.

КАВКАЗ

СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ

На территории Северного Кавказа имеются месторождения ископаемых углей каменноугольного, юрского и третичного возрастов, находящиеся в пределах Ставропольского и Краснодарского краев и Кабардинской АССР. Третичные угли промышленного значения не имеют.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Каменноугольные отложения прослеживаются в широтном направлении вдоль северного склона Кавказского хребта на значительном пространстве от р. Белой на западе почти до р. Чилик на востоке.

Практическое значение здесь имеют пять месторождений: Малолабинское, Большелабинское (Краснодарский край), Толстобугорское, Кяфаро-Богословское и Верхне-Тебердинское (Ставропольский край). Угленосная толща относится главным образом к среднекаменноугольному и, частично, к верхнекаменноугольному возрасту. По литологическому составу она разделяется на четыре угленосные свиты: C_2^A, C_2^B, C_2^C и C_2^D, причем наиболее устойчивый по мощности пласт угля при-

урочен к свите C_2^B. Продуктивная каменноугольная толща мощностью до 1000—1200 *м* залегает с резким угловым несогласием на различных горизонтах метаморфических пород девона. На дислоцированную поверхность каменноугольных отложений налегают с угловым несогласием отложения перми.

Все месторождения приурочены к синклиналям широтного простирания; углы падения пород от 25 до 80°; залегание угленосной толщи осложнено многочисленными сбросами и надвигами. В продуктивной толще выявлено семьдесят семь пластов и прослоев угля, из которых рабочих только четыре-семь мощностью 0,45—2,5 *м*. Суммарная мощность рабочих пластов угля от 1,7 до 5,5 *м*.

Глубина залегания угольных пластов в основном не более 300 *м*. Примерно 30% всех запасов углей карбонового возраста приходится на штольневые.

В описываемой группе месторождений содержатся паровично-жирные, коксовые, паровично-спекающиеся и тощие угли. Увеличение метаморфизма углей происходит закономерно с запада от Малолабинского месторождения, содержащего угли марки ПЖ, на восток к Тебердинскому месторождению с тощими углями.

Угли всех пластов характеризуются теплотворной способностью до 7300 *кал*; содержание в них серы от 0,5 до 1,5% (на Большелабинском месторождении до 2,0—2,7%), золы 10—40%.

Общие запасы углей составляют 44 млн. *т*, из них действительные 23 млн. *т*, вероятные — 21 млн. *т*.

Угли каменноугольного возраста Северного Кавказа были впервые обнаружены при геологических исследованиях в 1916 г. В. Н. Робинсоном, И. И. Никшичем, А. Д. Станкевичем. До 1918 г. запасы углей карбонового возраста не подсчитывались из-за отсутствия уверенных данных о площади распространения угленосных отложений, мощностях угольных пластов и их выдержанности.

ЮРСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Площадь распространения ископаемых углей нижнеюрского возраста около 3000 *км*². Юрские угленосные отложения прослеживаются от р. Б. Зеленчук на западе и до бассейна р. Малка на востоке, в пределах южной части Ставропольского края, в бывшем Клухорском районе и в западной части Кабардинской АССР.

В северной части площади известны Хумаринское и Подкумское месторождения. В направлении с запада на восток располагаются месторождения: Ужумское (Марухское), Экзи-Таукчи (Марух-Аксаутское), Бурушсыртское, Мало-Казенное (Джингирикское), Германлы-Кол, Амгатинское, Сентинское, Культюбинское, Удаллынское, Кой-Бовлы (Картджюртское), Кубано-Малкинское и Былымское.

Толща нижнеюрских осадков в 1946 г. разделена Г. П. Пилюченко на четыре свиты: 1) нижнюю угленосную песчаниковую (плинсбахский ярус) мощностью до 800 *м*, 2) сланцевую (домерский ярус) мощностью 250 *м*, 3) вулканогенную (домерский и нижне-тоарский ярусы) мощностью до 200 *м* и 4) верхних песчаников (тоарский ярус) мощностью 200 *м*. Угленосные отложения залегают моноклинально с падением пород под углом не более 15—20°. Крупные дизъюнктивные нарушения имеют главным образом широтное простирание и сопровождаются обычно серией мелких нарушений.

Угленосность на всей площади распространения нижнеюрских отложений приурочена в основном к средней части песчанико-аргиллитовой свиты среднего лейаса (плинсбахский ярус) мощностью 200—350 *м*. Эта толща содержит от семи до двадцати угольных пластов и пропластков, из которых только четыре являются рабочими, имея мощность 0,4—0,6

и изредка до 1 *м*. Суммарная мощность всех рабочих пластов не более 2,5 *м*. Угольные пласты залегают на глубине до 600 *м* на перспективных площадях и до 300 *м* на разведанных месторождениях. Хумаринское, Амгатинское, Кубано-Малкинское месторождения пригодны для штольневых разработок.

Угли относятся к газовым, переходным к паровично-жирным. Теплотворная способность их достигает 8000 *кал;* содержание общей серы от 0,4 до 1,5% и золы от 12 до 30%. Общие запасы углей, подсчитанные по четырнадцати месторождениям юрского возраста, составляют 1274 млн. *т*, из них действительные —72 млн. *т*, вероятные —233 млн. *т* и возможные —969 млн. *т*.

До Октябрьской революции площадь распространения угленосных отложений юрского возраста на Северном Кавказе считалась значительно меньшей. Было известно только восемь слабо изученных месторождений каменного угля, относимых по возрасту к байосскому ярусу доггера. Общие запасы углей оценивались тогда только в 15 млн. *т*.

ЗАКАВКАЗЬЕ

На территории Закавказья основные запасы углей сосредоточены в Грузинской ССР, где угленосность связана со средним отделом юрской системы (бат) и верхним отделом третичной системы. Запасы углей Армянской ССР незначительны.

К юрским месторождениям каменных углей относятся: Ткибульское, Ткварчельское, Гелатское, Маганское и Бзыбское. Наиболее крупными промышленными месторождениями являются два первых.

Ткибульское каменноугольное месторождение расположено в 40 *км* к северо-востоку от г. Кутаиси в бассейне рр. Ткибула и Шаори. Оно условно делится (с запада на восток) на пять участков: Дзированский, Западный, Промежуточный, Восточный и Юго-Восточный и перспективную Шаорскую угленосную площадь, являющуюся северным и северо-восточным продолжением Восточного участка.

Древнейшим образованием в пределах площади Ткибульского месторождения является вулканогенно-осадочная порфиритовая свита байоса мощностью в 2500 *м*. На ней согласно залегает свита темно-серых и черных глинистых сланцев мощностью 300—400 *м*. Последние сменяются отложениями угленосной свиты, расчленяющейся на три части: «нижние песчаники», «угольную толщу» и «верхние песчаники».

На Юго-Восточном и Восточном участках в верхней части горизонта нижних песчаников содержится два пласта угля: Банный и Алексеевский. Мощность нижних песчаников составляет 100—300 *м*. Горизонт «верхних песчаников» мощностью до 120 *м* содержит только линзы угля.

Собственно угольная толща, именуемая Толстым пластом мощностью до 80 *м* представлена чередующимися углями, углистыми породами с подчиненными прослоями песчаников, алевролитами и аргиллитами. Угленосные отложения приурочены к северному крылу Бзнаурской антиклинали. Углы падения пород от 10—15 до 30—45°. Месторождение разбито тремя крупными сбросами с амплитудой до 450 *м* и большим количеством мелких.

На Западном и Восточном участках и Шаорской угленосной площади в Толстом пласте выделяется десять сложных пачек или пластов угля. Мощность чистых угольных пачек достигает 10 *м*. Пласты «0,90» и «0,90 бис» представлены в основном липтобиолитами. В центральной части Восточного участка Толстый пласт имеет наибольшую мощность (70 *м*), которая выдерживается и на Шаорской угленосной площади. На Юго-Восточном участке этот пласт подразделяется на два пласта: Верхний и Нижний. Общая мощность последнего колеблется от 7 до 31 *м* при мощности угольных пачек от 3,0 до 24,3 *м*. Глубина залегания уголь-

ных пластов не более 600 *м*; 16% всех запасов углей (73 млн. *т*) являются штольневыми.

Угли всех пластов характеризуются теплотворной способностью на горючую массу 6500—7000 *кал*. Содержание серы в них от 0,4 до 2% и золы от 13 до 45%. Угли Ткибульского месторождения относятся к газовым спекающимся; они трудно обогатимы. Общие запасы углей составляют 455 млн. *т*, из них действительные — 286 млн. *т*, вероятные — 169 млн. *т*.

Месторождение начало разведываться в 1845 г. В 1918 г. его запасы составляли только 24 млн. *т*.

Ткварчельское каменноугольное месторождение расположено на территории Очемчирского района Абхазской АССР, в верхнем течении р. Гализга, в 40 *км* к северо-востоку от г. Очемчири. Оно представляет собой шесть изолированных друг от друга угленосных площадей: I, II, III, IV, V, и VI. Наибольшая угленосность наблюдается на II, III и IV площадях. Площадь VI совершенно бесперспективна.

Отложения юрского возраста имеют следующий разрез:

1. Порфиритовая (нижняя обломочная) свита байосского возраста мощностью до 2000 *м*.
2. Угленосная свита батского возраста мощностью до 250 *м*.
3. Пестроцветная или верхняя обломочная свита келловея или титона (верхняя юра) мощностью 400—700 *м*.

Характер взаимоотношения угленосной свиты с подстилающей порфиритовой свитой до настоящего времени окончательно не установлен. В. В. Мокринский, В. И. Курочкин, С. Г. Букия, В. С. Ефимов, Г. Д. Петровский и др. считают, что породы угленосной свиты отлагались на размытой поверхности порфиритовой свиты. Б. Ф. Мефферт, И. Р. Кахадзе, А. Д. Джанелидзе и В. Я. Эдилашвили утверждают, что осадки угленосной свиты согласно продолжают порфиритовую свиту. Пестроцветная свита трансгрессивно залегает на угленосной.

Угленосная свита батского возраста разделяется на два горизонта: нижний, продуктивный, мощностью до 170 *м* и верхний, непродуктивный, мощностью не более 80 *м*. К продуктивному горизонту приурочено семь угольных пластов, из которых только четыре нижних имеют промышленное значение. В непродуктивном горизонте встречен только один пласт, не имеющий промышленной ценности.

Угольные пласты очень изменчивы как по мощности, так и по своему строению. Мощность их от 0,6 до 10,9 *м*, средняя от 1,4 до 2,4 *м*, а суммарная на различных угленосных площадях от 1,5 до 10,7 *м*.

Месторождение приурочено к крупной синклинальной складке, усложненной вторичными складками, имеющими широтное простирание. Углы падения крыльев складок 35—50°. Много дизъюнктивных нарушений типа сбросов. Глубина залегания угольных пластов не более 300 *м*. Угли всех пластов характеризуются теплотворной способностью ($Q^{r}_{б}$) от 8000 до 8750 *кал*; содержание в них A^{c} от 4 до 37%, $S^{c}_{общ}$ от 0,3 до 7,2%, при среднем значении 1,0—1,5%, V^{r} от 24 до 32%, C^{r} от 78 (?) до 87%. Угли относятся к спекающимся марки ПЖ. Общие запасы углей составляют 79 млн. *т*, из них действительные — 68 млн. *т* и вероятные — 11 млн. *т*. Подавляющее количество запасов (69 млн. *т*) приходится на штольневые. В изучении Ткварчельского месторождения до 1917 г. большая роль принадлежит В. Н. Веберу и К. Ю. Черневскому. Ими были выделены шесть угленосных площадей, известных в настоящее время, однако изученность их была очень слабой и поэтому запасы углей были очень завышены. Так, по подсчету на 1918 г. запасы углей этого месторождения составляли 200 млн. *т*.

Самым крупным месторождением третичных бурых углей Закавказья является Ахалцихское, расположенное в 10 *км* к западу от г. Ахалциха и в 60 *км* от ст. Боржоми Закавказской ж. д.

Угленосность месторождения связана с верхнеолигоценовыми отложениями угленосной и пестроцветной свит, залегающими в сложнопостроенной синклинальной складке. Из четырех рабочих пластов два основных — пласты Верхний и Нижний — залегают в верхней части угленосной свиты, имеющей общую мощность 60—150 *м*. Остальные два пласта «Над верхним песчаником» и «Валейский», представляющие местами промышленный интерес, приурочены к пестроцветной свите мощностью до 500 *м*. Общая мощность пластов от 0,5 до 7 *м;* суммарная мощность пачек угля, слагающих пласты, 0,45—2,5 *м*. Пласты угля залегают до глубины 1200 *м*, причем около половины запасов (77 млн. *т* из 153 млн. *т*) приходится на угольные пласты, залегающие на глубине 300—600 *м*.

Угли бурые; теплотворная способность их достигает 6000 *кал*, зольность (на сухой уголь) от 13 до 45%, летучих на горючую массу от 40 до 65% и углерода на горючую массу от 65 до 70%. Общие запасы углей Ахалцихского месторождения составляют 153 млн. *т*, из них действительные — 102 млн. *т*, вероятные — 4 млн. *т* и возможные — 47 млн. *т*. До 1917 г. запасы углей этого месторождения не подсчитывались. В табл. 10 приведены данные подсчетов запасов (в млн. *т*) углей Закавказья, позволяющие судить о размахе геологоразведочных работ, проведенных в годы Советской власти.

Таблица 10

Год подсчета	Всего	По степени достоверности			По зонам глубин			По маркам		
		действительные	вероятные	возможные	0—300 *м*	300—600 *м*	600—1200 *м*	ПС+К+ +ПЖ	Г	Б
1912	95	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1918	223	223		—		223	—		223	—
1927	223	123		100		223	—		223	—
1937	357	182	127	—		341	16		287	70
1956	692	461	187	47	361	250	81	79	450	153

УРАЛ

В результате огромного объема геологоразведочных и геологосъемочных работ, проведенных на Урале за годы Советской власти, были открыты новые угольные бассейны: Южно-Уральский и Орский, а также значительно расширены площади ранее известных угольных бассейнов, районов и месторождений.

Угольные месторождения известны как на западном, так и на восточном склонах Урала.

На западном склоне имеют развитие каменные угли нижнего карбона и бурые угли третичного возраста. Нижнекарбоновые угленосные отложения прослеживаются здесь от р. Вишеры на севере до верховьев р. Чусовой на юге. Из месторождений западного склона Урала наибольшее промышленное значение имеет Кизеловский угленосный бассейн.

КИЗЕЛОВСКИЙ БАССЕЙН

Кизеловский бассейн расположен в пределах Пермской обл. и занимает площадь около 2000 *км*^{2} между р. Яйвой на севере и р. Вильвой на юге.

Угленосные отложения этого бассейна имеют нижневизейский возраст и представлены кварцевыми песчаниками и аргиллитами с прослоями и пластами каменных углей. Мощность угленосной толщи не-

постоянна: в средней части бассейна она достигает 250 *м*, в северном и южном направлениях убывает до полного выклинивания.

Угольные пласты залегают в нижней части угленосной толщи, где на отдельных участках встречается два — три, редко до пяти рабочих пластов мощностью от 0,7 до 2,5, иногда до 5 *м* (близ ст. Басской). Они неодинаковы по строению и часто выклиниваются. Палеозойские породы, слагающие площадь Кизеловского бассейна, имеют мощность 1800 *м*. Угленосная толща смята в серию крупных складок, осложненных дополнительной складчатостью и нарушениями типа надвигов. Складки обычно асимметричные с простиранием осей близким к меридиональному; они имеют более крутые западные и более пологие восточные крылья. Основным структурным элементом бассейна является Главный антиклинал. Угли переходные от коксовых к паровично-жирным, паровично-жирные и переходные к газовым. Они содержат: A^c от 18 до 40%, $S^c_{общ.}$ от 4 до 8%, W^a от 1,5 до 3%, V^r от 29 до 40%. Теплотворная способность их колеблется от 5300 до 6900 *кал*.

Угли Кизеловского бассейна используются главным образом в качестве хорошего энергетического топлива, а частично идут на коксование. Обогатимость их трудная и очень трудная. Глубина разработки углей достигает 700—800 *м*. Эксплуатация затрудняется сложными гидрогеологическими условиями.

Запасы углей Кизеловского бассейна до глубины 1800 *м* составляют 1065 млн. *т*; из них действительные — 614 млн. *т*, вероятные — 318 млн. *т* и возможные — 133 млн. *т*.

По зонам глубин запасы углей Кизеловского бассейна распределяются следующим образом (в млн. *т*) (табл. 11).

Таблица 11

Горизонт подсчета	По степени достоверности		
	действительные	вероятные	возможные
Поверхность—300 *м*	285	12	23
300—600 *м*	152	34	15
600—1200 *м*	166	192	74
1200—1800 *м*	11	80	21
Всего	614	318	133

В приведенную величину запасов вошли также запасы углей Чусовского района, которые составляют 32 млн. *т*, из них действительных и вероятных запасов по 1 млн. *т*. Этот район расположен к югу от Кизеловского бассейна и в отличие от него характеризуется значительно меньшей мощностью угленосной толщи, более интенсивной ее дислоцированностью и пониженной угленосностью. Здесь установлено два угольных пласта мощностью от 0,5 до 1,5, которые не выдержаны ни по мощности, ни по своему строению.

Угленосность Вишерского района не имеет промышленного значения.

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ БАССЕЙН

Бассейн расположен в пределах Оренбургской обл. и Башкирской АССР. Он прослеживается в меридиональном направлении на 350 *км* от р. Самары на юге до Уфимского плато на севере и представляет собою ряд обособленных тектонических и карстовых впадин, заполненных угленосными отложениями третичного возраста. Формы и размеры этих впадин различны.

Основная угленосность района приурочена к олигоценово-миоценовой континентальной толще, которая делится на три свиты: нижнюю — базальную, среднюю — угленосную и верхнюю — безугольную. Базальная свита (верхнеолигоценового возраста) в основном не содержит угольных пластов рабочей мощности. Исключением являются Тюльганское и Яман-Юшатырское месторождения, где встречены буроугольные залежи мощностью до 6—8 *м*. Угленосная нижнемиоценовая свита содержит угольные залежи, разнообразные по мощности и строению на различных месторождениях. Мощные, в основном простого строения, буроугольные залежи встречаются в Бабаевском, Тюльганском, Ворошиловском, Репьевском и Хабаровском месторождениях, средняя мощность пластов угля которых колеблется от 40 до 60 *м*; местами она достигает 90—140 *м*. Буроугольные залежи суммарной мощностью 20—40 *м* и сложного строения встречены на Маячном, Куюргазинском и Яман-Юшатырском месторождениях. В других месторождениях угольные пласты средней свиты бывают как простого, так и сложного строения, мощность их от 2 до 8 *м*.

Верхняя безугольная свита верхнего миоцена имеет мощность от 10 до 80 *м*. Мощность всей олигоценово-миоценовой угленосной толщи от 20 до 300 *м*.

Угольные залежи имеют мульдообразное залегание. В большинстве месторождений у западного борта залежей углы падения 10—12°, а иногда до 30°. Все угольные залежи как простого, так и сложного строения у бортов расщепляются на отдельные пачки. Глубина залегания угольных залежей на различных месторождениях от 40 до 270 *м*.

Угли бассейна бурые. Они содержат: A^c от 11 до 42%, W^p от 36 до 63%, $S^c_{общ.}$ от 1 до 6% (в том числе органической серы от 0,66 до 4,7%), V^r от 59 до 75%. Выход первичной смолы при полукоксовании углей колеблется от 7,1 до 23,4%, выход битумов от 5,84 до 24,5%. Теплотворная способность по бомбе на горючую массу от 5240 до 7330 *кал*. Угли в основном представлены плотными (лигнитовыми) и землистыми разностями. Они хорошо брикетируются без добавки связующих веществ.

Бурые угли используются не только как энергетическое топливо, но представляют интерес как ценное химическое сырье.

В Южно-Уральском бассейне установлено около пятидесяти месторождений, часть которых может отрабатываться открытым способом. К таким месторождениям относятся: Бабаевское, Ворошиловское, Куюргазинское, Кунакбаевское, Чикановское, Маячное, Шайтанское, Семеновское, Быковское, Репьевское, Тюльганское, Хабаровское, Тугустемирское и Яман-Юшатырское.

Общие запасы углей составляют 1765 млн. *т*, в том числе: действительные — 1563 млн. *т*, вероятные — 201 млн. *т* и возможные — 1 млн. *т*. Из общего числа запасов балансовых 1455 млн. *т*, в том числе: действительных — 1438 млн. *т* и вероятных — 17 млн. *т*. Все запасы расположены в зоне глубин от 0 до 300 *м*.

Геологическая изученность территорий Южно-Уральского буроугольного бассейна неравноценна для различных его районов. Наиболее изученным и разведанным участком является южная часть бассейна, где сосредоточено большое количество крупных месторождений. Недостаточно исследована северная часть бассейна.

На восточном склоне Урала встречаются каменные угли и антрациты нижнекарбонового возраста, а также каменные и бурые угли юрского возраста. Главнейшими угленосными районами восточного склона являются: Серовский, Буланаш-Елкинский, Егоршинский и Челябинский.

СЕРОВСКИЙ РАЙОН

Этот угленосный район находится на восточном склоне Северного Урала и занимает площадь между 57°00′—60°10′ с. ш. и 59°45′—62°00′ в. д. Он включает следующие буроугольные месторождения: Волчанское, Григорьевское, Богословское, Веселовское, Атюсское и Чаповское.

Буроугольные месторождения района приурочены к областям развития тектонических и эрозионных депрессий. Тектонические депрессии представляют собою глубокие впадины в палеозойском фундаменте, заполненные продуктивными отложениями триасово-юрского возраста. Угленосные отложения имеют мощность до 1000 *м* и содержат залежи бурых углей мощностью до 150 *м*, имеющие сложное строение. Эрозионные депрессии представляют собою неглубокие впадины (до 150 *м*), заполненные отложениями средней и верхней юры; угольные пласты характеризуются непостоянной мощностью и часто линзовидным залеганием.

Угольные месторождения района приурочены к крупной асимметричной брахисинклинальной структуре, осложненной дополнительной складчатостью и дизъюнктивными нарушениями. Западное крыло брахисинклинали пологое, с углами падения от 10 до 30°, а восточное — крутое с углами падения 75—80°. Простирание оси складки меридиональное.

Волчанское буроугольное месторождение приурочено к южной части Волчанской депрессии, угленосная толща которой сложена песчано-глинистыми осадками нижнеюрского возраста. Продуктивная толща общей мощностью от 400 до 650 *м* делится на три свиты: подволчанскую, волчанскую и надволчанскую. Промышленная угленосность связана с волчанской свитой, которая делится на три горизонта. Основные запасы угля приурочены к нижнему угленосному горизонту, прослеживающемуся по простиранию от 1,4 до 8,0 *км* и вкрест простирания на 0,5 *км*. Максимальная глубина погружения горизонта 300 *м*. Мощность угольных пачек изменяется от нескольких сантиметров до 16 *м*.

Григорьевское буроугольное месторождение расположено в северной части Волчанской депрессии. Угленосной толщей здесь также является нижний угленосный горизонт волчанской свиты. Он сложен отдельными пластами бурого угля мощностью от нескольких сантиметров до 3 *м*, разделенных прослоями пород мощностью до 10 *м*. Промышленная угленосность прослеживается по простиранию на 1,6 *км*, при ширине полосы 0,5 *км*. Глубина залегания угольных пластов варьирует от 4,5 до 45,5 *м*. Суммарная мощность угольных пачек изменяется от 0,71 до 11 *м*.

Богословское буроугольное месторождение расположено в Карпинском районе Свердловской обл. Оно имеет протяженность с севера на юг 7,6 *км*, при ширине от 1 до 2 *км*. В структурном отношении месторождение представляет собою вытянутую в меридиональном направлении брахисинклинальную складку, осложненную двумя крупными надвигами и рядом мелких нарушений. Угленосность связана здесь с тремя угольными горизонтами нижнеюрского возраста. Суммарная мощность угля в первом (верхнем) угольном горизонте 6—8 *м*. Промышленная часть залежей второго горизонта выработана. Общая полезная мощность угольной залежи третьего горизонта в северной части месторождения от 10,71 до 49,92 *м*, в центральной — 32—37 *м* и в юго-восточной — 10—30 *м*.

Веселовское буроугольное месторождение является южным продолжением Богословского месторождения. На нем имеется пять угольных пластов, достигающих рабочей мощности. Все они имеют сложное строение и состоят из 2—10 угольных пачек, разделенных породными прослоями. Наибольшей мощности угольные пласты достигают в северо-западной части месторождения.

Атюсское буроугольное месторождение расположено в южной части Атюсской депрессии, в 4—5 *км* к северо-западу от станции Марсяты Свердловской ж. д. Площадь месторождения 1,5 *км*^{2}, при длине 1,35 *км* и средней ширине 1,1 *км*. Мощность континентальных мезозойских отложений в северной части депрессии достигает 150 *м*. Мезозойские осадки, выполняющие депрессию, слагают синклинальную складку с пологим западным крылом (10—15°) и крутым восточным (до 40—50°). Промышленная угленосность приурочена к верхнеюрским отложениям мощностью до 70 *м*, в которых содержатся четыре угольных пласта. Верхний (первый) пласт имеет суммарную мощность до 16,30 *м*; второй до 6,15 *м*, третий около 4 *м* и четвертый до 9,2 *м*.

Чаповское буроугольное месторождение расположено в Ивдельском районе. Юрская угленосная толща мощностью до 25 *м* содержит два угольных пласта; верхний имеет суммарную мощность угля 9 *м* и нижний 0,5 *м*. Угли Чаповского месторождения в основном сажистые и имеют повышенное содержание золы.

Угли месторождений Серовского района относятся к бурым и характеризуются следующими показателями: W^a 11,07—15,51%, A^c 17,83—30,9%, V^r 44,75—50,25%, $S^c_{общ.}$ 0,39—1,0%, C^r 66,0—73,4%, H^r 4,5—5,45%. Теплотворная способность ($Q^r_б$) 5785—6421 *кал*.

Подсчет запасов углей в месторождениях Серовского района произведен до глубины 300 *м*. Общие запасы составляют 411 млн. *т*, в том числе действительные — 407 млн. *т*, вероятные — 4 млн. *т*. Балансовых запасов 391 млн. *т*, в том числе действительных 387 млн. *т* и вероятных 4 млн. *т*.

БУЛАНАШ-ЕЛКИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено на восточном склоне Среднего Урала, в Егоршинском и Сухоложском районах Свердловской обл. Угленосные триасово-юрские отложения мощностью до 1500 *м* выполняют здесь тектоническую депрессию в породах палеозойского фундамента.

Мощная толща мезозойских отложений в южной части месторождения собрана в крупную асимметричную синклинальную складку с крутым западным и пологим восточным крыльями, осложненную дополнительной складчатостью и незначительными по амплитуде дизъюнктивными нарушениями. В остальной части месторождения сохранилось лишь западное крыло, восточное же срезано надвигом.

Мезозойские отложения, несогласно залегающие на породах палеозоя, представлены нижней, непродуктивной и верхней, продуктивной толщами. Непродуктивная толща (рэт) мощностью 160 *м* сложена пестроокрашенными континентальными осадками и является безугольной; продуктивная толща (лейас) разделяется на три свиты: нижнюю, елкинскую, мощностью от 80 до 100 *м*; среднюю, буланашскую, мощностью от 350 до 500 *м*, содержащую от 4 до 17 основных рабочих пластов, и верхнюю, бобровскую, мощностью до 900 *м*, содержащую угольные пласты, иногда достигающие рабочей мощности. Продуктивная толща содержит до сорока угольных пластов и пропластков. Количество рабочих угольных пластов в различных частях месторождения различно и достигает 15—17. Все угольные пласты имеют сложное строение и мощность 2—3 *м* и очень редко 4—8 *м*. Наибольшая угленасыщенность приурочена к центральной части района. К северу и югу угленосность снижается и количество пластов угля уменьшается до 2—5. Каменные угли характеризуются следующими показателями: W^a 2,29%, A^c 13,42%, $S^c_{общ}$ 1,72%, V^r 40,89%, C^r 67,69% (?), H^r 5,95%. Теплотворная способность углей $Q^r_б$ 7949 *кал*. Подсчет запасов углей Буланаш-Елкинского месторождения произведен до глубины 1200 *м*. Общие запасы составляют 211 млн. *т*, в том числе действительные — 150 млн. *т*, вероят-

ные — 30 млн. *т* и возможные — 31 млн. *т*. Балансовые запасы равны 185 млн. *т*, в том числе действительные — 139 млн. *т*, вероятные — 20,5 млн. *т*.

ЕГОРШИНСКИЙ РАЙОН

Егоршинский угленосный район расположен на восточном склоне Среднего Урала, в пределах Свердловской обл. Угленосные отложения района приурочены к двум синклиналям: Егоршинско-Каменской и Паршинско-Липовской.

Егоршинско-Каменская синклиналь включает в себя шесть угольных месторождений, из которых Егоршинское представляет наибольший промышленный интерес, а остальные сильно нарушены и незначительны по запасам угля. Паршинско-Липовская синклиналь, расположенная в 2,5—3 *км* к западу от Егоршинско-Каменской, характеризуется незначительной угленосностью и не представляет промышленного интереса.

В Егоршинско-Каменской угленосной полосе встречено до восемнадцати угольных пластов мощностью от 0,57 до 6 *м* и, редко, до 14,5 *м*. Наибольшая угленасыщенность наблюдается в Егоршинском месторождении, а к северу и югу она снижается и количество пластов уменьшается до двух-трех. Угли этого месторождения близки к антрацитам. Они содержат: $W^{л}$ 0,78—1,36%, A^{c} 20,54—20,81%, V^{r} 3,46—13,43%, $S^{c}_{общ.}$ 0,37—1,18%, C^{r} 88,25—91,72%, H^{r} 2,81—4,69%. Теплотворная способность ($Q^{r}_{б}$) достигает 8253 *кал*.

Общие запасы угля до глубины 1200 *м* составляют 96,6 млн. *т*, в том числе: действительные — 45,7 млн. *т* и вероятные — 22,9 млн. *т*. Балансовые запасы равны 84,3 млн. *т*, в том числе: действительные — 42,1 млн. *т* и вероятные — 14,9 млн. *т*.

В южной части Егоршинско-Каменского угленосного района, к югу от Черемшанского месторождения, расположены отдельные небольшие месторождения: Ирбито-Вершинское, Сухоложское, Каменское и Фадинское, содержащие тощие угли.

МАХНЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено на восточном склоне Среднего Урала в 1,5 *км* восточнее ж. д. Алапаевск—Серов. Оно подчинено нижнекарбоновым отложениям, слагающим крупную, опрокинутую на запад синклинальную складку, осложненную дополнительной складчатостью и дизъюнктивными нарушениями.

Мощность угленосной свиты изменяется от 500 до 1000 *м*. Общее количество пластов угля рабочей мощности не установлено; на отдельных участках месторождения известно от восемнадцати до сорока трех угольных пластов суммарной мощностью от 24,5 до 67,8 *м*. Мощность их от 0,50 до 11,90 *м* (Белоусовский участок). Пласты имеют сложное строение; часто наблюдаются их раздувы и выклинивание.

Угли Махневского месторождения содержат: W^{a} 1,35%, A^{c} 21,39%, V^{r} 8,10%, $S^{c}_{общ.}$ 1,22%, C^{r} 92,24%, H^{r} 3,07%. Теплотворная способность ($Q^{r}_{б}$) их 8204 *кал*.

Общие запасы углей до глубины 600 *м* составляют 184,8 млн. *т*, в том числе: действительные 24,5 млн. *т*, вероятные 79,9 млн. *т*. Балансовые запасы равны 182,6 млн. *т*, в том числе действительные 22,3 млн. *т*, вероятные 79,9 млн. *т*.

ПОЛТАВО-БРЕДИНСКИЙ РАЙОН

Район расположен на восточном склоне Южного Урала. Угольные месторождения здесь заключены в нижнекаменноугольной толще мощностью около 600 *м*. Строение и мощности пластов крайне непостоянны.

Угленосная толща интенсивно дислоцирована. Количество угольных пластов, имеющих рабочую мощность от 0,70 до 1,30 *м*, колеблется по отдельным месторождениям от 15 до 22. Угли — антрациты, частично ографиченные.

Подсчет запасов произведен по отдельным месторождениям до глубин 100, 150 и 300 *м*. Общие запасы угля составляют 54,5 млн. *т*, в том числе действительные — 4,6 млн. *т* и вероятные — 19,2 млн. *т*. Балансовые запасы равны 42,7 млн. *т*, в том числе действительные — 4,6 млн. *т* и вероятные — 7,4 млн. *т*.

СЕВЕРО-СОСЬВИНСКИЙ РАЙОН

Этот угленосный район занимает площадь между восточным склоном Северного Урала и Западно-Сибирской низменностью, где расположено Тольинское и Оторьинское буроугольные месторождения. Угленосные отложения приурочены к верхнеюрским осадкам, имеющим мощность 200 *м*.

В Тольинском месторождении содержится до десяти угольных пластов различной мощности и строения. Наиболее выдержанным и мощным является верхний пласт, который в центральной части месторождения имеет мощность 7 *м*. В Оторьинском месторождении продуктивная свита содержит до двенадцати угольных пластов. Самым мощным (10,7 *м*) является пласт, залегающий в верхней части свиты. Пласт имеет сложное строение.

Общие запасы до глубины 300 *м* составляют 1073 млн. *т*, в том числе действительные — 211,4 млн. *т* и вероятные — 286,8 млн. *т*. Балансовые запасы равны 1046 млн. *т*, в том числе действительные — 211,4 млн. *т* и вероятные — 260 млн. *т*.

ЧЕЛЯБИНСКИЙ БАССЕЙН

Челябинский буроугольный бассейн является основной энергетической базой промышленности Южного Урала. Он расположен на его восточном склоне в 15 *км* к востоку от г. Челябинска и прослеживается на протяжении 200 *км*, в направлении близком к меридиональному. Максимальная ширина полосы распространения угленосных отложений достигает у г. Миаса 12 *км* и наименьшая — на юге — 0,5 *км*.

В структурном отношении Челябинский бассейн принято считать грабеном в палеозойском фундаменте, выполненным угленосными отложениями верхнетриасового возраста. Существует и другая точка зрения, согласно которой бассейн является частью обширной угленосной площади, сложенной триасовыми и юрскими осадками, сохранившимися в постюрском грабене.

Глубина залегания палеозойского ложа у западного борта от 1,5 до 3,5 *км*, у восточного от 700 до 1600 *м*. По данным роторного бурения, в южных районах Челябинского бассейна глубина депрессии более 3 *км*.

Угленосные отложения разделяются на верхнюю — камышинскую, среднюю (продуктивную) — коркинскую и нижнюю — чумлякскую свиты. Коркинская свита имеет мощность до 2000 *м* и залегает в виде трех полос: Западной, Центральной и Восточной.

Угленосная толща собрана в три синклинальные и разделяющие их антиклинальные складки, осложненные мелкой складчатостью и разрывами. Западные крылья синклиналей пологие (5—20°), восточные крутые (30—40 и до 70°).

Для угольных пластов характерны резкое изменение мощности и расщепление. Наибольшая их мощность наблюдается в Западной и Центральной полосах и, в частности, на Коркинском месторождении, где в районе действующих карьеров мощность угольной залежи достигает

200 *м*, но по направлению к западу и северо-западу последняя быстро расщепляется на семнадцать пластов. К югу от Коркинского месторождения в продуктивной толще наблюдается значительное количество угольных пластов мощностью до 6,0 *м*; на отдельных площадях мощность их достигает 40 *м*. К северу от этого месторождения, на Чумлякском участке Западной полосы, встречено три угольные залежи общей мощностью 140 *м*, состоящие из отдельных угольных пачек мощностью от 0,8 до 5,5 *м*. Центральная полоса распространения продуктивной свиты характеризуется в ряде случаев развитием большого количества угольных пластов, мощность которых на отдельных месторождениях изменяется от 0,7 до 13 *м* и более. Так, на Восточно-Батуринском месторождении имеются три пласта мощностью от 3 до 13,0 *м*, на Бектышском шесть от 0,7 до 7,44 *м*, на Восточно-Коркинском (втором) два мощностью до 30 *м*, на Камышинском пятьдесят восемь суммарной мощностью 42 *м*, на Южно-Копейском двадцать шесть суммарной мощностью 26 *м*.

Степень изученности бассейна различна. Наиболее разведанными являются верхние горизонты угленосной толщи до глубины 600 *м*. Угли бурые и содержат: W^{p} 10,9—15,3%, A^{c} 18,8—31,6%, $S^{c}_{общ.}$ 0,93—1,43%, V^{r} 30,5—43,3%. Теплотворная способность ($Q^{r}_{б}$) достигает 7150 *кал*. Угли склонны к самовозгоранию и не выносят длительного хранения. Менее зольными являются угли северной части бассейна, а также угли верхних пачек мощных пластов.

Подсчет запасов произведен по собственно Челябинскому бассейну, без учета площадей, прилегающих к нему с востока. Общие запасы углей составляют 1634 млн. *т*, в том числе действительные — 1367 млн. *т* и вероятные — 188 млн. *т*. Балансовые запасы составляют 1512 млн. *т*, в том числе действительные — 1259 млн. *т* и вероятные — 175 млн. *т*.

Перспективными площадями Челябинского бассейна являются слабо изученные северные районы, где содержатся пласты рабочей мощности, а также площади к востоку и югу от разведанной части бассейна. Дальнейшее расширение перспектив этого угольного бассейна также возможно за счет глубоких горизонтов (от 600 до 1800 *м*), которые изучены еще крайне слабо.

ОРСКИЙ БАССЕЙН

Орский буроугольный бассейн расположен в пределах Юго-Восточного Урала. В структурном отношении он представлен пятью депрессиями: Алимбетовской, Баймакской, Прикрепдыкской, Донской и собственно Орской, которые выполнены осадками мезо-кайнозойского возраста. Наиболее изученной и разведанной является Орская депрессия, особенно ее южная часть, содержащая промышленную угленосность.

Угленосными являются среднеюрские отложения, которые делятся на две толщи: малопродуктивную (нижнюю) и продуктивную, содержащую промышленные залежи угля. Малопродуктивная толща мощностью от 30 до 120 *м* сложена грубообломочными породами с прослоями и тонкими пластами бурого угля мощностью от 0,05 до 0,50 *м*. Продуктивная толща мощностью от 160 до 190 *м* представлена алевролитами и глинами с рабочими пластами углей мощностью от 0,70 до 3—4 *м* и изредка до 12 *м*. Мощность продуктивной толщи изменяется от 160 до 190 *м*, уменьшаясь к бортам депрессии.

Орская депрессия ограничена с запада и востока разломами, проходящими почти в меридиональном направлении. Залегание угленосной толщи почти горизонтальное, осложненное слабой волнистостью с падением крыльев складок под углами 1—3°, реже 4—6°. Только у бортов депрессии, особенно у западного, отмечается увеличение углов падения до 7—15°.

Наибольшая угленасыщенность наблюдается на Восточно-Уральском месторождении, где в продуктивной толще содержится до 29 угольных пластов и пропластков, из которых восемь пластов имеют рабочую мощность. К северу и востоку от месторождения наблюдается уменьшение угленасыщенности, и количество угольных пластов с рабочей мощностью уменьшается до двух-трех. Наиболее мощные угольные пласты обычно залегают в верхней части месторождения.

Угли Орского бассейна относятся к бурым гумусовым. Содержание в них A^c колеблется от 12 до 27%, W^p от 35 до 40%, V^c от 25 до 39% и редко 40—43%, серы (в основном пиритной) от 0,5 до 5%. Высокое содержание серы встречается в единичных случаях. Теплотворная способность ($Q_б^г$) изменяется от 5500 до 6500 *кал*. Угли длительного хранения не выдерживают; они хорошо брикетируются.

Подсчет запасов углей Орской депрессии выполнен впервые. Общие запасы до глубины 300 *м* составили 1036 млн. *т*, из них: действительные — 623 млн. *т*, вероятные — 413 млн. *т*. Балансовые запасы составляют 985 млн. *т*, в том числе действительные — 610 млн. *т*, вероятные — 375 млн. *т*.

Орский буроугольный бассейн изучен еще недостаточно. Южная часть его освещена детальными и предварительными разведками, а остальная лишь редкой сетью поисковых скважин, которыми установлено наличие рабочих пластов. Эта и прилегающие к Орской депрессии площади заслуживают более детального изучения как возможно перспективные. По имеющимся материалам, наиболее перспективными участками Орского бассейна являются площади, расположенные севернее разведанной части Восточно-Уральского месторождения.

ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ И ЮЖНАЯ ЧАСТЬ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

КУЗНЕЦКИЙ БАССЕЙН

В результате широкого развития поисковых, геологосъемочных и геологоразведочных работ за последнее сорокалетие в Кузнецком бассейне создана прочная база угледобывающей промышленности. Этими работами должна быть охвачена вся площадь бассейна для выяснения деталей ее геологического строения и выяснения всех угольных залежей и качества их углей.

Выполняющие Кузнецкую котловину угленосные осадки в большей своей части относятся к верхнему палеозою и в меньшей к мезозою. В толще этих осадков мощностью от 5500 до 8800 *м* пласты углей распределены неравномерно. Так, в составляющих ее свитах — балахонской, кузнецкой, ильинской, ерунаковской, мальцевской и конгломератовой (последние две относятся к мезозою) только первая, четвертая и последняя содержат пласты угля промышленного значения. Угли конгломератовой свиты являются переходными от бурых к каменным и промышленностью пока не используются.

Материалы, получаемые при изучении угленосных отложений Кузнецкого бассейна, дают полное основание считать, что балахонская свита развита на всей площади бассейна, но выходы ее на поверхность сосредоточены только в его краевых частях. Отложения ерунаковской свиты занимают срединную часть площади бассейна и, наконец, третья из угленосных свит — конгломератовая — распространена в центральной части площади бассейна, прикрывая отложения ерунаковской свиты.

Количество пластов угля мощностью от 0,70 *м* и более в балахонской, ерунаковской и конгломератовой свитах достигает девяносто четырех при суммарной их средней мощности 192 *м*. При этом в первой из них число пластов рабочей мощности не меньше тридцати двух, во второй пятьдесят один и в третьей десять.

Угленосные отложения Кузнецкого бассейна в значительной степени дислоцированы, в особенности в краевых частях бассейна, т. е. в поле развития осадков балахонской свиты. Там они сложены в целый ряд линейного типа складок, оси которых параллельны обрамляющим бассейн горным кряжам. В срединной части бассейна, напротив, развита брахискладчатая структура. Складки в большинстве случаев широкие, с круто поставленными крыльями и пологим дном. Складчатость, в особенности в краевых частях бассейна, сопровождается большим количеством вертикальных смещений, иногда достигающих амплитуды 1000 *м* и прослеживающихся на десятки километров. Отложения конгломератовой свиты в целом дислоцированы очень слабо.

Сложность тектоники и крайняя бедность естественными обнажениями коренных пород весьма затрудняют изучение угленосных отложений бассейна, но большое число пластов угля, часть из которых достигает 6—14 *м*, а местами и 20—25 *м* мощности, а также сближенное их расположение создают очень благоприятные условия для угледобычи как подземным, так и открытым способом.

Давно уже установлено, что в качественном отношении угли Кузнецкого бассейна очень различны. Это разнообразие связано как с петрографическими ингредиентами, слагающими пласты углей, так и со степенью их метаморфизма. По сравнению с углями других свит, угли балахонской свиты более разнообразны, яснополосчаты и слагаются четырьмя основными петрографическими типами: блестящим, полублестящим, полуматовым и матовым. В зависимости от преобладания того или другого типа, а также от степени метаморфизма, меняется и качество углей пластов.

Угли ерунаковской свиты в большей своей части представлены сильно блестящими разностями, в меньшем количестве встречаются угли с неясно выраженной полосчатостью и полосчатые. Полублестящий и полуматовый типы углей в составе пластов этой свиты играют незначительную роль. Матовые типы встречаются редко в виде тонких прослойков у кровли пластов. Качество углей зависит от степени метаморфизма.

В конгломератовой свите выделяется четыре петрографических типа: фюзеновый, гумитовый, гумитолиптобиолитовый и сапропелитовый. По качествам угли балахонской свиты изменяются от газовых малоплавких, с содержанием летучих веществ до 34—36%, до антрацитов с содержанием летучих 4—5%. Угли ерунаковской свиты менее разнообразны и изменяются от сухих до типичных паровично-жирных.

В конгломератовой свите угли сухие длиннопламенные. Изучены они очень слабо, так как промышленностью не осваиваются. Угли первых двух свит подчиняются правилу Хильта и, следовательно, качество их изменяется со стратиграфической глубиной. Как показали наши исследования, угли балахонской свиты изменяют свое качество также и по простиранию. Один и тот же пласт балахонской свиты по простиранию в современном его выходе на поверхность (в зоне цементации) переходит из коксового или газового малоплавкого в тощий и обратно. Угли ерунаковской свиты по простиранию изменяются незначительно.

Металлургический кокс из углей Кузнецкого бассейна получается исключительно методом шихтования. В этих условиях при качественном разнообразии углей запасы их для получения кокса можно считать неограниченными. Угли этого бассейна относятся к высококалорийным (до 8650 *кал*), малосернистым (0,30—0,60%, как исключение до 1,0%) и в большей своей части малозольным (5—12%).

Показателем успешности изучения Кузнецкого бассейна является результат подсчета запасов его угля. По данным последнего подсчета, они увеличились вдвое против запасов 1937 г. и достигли 905,3 млрд. *т*, в том числе действительные — 70,88 млрд. *т*, вероятные — 253,51 млрд. *т* и возможные — 580,91 млрд. *т*.

Увеличение запасов угля достигнуто за счет включения в подсчет пластов угля мощностью от 0,40 до 0,69 *м*, а также более полным изучением ранее слабо изученных месторождений угля.

Как показали подсчеты запасов угля по всем угольным бассейнам и месторождениям Советского Союза, Кузнецкий бассейн, считавшийся ранее наиболее крупным из наших бассейнов, несмотря на увеличение запасов в два раза, занял четвертое место. Запасы его, по сравнению с общими запасами СССР, составляют 10,4%. Большое значение Кузнецкого бассейна в угледобывающей промышленности СССР останется за ним на долгое время благодаря его географическому положению, крупным запасам высококачественных углей и их сосредоточенностью на ограниченных площадях бассейна. Распределение запасов углей Кузнецкого бассейна (в млрд. *т*) по возрасту дается в табл. 12.

Таблица 12

Свита	Всего	В том числе балансовые	Коксующиеся угли	
			всего	в том числе балансовые
Мезозой J_{1-2}				
Конгломератовая	55,93	45,14	—	—
Верхний палеозой P_{1-2}				
Ерунаковская	439,56	382,62	290,95	249,25
Балахонская[1]	409,70	376,32	73,10	70,09
Средний девон				
Барзасские сапромикситы	0,08	0,06	—	—

Распределение общих запасов углей бассейна (в млрд. *т*) по глубинам показано ниже.

0—300 *м*	156,48 млрд. *т*	600—1 200 *м*	302,36 млрд. *т*
300—600 „	169,34 „ „	1 200—1 800 „	277,12 „ „

По степени метаморфизма угли Кузнецкого бассейна распределяются следующим образом (в млрд. *т*).

А + Т	263,42 млрд. *т*	Д	65,16 млрд. *т*
ПС + К + ПЖ	216,0 „	ДБ	55,90 „ „
Г	304,82 „		

ГОРЛОВСКИЙ БАССЕЙН

Небольшой по площади Горловский бассейн расположен в 100 *км* к юго-востоку от Новосибирска. Площадь бассейна имеет ширину 1,5—7,5 *км* и длину до 100 *км*. Угленосные осадки здесь сопоставимы с балахонской свитой Кузнецкого бассейна. Частично развиты в этом бассейне и осадки кузнецкой свиты. Угленосные отложения и подстилающий их карбон в значительной степени дислоцированы, что наряду с очень слабой обнаженностью коренных пород затрудняет изучение бассейна. Сравнительно хорошо исследована только южная часть бассейна, где ведется добыча углей. Общее число угольных пластов бассейна достигает пятнадцати; суммарная их мощность 41,9 *м*, мощности отдельных пластов 1,17—7,83 *м*. Угли малозольные и малосернистые, относятся к высокосортным антрацитам. Распределение запасов углей этого бассейна по степени достоверности и зонам глубин приведено (в млн. *т*) в табл. 13.

[1] В 1956 г. стратиграфической конференцией было принято деление балахонской свиты на нижнюю и верхнюю; возраст первой был принят как C_{2-3}. *Прим. ред.*

Таблица 13

Запасы	По степени достоверности			По зонам глубин				
	действительные	вероятные	возможные	0—300 *м*	300—600 *м*	600—1200 *м*	1200—1800 *м*	Всего
Общие	0,07	2,26	14,90	3,30	3,80	6,53	3,60	17,23
В том числе балансовые	0,07	2,26	12,83	2,84	3,26	5,76	3,30	15,16

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТОМСКОЙ, НОВОСИБИРСКОЙ И ОМСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

При изысканиях под гидрогеологические сооружения многими буровыми скважинами, бурившимися в пределах этих областей, были встречены бурые угли верхнетретичного возраста. Специальные работы с целью выяснения распространения по площади и установлению качества их проведены были только в Томской обл. на трех месторождениях: Ярском, Казанском и Реженском. Подсчитанные запасы углей этих месторождений достигают 2589,5 млн. *т*. В Омской обл., где возможны большие запасы углей, они подсчитаны только на месторождениях Екатерининском, Муромцевском, Лисинском, Мысовском и Петровском и достигают 2,5 млн. *т*. По Новосибирской обл. запасы угля не подсчитаны, так как имеющихся материалов для этого недостаточно. В Алтайском крае бурые угли юрского возраста развиты преимущественно в Салтонском районе. Из известных там десяти месторождений сравнительно лучше изучены Мулнайское, Новомулнайское и Таузасское, запасы которых соответственно достигают 48,42 и 17 млн. *т*.

КАНСКО-АЧИНСКИЙ БАССЕЙН

Под Канско-Ачинским бассейном понимается весьма обширная площадь почти непрерывного распространения угленосных отложений юрского возраста, протягивающаяся в широтном направлении вдоль Транссибирской ж. д. от г. Анжеро-Судженска на западе почти до г. Тайшет на востоке. Общая протяженность бассейна достигает 700 *км* при ширине 100—300 *км*. Южная, западная и восточная границы бассейна естественные и определяются глубиной эрозионного среза угленосных отложений на каждом отдельном участке, тогда как в северо-западном направлении эти отложения, постепенно погружаясь на значительную глубину, уходят на территорию Западно-Сибирской низменности.

По последним данным, наиболее низкие горизонты угленосной толщи относятся к верхам нижней юры, тогда как основная часть этой толщи, несомненно, является среднеюрской. В отдельных районах, где от последующего размыва сохранились наиболее высокие горизонты угленосной толщи, получены материалы, свидетельствующие о верхнеюрском возрасте этих горизонтов. Одновременно с подсчетом запасов юрских углей, подсчитаны запасы и по небольшим месторождениям углей каменноугольного (Рыбинский район) и третичного (Бельско-Мотыгинский район) возрастов.

Мощность продуктивной толщи юрского возраста (несомненно, неполная) в большей части районов бассейна составляет 400—700 *м*, но местами она уменьшается до 250—300 *м*. Там, где юрская угленосная толща сохранилась почти полностью (в северных районах бассейна), мощность ее 900—1100 *м*. Угольные пласты приурочены к нижней и верхней частям толщи. Нижняя продуктивная пачка присутствует лишь в некоторых районах, где, по-видимому, осадкообразование началось

несколько раньше, чем в других районах. В этой пачке, в зависимости от ее мощности, содержится от двух до пятнадцати угольных пластов, из которых первые одиннадцать имеют рабочую мощность. Суммарная мощность всех рабочих пластов угля колеблется от 2 до 20 *м*. Пласты углей нижней пачки распространены в Северо-Судженском месторождении (один неустойчивый пласт угля), Итатском (от одного до трех рабочих пластов угля непостоянной мощности в макаровской толще), Боготольском (один неустойчивый пласт в косульской свите), Соболевском (от четырех до пяти рабочих пластов в селекском горизонте), Назаровском (до четырех рабочих пластов) и Саяно-Партизанском (до одиннадцати рабочих пластов).

Верхняя продуктивная пачка распространена повсеместно; она заключает в себе от трех до двадцати пластов угля, из которых рабочей мощности достигают от двух до десяти пластов. Суммарная мощность рабочих пластов угля изменяется от 6 до 100 *м*. В верхней части верхней пачки, носящей в различных месторождениях разные названия, залегает мощный пласт весьма изменчивой мощности — от 5 до 100 *м*. Наибольшую мощность этот пласт имеет на Итатском (26—100 *м*), Боготольском (10—15 *м*) и Алтатском (15—50 *м*) месторождениях, т. е. в западной части бассейна.

В тектоническом отношении Канско-Ачинский бассейн представляет собой систему довольно обширных мульд с очень полого (от 1 до 10°) наклоненными крыльями, усложненными весьма пологой волнистой складчатостью. Углы падения крыльев синклинальных складок несколько увеличиваются (до 20—60°) на участках, примыкающих непосредственно к древним складчатым сооружениям — Восточному Саяну, Енисейскому кряжу и хр. Арга.

Благодаря своему пологому и спокойному залеганию, указанный мощный пласт на очень многих участках пригоден для открытой разработки. Коэффициент вскрыши колеблется от 0,5—1,0 до 4 $м^3/т$. Особенно благоприятными горногеологическими условиями характеризуются Итатское, Боготольское, Назаровское, Бородинское и Абанское месторождения, уже в достаточной мере разведанные.

Третичные угли (от одного до четырех пластов суммарной мощностью до 7,5 *м*) в Бельско-Мотыгинском районе залегают также мульдообразно. Каменноугольные отложения, которым подчинен один пласт угля мощностью 1 *м*, залегают со слабым наклоном и уходят под юрские отложения.

Глубина залегания третичных углей не более 25—50 *м*. Палеозойские угли, по-видимому, погружаются на глубину до 500 *м*. Пласты угля юрского возраста в большей части районов бассейна залегают в интервале глубин 0—600 *м*. Лишь в западной и северо-западной частях бассейна, где палеозойский фундамент постепенно погружается, глубина их залегания, по данным опорного бурения, увеличивается до 2000 *м* и более.

Угли Канско-Ачинского бассейна, кроме юрских углей Саяно-Партизанского месторождения и палеозойских углей Рыбинского района, относятся к бурым гумусовым. В их составе преобладают плотные матовые, часто штриховатые или тонкополосчатые разновидности; в ряде пластов наблюдаются пачки волокнистого фюзенового угля, а иногда рыхлые землистые разности. Эти угли характеризуются в среднем следующими показателями: W^a 8—20%, W^p 25—30%, A^c 10—13%, $S^л_{общ.}$ 0,7—1,5%, V^r 30—45%. Теплотворная способность на горючую массу колеблется от 6400 до 6800 *кал* и на рабочее топливо около 4000 *кал*.

Угли Саяно-Партизанского месторождения являются газовыми, спекающимися, сравнительно малозольными. Они содержат: A^c от 8 до 15%; V^r от 42 до 46%; $S^л_{общ.}$ 0,9—2%; толщина пластического слоя в углях

нижних пластов колеблется от 8 до 13 *мм*. Угли являются легко и среднеобогатимыми.

Третичные угли относятся к бурым; частично представлены лигнитами.

Общие геологические запасы углей Канско-Ачинского бассейна составляют 1220 млрд. *т*.

За 20 лет, протекших со времени первого подсчета геологических запасов углей бассейна, производившегося в 1937 г., запасы его возросли в 14 раз. Почти треть этих запасов (365 млрд. *т*) находится в пределах глубин 0—600 *м*. Значительная часть запасов (до 7%) содержится в пластах угля, пригодных к открытой разработке. Разведанность углей Канско-Ачинского бассейна достаточно высока; общая сумма действительных запасов, лежащих главным образом в пределах глубин 0—300 *м*, достигает почти 35 млрд. *т*.

Перспективы увеличения запасов углей практически очень велики; они могут в Канско-Ачинском бассейне значительно возрасти в процессе более детального изучения и разведки площадей или совсем не изученных, или изученных недостаточно хорошо.

МИНУСИНСКИЙ БАССЕЙН

Угленосные отложения Минусинского каменноугольного бассейна распространены не повсеместно, а сохранились от размыва лишь в наиболее глубоких, разобщенных мульдах. Они подстилаются толщей лагунно-континентальных осадков нижнего карбона, с которой связаны постепенным переходом. Нижняя часть угленосной толщи мощностью 700—900 *м* имеет каменноугольный (от верхов визе до верхов карбона) возраст, а верхняя — нижнепермский (вероятно, сакмарский и артинский, возможно, также частично кунгурский); максимальная известная мощность пермской части толщи 1100—1200 *м*.

Количество пластов угля и их мощность закономерно возрастают снизу вверх по разрезу во всех мульдах. Пласты угля самой нижней части толщи отличаются большой неустойчивостью. Вместе с тем количество и суммарная мощность рабочих пластов угля сильно варьируют в различных мульдах, хотя общее количество угольных пластов и пропластков изменяется мало (двадцать три-двадцать шесть в каменноугольной части и тринадцать-двадцать в пермской части толщи). В табл. 14 приводятся (раздельно для карбоновой и пермской частей толщи) количества и суммарные мощности рабочих пластов угля отдельных месторождений (мульд).

Таблица 14

Месторождения	Карбоновая часть угленосной толщи		Пермская часть угленосной толщи	
	Количество пластов угля	Суммарная мощность, *м*	Количество пластов угля	Суммарная мощность, *м*
Аскизское	16	17,5	—	—
Бейское	18	40,8	14	28,2
Изыхское	16	24,5	28	57,5
Черногорское	8	9,5	—	—
Кутень-Булукское	2	7	—	—
Интикульское	1	1	—	—
Белоозерское	3	2,5	19	19,5

Угленосные отложения слагают обычно более или менее пологие брахискладки. Угли падения крыльев последних колеблются от 10 до 25°; одно крыло складки иногда бывает крутым (Аскизская и Белоозерская мульды). Дизъюнктивные нарушения редки и обычно незначительной

амплитуды. На большей части месторождений условия залегания угольных пластов простые; не менее благоприятны и другие горнотехнические условия: вмещающие породы достаточно устойчивы, притоки воды незначительны; пласты угля средней и верхней частей толщи достаточно выдержаны по простиранию и падению. Глубина залегания пластов угля зависит от размеров мульды и крутизны ее крыльев. В южной части крупной Приенисейско-Абаканской мульды (Белоярское и Нарылковское месторождения) глубина залегания пластов достигает 1800 *м*; в Белоозерской и Бейской мульдах не более 1200 *м*, а в узкой Аскизской мульде и широкой, но не глубокой Черногорской части Приенисейско-Абаканской мульды около 600 *м*. Небольшие Кутень-Булукская и Интикульская мульды характеризуются и неглубоким (до 300 *м*) залеганием угольных пластов.

На Изыхском и Бейском месторождениях разведаны пласты угля мощностью 10—15 *м*, на отдельных участках вполне пригодные для открытой разработки.

Угли Минусинского бассейна каменные гумусовые; угольные пласты сложены преимущественно полублестящими, большей частью клареновыми разновидностями, однако в отдельных пластах отмечается значительное количество фюзена. Угли нижних пластов характеризуются дисперсной минерализацией (A^c 20—38%), в связи с чем относятся к трудно и весьма трудно обогатимым. Зольность вышележащих углей каменноугольного возраста несколько меньше (11—33%); еще меньше зольность пермских углей (10—28%); эти угли несколько легче обогащаются. Содержание общей серы колеблется в пределах 0,4—3,0%, в большинстве случаев 0,5—0,8%. Теплотворная способность углей (на горючую массу) колеблется от 7300 до 8200 *кал*, заметно повышаясь от верхних к нижним пластам. Метаморфизм углей несколько повышается в направлении с востока на запад. Угли каменноугольного возраста на Черногорском месторождении являются переходными от газовых к длиннопламенным и не обнаруживают признаков спекания. Те же угли на Бейском месторождении относятся уже к газовым низшей подстадии и самые нижние из них слабо спекаются; угли самых верхних пластов относятся к длиннопламенным.

На Аскизском месторождении угли всех пластов являются газовыми, причем в нижних пластах они относятся к высшей подстадии газовой степени метаморфизма и обнаруживают пластический слой толщиною 10—13 *мм*. Аскизские угли могут использоваться в коксовой шихте в количестве до 30%. Выход летучих веществ из минусинских углей колеблется в пределах 38—50,6%. Угли нижних пластов Бейского месторождения характеризуются значительным выходом первичной смолы: 6,7—10,2% на рядовой уголь (при зольности 25—38%) или 10,8—15,5% в пересчете на горючую массу.

Впервые общие запасы углей Минусинского угольного бассейна были подсчитаны в 1936 г. к XVII сессии Международного геологического конгресса и составляли 20 600 млн. *т*. Запасы углей этого бассейна на 1955 г. составляют 37 млрд. *т*.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТУВИНСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

В Туве, преимущественно в центральной ее части, в последние годы выявлены и частично разведаны Улухемский бассейн и пять месторождений — Онкажинское, Актальское, Инитальское, Аргузунское и Чаданское (Барахольское). На этих площадях имеют развитие угленосные отложения среднеюрского возраста скорее всего одной фазы углеобразования. На Актальском и Онкажинском месторождениях, кроме того, развиты средне- и верхнекаменноугольные угленосные отложения, непосредственно подстилающие среднеюрские.

Мощность верхнепалеозойской угленосной толщи около 350 *м*. В ней содержится до десяти пластов каменного угля. На Онкажинском месторождении встречаются от трех до девяти угольных пластов, суммарной мощностью от 18 до 25 *м*; на Актальском месторождении имеются четыре рабочих пласта суммарной мощностью 7,5 *м*. Все эти пласты приняты к подсчету запасов.

В Улухемском бассейне мощность юрской толщи достигает 1300 *м*, но мощность ее продуктивной части не превышает 585 *м*. На остальных разрозненных месторождениях сохранились от размыва самые нижние горизонты юрской толщи мощностью 100—470 *м*. В Улухемском бассейне встречаются от семи до семнадцати угольных пластов, из них от трех до пяти рабочих; суммарная мощность рабочих пластов изменяется от 2 до 10,5 *м*, наименьшей она является в северной части бассейна. На Инитальском месторождении мощность двух рабочих пластов угля составляет 5,5 *м*. На остальных месторождениях выявлено по одному рабочему пласту (0,7—13,4 *м*). К подсчету запасов приняты все рабочие пласты угля, а в Улухемском бассейне также разведанные пласты мощностью от 0,40 *м* и более.

Все угольные месторождения Тувы по структуре представляют собой брахискладки, во впадинах варисского времени, хорошо выраженные в современном рельефе. Небольшие по площади месторождения приурочены к простым котловинам, иногда осложненным на крыльях позднейшими дизъюнктивными нарушениями. Более крупные месторождения — Улухемский бассейн и Инитальское — характеризуются наличием периферической складчатости и небольших антиклинальных поднятий, несколько нарушающих в общем простые условия залегания угольных пластов. Углы падения их изменяются в довольно широких пределах, но чаще составляют 15—30°. Максимальная глубина залегания угольных пластов на Чаданском, Аргузунском и Актальском месторождениях не более 300 *м*; на Инитальском месторождении 600 *м*, Онкажинском 1000 *м*, а в Улухемском бассейне, по-видимому, превышает 1800 *м*. Пригодные для открытых работ участки в Туве пока не выявлены. Ряд месторождений (Чихачевское, Эрбекское, Усть-Элегестское в Улухемском бассейне, частично Инитальское месторождение) вполне пригодны для штольневых разработок.

Палеозойские угли являются каменными гумусовыми с большим содержанием матовых и полуматовых типов и весьма высокой степенью дисперсной минерализации всех петрографических их разновидностей. Наиболее блестящие и менее зольные типы угля имеют пластический слой до 19 *мм*. В целом же эти угли не спекаются. В них содержатся A^c 30,5—50,4%; $S^л_{общ.}$ 0,3—0,5%; V^r 25—37,5%. По степени метаморфизма палеозойские угли очевидно относятся к жирным. Они принадлежат к весьма трудно обогатимым или вовсе не обогащающимся углям.

Юрские угли также относятся к гумусовым каменным, но, в отличие от палеозойских, характеризуются меньшей зольностью и более разнообразны по качеству, которое зависит от степени метаморфизма. В Улухемском бассейне установлена следующая закономерность пространственного размещения углей различного качества: угли наивысшей степени метаморфизма размещаются вдоль оси максимального погружения юрских отложений или оси прогиба Кызыльской депрессии, проходящей с северо-востока на юго-запад. Метаморфизм углей уменьшается на крыльях депрессии, а также в районах воздымания оси независимо от увеличения здесь местами интенсивности складчатости. Согласно специальной рабочей схеме технологической группировки юрских углей Тувинской А. О. произведена их маркировка, учитывающая: высокий выход летучих веществ (V^r от 35% для коксовых жирных до 46% для газовых) и высокую усадку (от 10—20 *мм* для первых до 45—50 *мм* для вторых). Несмотря на указанные особенности улухемских углей, они по другим

основным технологическим свойствам являются высококачественными спекающимися углями. Среди них различаются: коксовые жирные усадочные (КЖУ), жирные усадочные 1-й и 2-й групп ($ЖУ_1$ и $ЖУ_2$), газовые жирные усадочные (ГЖУ), газовые усадочные 1-й и 2-й групп ($ГУ_1$ и $ГУ_2$) и газовые малоплавкие (ГМ) угли. Зольность углей большей частью 6—20%; обогатимость их легкая и средняя. Содержание общей серы в них не более 0,8%, но обычно менее 0,5%, а содержание фосфора 0,004—0,01%. Запасы углей Тувинской авт. обл. составляют 18,6 млрд. *т*, в том числе запасы Улухемского бассейна 17,9 млрд. *т*.

Из общего количества запасов углей Тувы на долю углей каменноугольного возраста приходится 216 млн. *т*, в том числе балансовых 214 млн. *т*, а на долю юрских углей 18 467 млн. *т*, в том числе балансовых 10 609 млн. *т*.

Подсчитанными запасами, очевидно, не исчерпываются все угольные богатства Тувы. Несомненно перспективной является закрытая площадь между Меджигейским месторождением и хребтом Восточный Таннуола, на которой следует ожидать угленосные отложения, протягивающиеся сюда из района Совхозного месторождения (продолжение синклинальной складки). Судя по карте прогноза, здесь должны быть развиты коксующиеся угли.

Признаки угленосности установлены также в крайней северо-восточной части Тувы — в бассейне р. Бий-Хем (районы Серлиг-Хем и Саглы). Вследствие отсутствия конкретных данных о площадях распространения, количестве и мощности угольных пластов в перечисленных районах, подсчет запасов по ним не производился.

ИРКУТСКИЙ БАССЕЙН

Иркутский угольный бассейн расположен в Восточной Сибири, в долине верхнего течения р. Ангары. Угленосные отложения здесь прослеживаются в виде довольно широкой полосы вдоль Восточно-Сибирской ж. д. от г. Нижнеудинска на северо-западе до оз. Байкал на юго-востоке. Площадь, занимаемая бассейном, достигает 37,5 тыс. $км^2$.

Угленосная толща средне- и верхнеюрского возраста общей мощностью 750 *м* выполняет крупную Присаянскую депрессию, занимающую промежуточное положение между Саянской складчатой областью и Сибирской платформой. Угленосная юра залегает с резким несогласием на нижнепалеозойских отложениях и перекрывается незначительной мощности третичными и четвертичными отложениями. Средняя юра подразделяется на три свиты — нижнюю безугольную мощностью до 150 *м*, среднюю угленосную мощностью более 300 *м* и верхнюю безугольную мощностью до 250—400 *м*; при этом мощность отложений увеличивается по направлению от платформенной части бассейна к прискладчатой.

Нижняя безугольная свита представлена переслаивающимися конгломератами и песчаниками с подчиненным количеством алевролитов и аргиллитов. Продуктивная свита имеет повсеместное распространение на территории бассейна. Она представлена переслаивающимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами и углями. Верхняя безугольная свита развита в основном в юго-восточной части бассейна. Она сложена песчаниками, среди которых имеются довольно мощные горизонты аргиллитов, включающих линзы угля. Отложения юрской угленосной толщи представлены озерными, торфяно-болотными и речными фациями.

Угленосные отложения бассейна характеризуются пологим (местами горизонтальным) залеганием. В Присаянской зоне они смяты в пологие складки северо-западного простирания с крыльями, падающими под углами до 25—30°.

Угленасыщенность юрских отложений на площади неодинакова. Продуктивная свита подразделяется на отдельные горизонты, число ко-

торых различно на разных месторождениях и колеблется от двух до десяти. В каждом горизонте несколько угольных пластов. Общее число угольных пластов колеблется от одного до семнадцати, хотя на большинстве месторождений их от трех до пяти. Они в большинстве случаев не выдержаны по мощности и строению, часто расщепляются и выклиниваются. Мощность пластов колеблется от нерабочей до 25 *м*, составляя в среднем 0,7—2,0 *м*. Наибольшей мощностью угольных пластов характеризуются Черемховское месторождение (мощность пласта Главного до 8—10 *м*), Ново-Метелкинское месторождение (мощность основного рабочего пласта до 25 *м*), Каранцайское и Азейское месторождения (10—12 *м*). На всех перечисленных месторождениях возможна разработка угля открытым способом (коэффициент вскрыши от 0,5 до 7,5 $м^3/т$).

В бассейне содержатся как гумусовые, так и сапропелевые угли; последние обычно слагают прослойки среди гумусовых углей в пластах сложного строения; иногда они преобладают над гумусовыми углями, как это наблюдается в периферических частях бассейна, в месторождениях правобережья р. Ангары.

Гумусовые угли в основном клареновые, реже дюрено-клареновые; очень редко встречаются типично дюреновые и фюзено-ксиленовые угли.

В Иркутском бассейне установлено присутствие бурых, длиннопламенных и газовых углей. В распределении углей различной степени метаморфизма на площади наблюдается некоторая зональность, а именно: северо-восточные части бассейна содержат бурые угли, центральная же и юго-западная части — каменные угли марок Д и Г.

Гумусовые угли содержат: W^a 3—19%; A^c 4—20%; V^r 30—51%; $S^л_{общ.}$ 1—6%; C^r 70—78%; H^r 5,3—7,0%. Теплотворная способность ($Q^r_б$) 7200—8100 *кал*. Выход смолы при полукоксовании колеблется от 5 до 17%. Сапропелевые угли содержат: W^a 6—9%; A^c 21—29%; V^r 64—77%; $S^л_{общ.}$ 0,4—0,8%; C^r 65—66%; H^r 7,3—9,4%. Теплотворная способность ($Q^r_б$) 8000—8700 *кал*. Выход смолы составляет 23—39%.

Иркутский угольный бассейн известен уже свыше 100 лет; на продолжении многих десятилетий в нем проводились многочисленные геологические работы и в настоящее время он является одним из наиболее хорошо изученных. Первый подсчет запасов угля здесь был произведен в 1913 г. к XII сессии МГК. Он был выполнен путем распространения данных об угленосности Черемховского месторождения на всю площадь бассейна. Запасы последнего определялись в 150 млрд. *т*. В последующем выяснилось, что средняя угленосность отложений бассейна меньше, чем принятая в первом подсчете, и поэтому в результате подсчета запасов углей этого бассейна к XVII сессии МГК они уменьшились до 79 млрд. *т*. Согласно подсчету, произведенному на 1 января 1955 г., общие запасы углей Иркутского бассейна составляют 88,9 млрд. *т*, т. е. увеличились на 11% по сравнению с данными предыдущего подсчета, что объясняется хорошей разведанностью бассейна уже к 1937 г.

СЕВЕРНАЯ ЧАСТЬ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

ТАЙМЫРСКИЙ БАССЕЙН

Этот угольный бассейн расположен в северной (горной) части Таймырского полуострова. Это складчатая область, сложенная угленосными пермскими, триасовыми и меловыми отложениями, причем триасовое угленакопление непромышленное.

Пермские отложения, имеющие общую мощность около 4000 *м*, представлены переслаивающимися морскими и континентальными осадками, в верхних горизонтах сменяющимися туфогенной толщей, сложенной лавовыми покровами и различными пирокластическими породами.

Мощность последних колеблется от 300 до 1000 *м*. В восточной части Таймырского полуострова на туфогенной толще залегают песчано-глинистые триасовые отложения мощностью до 1200 *м*. Юрские и нижнемеловые отложения с резким угловым несогласием залегают на различных горизонтах триаса, палеозоя, а иногда и протерозоя. Они представлены переслаивающимися морскими и континентальными осадками общей мощностью в несколько сотен метров.

Угленосные толщи пермского и триасового возрастов собраны в линейные складки почти широтного простирания, осложненные разрывными нарушениями. В ядрах некоторых антиклинальных складок в пределах площади развития угленосных отложений перми обнажаются подстилающие ее породы карбона, а иногда даже девона. Углы падения пород на крыльях складок достигают 50—65° и более. Юрские и меловые отложения дислоцированы менее интенсивно, чем палеозойские толщи; они смяты в широкие пологие складки, с падением пластов на крыльях под углом 3—5°. В непосредственной близости к зонам дизъюнктивных нарушений углы падения пластов мезозойских отложений достигают 50—70°.

На площади Таймырского бассейна имеются крупные надвиги почти широтного простирания, секущие под острым углом основные направления складок и имеющие амплитуду несколько километров. В результате этих нарушений северная граница бассейна на значительном протяжении является тектонической и пермские отложения контактируют здесь с породами среднего и нижнего палеозоя.

Угленосность приурочена главным образом к верхним горизонтам нижне- и верхнепермских отложений. Угольные пласты общим числом до двадцати девяти имеют мощность от нерабочей до 10,5 *м*. Суммарная мощность пластов угля в пермской угленосной толще около 48 *м*. Они имеют чаще простое строение, но на отдельных месторождениях наблюдаются и сложные пласты, состоящие из ряда угольных пачек, разделенных прослоями пустой породы.

Угли гумусовые, малозольные и малосернистые. Они содержат: W^a 1,08—3,15%; A^c 4,91—17,74%; V^r 4,34—31,54%; $S^л_{общ.}$ 0,12—0,87%; C^r 80,98—94,70%; H^r 1,03—4,73%. Теплотворная способность углей 7723—8164 *кал*. По степени метаморфизма угли пермского возраста относятся к маркам от паровично-жирных до антрацитов включительно. При этом хорошо проявляется правило Хильта, выраженное в закономерном повышении степени метаморфизма со стратиграфической глубиной. Кроме того, намечается зональное распределение углей различной степени метаморфизма на площади их распространения. В частности, степень метаморфизма углей уменьшается с запада на восток.

К триасовым отложениям приурочено два угольных горизонта мощностью 55 и 105 *м*, содержащих большое количество прослойков угля мощностью 0,2—0,3 *м*; в верхнем горизонте имеется два пласта сложного строения мощностью 1,1 и 1,15 *м* с суммарной мощностью угольной массы не более 0,35—0,4 *м*. Угли гумусовые, малозольные, по степени метаморфизма относятся к газовым.

Угленосность меловых отложений изучена крайне плохо. Они содержат, вероятно, более пяти угольных пластов. Мощность их колеблется от 1 до 5 *м*. Угли гумусовые и гумусово-сапропелевые, относительно малозольные. Они содержат: W^a 13,8—15,3%; A^c 4,2—8,3% $S^л_{общ.}$ 0,3%; V^r 38,3—41,0%. Теплотворная способность углей от 6150 до 6500 *кал*. По степени метаморфизма угли относятся к бурым и иногда к переходным от бурых к длиннопламенным.

Общие геологические запасы углей Таймырского бассейна, составляют 583,5 млрд. *т*.

До Октябрьской революции этот угольный бассейн не был известен, и в подсчетах запасов углей, проведенных к XVII сессии МГК в 1937 г.

не учитывался, так как в то время территория Таймырского полуострова продолжала оставаться белым пятном на геологической карте.

В результате геологических исследований, проведенных в 1936—1955 гг. Главным управлением Севморпути, были выяснены основные черты геологического строения и характера угленосности Таймыра, позволившие дать общую оценку промышленного значения как в целом угольного бассейна, так и отдельных его месторождений.

ТУНГУССКИЙ БАССЕЙН

Тунгусский угленосный бассейн или Тунгусская угленосная площадь, измеряемая многими сотнями тысяч квадратных километров, занимает значительную часть Сибирской платформы и относится к типу платформенных бассейнов. Продуктивные отложения средне- и верхнекаменноугольного, нижне- и верхнепермского возрастов залегают на размытой поверхности пород нижне- и среднепалеозойского возраста; последние обнажаются не только по периферии угленосной площади, но выходят также в эрозионных окнах — в куполах брахискладок среди поля развития продуктивных отложений.

Нижняя, меньшая по мощности часть продуктивной толщи имеет каменноугольный возраст и в разных частях бассейна выделяется под разными названиями (руднинская свита мощностью до 125 *м* в Норильском районе, анакитская или катская свита мощностью 0—150 *м* в западной, центральной и южной частях бассейна, листвяжнинская свита мощностью 200—350 *м* в Тасеевском районе). Каменноугольные продуктивные отложения распространены, по-видимому, не повсеместно; в частности, они, вероятно, отсутствуют или сохранились только на ограниченных участках в восточной части бассейна. В Норильском районе эта часть толщи заключает в себе до трех рабочих пластов угля, в Тасеевском районе до десяти пластов суммарной мощностью 13—16 *м*. В южной, Приангарской части бассейна с ней, по-видимому, связано два-четыре пласта угля общей мощностью 5—8 *м*. На значительной центральной площади бассейна не установлено каменноугольных отложений с рабочими пластами угля и поэтому в подсчет запасов эта часть толщи включена только в Норильском, Тасеевском и Приангарском районах.

Значительно более широким распространением в Тунгусском бассейне пользуются пермские продуктивные отложения, имеющие также и большую мощность. В разных районах они разделяются на разное число свит, имеющих местные названия. Попытку унификации всех этих свит, сделанную недавно, нельзя считать удачной. В Норильском районе мощность (неполная) пермских отложений 170—210 *м*, в бассейне р. Н. Тунгуска: на западе 850—1000 *м*, на востоке и на юге 400—500 *м*. Еще меньше, по-видимому, мощность подуктивной перми в восточной части бассейна. В Тасеевском районе, где разрез далеко не полный, мощность перми изменяется от 200 до 550 *м*.

Соответственно с общим уменьшением мощности продуктивных отложений с запада на восток в этом же направлении происходит и уменьшение их угленасыщенности. Суммарная мощность пластов угля на отдельных месторождениях приводится в табл. 15.

Угленосные отложения на значительной части площади Тунгусского бассейна характеризуются очень простым пологоволнообразным залеганием, осложненным в отдельных местах брахискладками с падением пород на крыльях под углом 5—15°. В западной и крайней юго-западной частях бассейна, в зоне перехода от платформы к древним складчатым сооружениям Енисейского кряжа, наблюдаются более отчетливо выраженные линейные складки с падением пород на крыльях под углом до 50°. На всей территории широко развиты разрывные нарушения.

Таблица 15

Район, месторождение	Количество пластов		Суммарная мощность в *м*	
	общее	рабочей мощности	всех пластов	рабочих
Норильский район	18	9	30—33	20—25
Западная часть бассейна . . .	18	13	23,5	20,3
Среднее течение Н. Тунгуски	12	11	14,5	11,0
Верховья р. Котуй	13	2	3,0	2,5
Кокуйское месторождение . .	27	17	88,0	82,0*
Тасеевское месторождение . .	8	4	9,0	6,0
Кежемский район	2	2	4,0	4,0

* В том числе один пласт мощностью 57 *м*.

Продуктивные отложения перекрываются мощной серией туфогенных и лавовых образований, которые лежат не только на разных горизонтах первых, но даже на средне- и нижнепалеозойских породах, что указывает на глубокий размыв угленосных отложений.

Вместе с тем угленосная толща повсеместно интрудирована долеритовой магмой, в результате чего образовались многочисленные пластовые и секущие тела долеритов, часто многоярусные и мощные (до 50—100 *м*). Вследствие внедрения в продуктивную толщу магматических пород, угольные пласты на ряде участков подверглись термальному метаморфизму, особенно сильно проявившемуся в западной части бассейна. В последнее время в Тасеевском районе обнаружены участки, пригодные для открытых работ (Кокуйское месторождение).

Качество углей Тунгусского бассейна отличается большим разнообразием, что объясняется как условиями регионального метаморфизма, так и широким развитием здесь явлений термального метаморфизма. Если рассматривать бассейн в целом, то легко можно уловить, что степень метаморфизма углей заметно уменьшается с запада на восток. При этом в северных районах бассейна на западе распространены высокометаморфизованные угли — антрациты, тощие, паровично-спекающиеся (в Норильском районе паровично-жирные, коксовые), а в центральных большей частью развиты газовые и паровично-жирные угли, которые в контактовых зонах с долеритами сменяются коксовыми и паровично-спекающимися.

В южных районах бассейна степень метаморфизма углей значительно ниже. Газовые угли имеются здесь только на западе и то лишь в низах толщи. Угли верхних горизонтов толщи на западе, как и в центральной и восточной частях бассейна, относятся к длиннопламенным. На больших участках эти угли в результате термального метаморфизма превращены в паровично-жирные, коксовые и даже тощие. В крайних южных, юго-восточных и восточных районах бассейна развиты преимущественно длиннопламенные и переходные к бурым угли. Местами, возможно, здесь развиты и настоящие бурые угли.

Для многих угольных пластов Тунгусского бассейна характерно наличие значительного количества фюзеновых, фюзено-ксиленовых и дюреновых разновидностей углей. Зольность угля большей частью составляет 8—13%; содержание общей серы 0,5—1,2%. Теплотворная способность на горючую массу 6900—8500 *кал*. Выход летучих веществ, в связи с особенностями петрографического строения пластов, часто невелик (для газовых углей 26—38%).

Запасы угля Тунгусского бассейна составляют 1745 млрд. *т*, однако ввиду слабой изученности бассейна перспективы увеличения его запасов практически почти не ограничены.

УСТЬ-ЕНИСЕЙСКИЙ УГЛЕНОСНЫЙ РАЙОН

В результате поисковых работ, проведенных на нефть в низовьях р. Енисея, в 1934—1955 гг. выявлен новый крупный угленосный район, простирающийся от водораздела рр. Таза и Енисея на западе до 96° в. д. на востоке. Угленосность приурочена к меловым отложениям общей мощностью до 3200 *м*, из которых на долю собственно угленосных толщ приходится около 1500 *м*. Меловые отложения несогласно залегают на юрских отложениях мощностью до 1200 *м*. Угленосные толщи подстилаются морскими отложениями валанжина и готерива и перекрываются верхнемеловыми морскими песчаными отложениями. Возраст угленосной толщи определяется по ее залеганию между морскими, фаунистически охарактеризованными отложениями, как баррем—сеноман. К западу от р. Енисей, выше морских верхнемеловых отложений обнаружены континентальные, возможно, угленосные отложения датского яруса — палеоцена.

Угленосная толща В. Н. Саксом делится на три свиты: малохетскую, яковлевскую и долганскую. Угленосность приурочена к двум нижним свитам. Мощность малохетской свиты достигает 375 *м*. Она представлена переслаивающимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами и углями. Яковлевская свита (апт—альб) представлена преимущественно алевролитами и аргиллитами с мощными и многочисленными пластами угля. Мощность свиты 520 *м*.

В тектоническом отношении Усть-Енисейский угленосный район представляет собой пологий прогиб широтного направления, осложненный на крыльях брахискладками и куполовидными поднятиями, нарушенными многочисленными сбросами. Вдоль северного и южного бортов впадины местами прослеживаются крупные разломы с амплитудами более 500 *м*.

Угленосность приурочена к ряду свит как юрских, так и меловых отложений; при этом практическое значение имеют только меловые угленосные толщи. В юрских отложениях маломощные (0,05—0,10 *м*) пропластки угля обнаружены в верхнем лейасе, в верхних горизонтах аалена и в бате. Такие же прослойки наблюдаются и в отложениях готерива. В меловых угленосных толщах содержится от семнадцати до двадцати четырех пластов угля мощностью от 0,5 до 3,8 *м*. Суммарная их мощность 21,3—32,0 *м*. Число рабочих пластов (мощностью более 0,7 *м*) достигает пятнадцати, их суммарная мощность до 21,8 *м*.

Угли Усть-Енисейского бассейна гумусовые, малозольные и малосернистые. Они содержат: W 14,7—15,6%; A^c 5,3—6,7%; V^r 39,0—43,1; $S^л_{общ.}$ 0,3—0,5%; C^r 72,1—75,2%; H^r 4,1—4,8%. Теплотворная способность (Q^r) 6774—6829 *кал*.

По степени метаморфизма 75% запасов углей бассейна относится к переходным от бурых к каменным (марки ДБ), а остальная часть к длиннопламенным. Последние приурочены к центральной части его западной половины (Яковлевское месторождение), где наблюдается максимальная мощность меловых отложений.

Запасы угля Усть-Енисейского угленосного района составляют 222 млрд. *т*. Ввиду слабой еще изученности этого угольного бассейна перспективы прироста запасов в нем очень велики.

ЛЕНСКИЙ БАССЕЙН

Ленский угленосный бассейн представляет собой сплошное поле распространения юрских и меловых отложений в центральной части Якутской АССР и протягивается с севера на юг по рр. Лене, Алдану и Вилюю. Площадь этого бассейна более 400 000 *км²*.

Юрские и меловые угленосные отложения приурочены к переходной зоне от складчатой области Приверхоянья к платформенным отло-

жениям левобережья Лены. По характеру угленосности бассейн делится на северную часть, лежащую к северу от 65° с. ш. и вытянутую в меридиональном направлении, и южную, большую по величине, вытянутую почти в широтном направлении.

В южной части бассейна угленосные толщи приурочены к верхним горизонтам средней юры, всей верхней юре, всему мелу и третичным отложениям; в северной же его части угленосны только меловые отложения, начиная с готерива, а нижележащие отложения представлены морскими неугленосными осадками. В центральных частях бассейна наблюдается постепенная смена угленосных отложений безугольными морскими.

СЕВЕРНАЯ ЧАСТЬ БАССЕЙНА

Меловые отложения залегают здесь трансгрессивно, но без углового несогласия на различных горизонтах юры (от низов верхней до нижней) и представлены в основном песчаниками с незначительным количеством алевролитов и аргиллитов. Эти осадки относятся к континентальным (угленосным) и морским (безугольным) фациям. Общая их мощность от 500 до 3000 *м*, причем минимальная мощность наблюдается в платформенной, а максимальная — в прискладчатой зонах северной части бассейна. В составе меловых угленосных отложений здесь выделяются четыре толщи; первая снизу относится к валанжину—готериву, вторая — к готериву—альбу, третья — к апту—альбу и верхняя — к верхам верхнего мела. Практическое значение имеют лишь две средние толщи; в верхней имеются лишь линзы угля.

В тектоническом отношении северная часть Ленского бассейна занимает промежуточное положение между Сибирской платформой и Верхоянско-Таймырской складчатой областью. В связи с этим на приплатформенных площадях меловые отложения имеют пологие (от 0 до 5°) углы падения и слагают пологие куполовидные структуры, осложненные в некоторых местах сбросами амплитудой до 150 *м*, в прискладчатых же площадях меловые отложения смяты в серию складок с крыльями, падающими под углами до 15—25°. По направлению от складчатой области к платформе наблюдается закономерное уменьшение мощности угленосных толщ с одновременным уменьшением количества пластов угля при увеличении их мощности.

В северной части Ленского бассейна наблюдается до восьмидесяти восьми пластов и прослойков угля (Булунский район) мощностью от 0,1 *м* и более. Количество рабочих пластов колеблется от шести до тридцати пяти, мощность их от 0,7 до 5,2 *м*. Мощность суммарного угольного пласта достигает 44 *м*. Пласты углей имеют как простое, так и сложное строение; часто они неустойчивы по мощности и выклиниваются на сравнительно коротких расстояниях.

Угли в основном гумусовые клареновые; изредка встречаются прослойки дюреновых углей, линзы богхедов и небольшие прослойки смоляных липтобиолитов [1]. Гумусовые угли характеризуются следующими показателями: W^a 3,1—12,2%; A^c 9,8—24,2%; V^r 32,1—48,4%; $S^л_{общ.}$ 0,3—0,6%; C^r 71,3—78,5%; H^r 4,13—6,02%. Теплотворная способность углей 5614—6450 *кал*. Сапропелевые угли содержат до 92,2% летучих веществ (на горючую массу); выход смолы достигает 70,3%.

По степени метаморфизма угли относятся к бурым, распространенным в западной, приплатформенной части (Жиганский, Нордвикский районы), длиннопламенным (Оленекский район) и газовым, развитым в прискладчатой области (Булунский район).

[1] Приводимые анализы углей обеих частей бассейна в ряде случаев относятся к выветрелым углям; повышенные значения содержания летучих веществ и водорода — за счет сапропелитов.

ЮЖНАЯ ЧАСТЬ БАССЕЙНА

Эта площадь Ленского бассейна также подразделяется на приплатформенную и прискладчатую части. Она изучена менее детально, чем северная, и о многих крупных ее районах и месторождениях имеются лишь отрывочные сведения.

По строению угленосных толщ, их мощности и характеру угленосности здесь выделяются пять крупных угленосных районов.

Нижне-Алданский район сложен юрскими и меловыми отложениями общей мощностью до 6300 *м*, в том числе на долю угленосной толщи приходится 3300 *м*. Возраст ее определяется как верхняя юра—апт. Угленосные отложения собраны в широкие пологие складки меридионального простирания с падением крыльев под углами 10—40°. С востока по крупному разлому они контактируют с нижним палеозоем Верхоянского хребта. Основные складчатые структуры осложнены мелкой дополнительной складчатостью и многочисленными сбросами. В этих отложениях содержится до пятнадцати угольных пластов, мощностью от 0,1 до 3,0 *м*. Угли гумусовые; изредка встречаются липтобиолиты и, реже, сапропелиты. Они содержат: W^a 8,1%; A^c 6,9—17,9%; V^r 42,4—66,6%; $S^л_{общ.}$ 0,15—0,45%; C^r 76,1—83,9%; H^r 5,4—8,2%. Теплотворная способность углей $Q^r_б$ 7270—8880 *кал*.

В Верхоянском районе на пермских и триасовых отложениях залегает песчано-конгломератовая толща нижней и средней юры мощностью 1300 *м*. Выше лежит чечумская свита мощностью до 900 *м*, возраст которой определен как верхи средней юры — верхняя юра. Она представлена переслаивающимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами и углями. Еще выше залегает сангарская свита мощностью 1400 *м*, представленная толщей песчаников, заключающей линзы переслаивающихся алевролитов и аргиллитов; последние содержат пласты и линзы угля.

Угленосные толщи смяты в серию складок преимущественно северо-восточного простирания, с углами падения крыльев до 60°. Оси складок смещены кулисообразно относительно друг друга. Имеются многочисленные разрывные нарушения, ориентированные параллельно простиранию складчатости.

Угленосность приурочена к чечумской и сангарской свитам. В первой насчитывается до пятнадцати рабочих пластов угля мощностью от 1,5 до 8,0 *м*, а во второй — девять пластов мощностью от 0,5 до 2,2 *м*. Угли гумусовые клареновые и дюреновые. Они характеризуются следующими показателями: W^a 0,3—7,6%; A^c 9,3—33,3%; V^r 17,8—56,5%; $S^л_{общ.}$ 0,4—0,7%; C^r 69,2—89,9%; H^r 4,7—6,5%. Теплотворная способность углей ($Q^r_б$) — 5900—8600 *кал*. По степени метаморфизма угли относятся к маркам от Д до К включительно, при этом коксующиеся угли распространены в Чечумском месторождении.

Якутский угленосный район характеризуется незначительной по мощности (220 *м*) угленосной толщей верхнеюрского—нижнемелового возраста и почти горизонтальным залеганием пород. К ней приурочено шестнадцать рабочих пластов угля мощностью 1,0—4,8 *м*. Угли гумусовые бурые, характеризующиеся следующими показателями: W^a 14,1—16,5%; A^c 4,6—10,2%; V^r 35,7—49,3%; $S^л_{общ.}$ 0,2—0,9%; C^r 63,0—73,1%; H^r 6,7—6,8%. Теплотворная способность ($Q^r_б$) 4235—6121 *кал*.

В пределах Усть-Вилюйского угленосного района мощность угленосной толщи составляет 270 *м*. По возрасту она относится к верхам средней юры — нижнему мелу. Залегание пород меняется от горизонтального до пологопадающего (под углом 20°) к северо-западу. К угленосной толще здесь приурочено до сорока пяти угольных пластов мощностью от 0,25 до 5,0 *м*. Угли гумусовые, переходные от бурых к каменным. Они содержат: W^a 5,2—12,2%; A^c 7,6—36,4%; V^r 43,3—67,4%; $S^л_{общ.}$ 0,4—

0,9%; C^r 63,4%; H^r 6,3%. Теплотворная способность углей на горючую массу 6340—8490 *кал.*

Средне-Вилюйский угленосный район изучен хуже, чем другие части бассейна. Мощность верхнеюрской угленосной толщи здесь не установлена. Залегание пород горизонтальное. В пределах различных месторождений этого района известно от одного до пяти угольных пластов мощностью от 0,15 до 6,3 *м*. Угли гумусовые бурые. Они содержат: W^a 7,7—19,6%; A^c 7,0—33,2%; V^r 47,2—67,1%; $S^л_{общ.}$ 0,1—0,6%. Теплотворная способность ($Q^r_б$) 6255—6590 *кал.*

К северо-восточной окраине Ленского бассейна примыкает группа небольших по площади месторождений угля третичного возраста, объединяемых в угленосный район бухты Тикси. Третичные отложения здесь залегают на дислоцированных осадках палеозоя и триаса и представлены песками, аргиллитами и глинами. Возраст этих отложений определяется как нижнеэоценовый, а их мощность более 150 *м*.

Угленосные отложения в этой части бассейна смяты в складки с падением крыльев под углами от 2—3 до 40°.

Различные месторождения этого района, по-видимому, не равноценны в отношении угленосности. Количество угольных пластов колеблется от двух до тринадцати, мощность каждого пласта от 0,2 до 20,0 *м*. Угли гумусовые бурые. Они содержат: W^a 8,5—10,7%; A^c 7,0—37,3%; $S^л_{общ.}$ 0,2—1,5% и V^r 33,55—51,05%. При сухой перегонке выход первичной смолы достигает иногда 37%.

До Октябрьской революции на всей огромной территории Ленского бассейна были известны лишь отдельные выходы углей. Первый подсчет запасов углей этого бассейна был проведен в 1937 г. к XVII сессии МГК, и они составили 203 млрд. *т*. За последние 20 лет на территории Ленского бассейна был проведен большой объем геологических работ, позволивший значительно уточнить представления о его геологии и угленосности. Общие геологические запасы углей Ленского бассейна составляют 2647 млрд. *т*; по запасам угля этот бассейн вышел на первое место в мире. Несомненно, что при дальнейшем изучении отдельных частей Ленского бассейна запасы его углей могут возрасти, по крайней мере, в три раза.

ЮЖНО-ЯКУТСКАЯ УГЛЕНОСНАЯ ПЛОЩАДЬ

В числе новых угленосных площадей, открытых после Великой Отечественной войны, необходимо отметить крупную Южно-Якутскую (Алданскую) угленосную площадь. В результате большого объема проведенных геологоразведочных работ здесь выявлены значительные запасы высококачественных коксующихся углей.

Рассматриваемая угленосная площадь расположена в 400 *км* к северу от Сибирской ж. д., в бассейне р. Алдана. Угленосные отложения юрского возраста слагают территорию, вытянутую в широтном направлении от р. Олекмы на западе до р. Учур на востоке.

В пределах угленосной площади юрские отложения мощностью 1250 *м* представлены четырьмя свитами (сверху вниз): юхтинской, чульманской, дурайской и горкитской. Толща юрских угленосных отложений имеет спокойное, пологое, почти горизонтальное залегание на значительной части площади и только вдоль ее южной окраины наблюдается развитие складчатости, осложненной дизъюнктивными нарушениями. Промышленные залежи угля приурочены к дурайской свите, содержащей до двадцати восьми угольных пластов и прослойков. Рабочими являются десять пластов, мощность которых на севере угленосной площади изменяется от 0,7 до 3,0 *м*; на юге она увеличивается до 5—7 *м*, а мощность одного из пластов достигает 40 *м*.

По данным детальных разведочных работ, проведенных на площади Чульмаканского и Нерюнгринского месторождений, на первом выявлено девять рабочих пластов с суммарной мощностью 9,29 *м*, из которых к подсчету принято шесть пластов суммарной мощностью 6,82 *м*, а на втором—десять пластов суммарной мощностью 45 *м* и к подсчету запасов принят только один пласт средней мощностью 27 *м*.

Угли Южно-Якутской угленосной площади, по данным анализов, относятся к маркам Г, ПЖ, К и ПС. Из общей площади юрских отложений 25 000 *км*² к подсчету принята лишь площадь распространения дурайской свиты, равная 7000 *км*². На отдельных участках при подсчете запасов применялся поправочный коэффициент на сингенетические размывы пластов и на современную эрозию. Подсчет запасов произведен до глубины 600 *м*. Общие запасы углей Южно-Якутской площади составляют 40,05 млрд. *т*, из них углей марок ПЖ+К+ПС — 39,6 млрд. *т* и газовых — 0,45 млрд. *т*.

Распределение запасов по степени достоверности и зонам глубин приведено в табл. 16 (в млрд. *т*).

Таблица 16

Запасы	Всего	По степени достоверности			По зонам глубин	
		действительные	вероятные	возможные	0—300 *м*	300—600 *м*
Общие	40,05	1,04	2,31	36,70	25,03	15,02
В том числе балансовые .	39,66	0,65	2,31	36,70	24,64	15,02

Выявление угольных богатств в Южной Якутии имеет большое народнохозяйственное значение. Значительные запасы коксующихся углей служат новой базой для развития металлургической промышленности на востоке Советского Союза.

СЕВЕРО-ВОСТОК

На Северо-Востоке, за цепью гор Верхоянского хребта, расположена огромная площадь мезо-кайнозойского угленакопления с крупными бассейнами и месторождениями каменных и бурых углей, о большей части которых в дореволюционное время почти ничего не было известно.

Большим распространением на этой территории пользуются лагунно-континентальные отложения верхней юры — нижнего мела, с которыми связаны все известные наиболее крупные угленосные площади и месторождения каменного угля. К таким площадям относятся: Зырянская угленосная площадь, простирающаяся вдоль Момского хребта от р. Колымы до речки Селеняха на левобережье р. Индигирки, Омсукчанская площадь, расположенная на правобережье р. Колымы выше Верхне-Колымска, месторождения района р. Омолона (правый приток р. Колымы) и, наконец, месторождения Чаун-Чукотского района, выявленные в последнем пятилетии и имеющие исключительно важное значение для экономики данного района.

Наиболее полный разрез лагунно-континентальных отложений с многочисленными пластами и пропластками углей известен в Зырянском районе. Здесь эти отложения имеют мощность около 7000 *м*. Они подстилаются немой толщей преимущественно черных глинистых и отчасти кремнистых сланцев верхнеюрского возраста и несогласно перекрываются континентальными образованиями верхнего мела.

Угленосная толща разделяется на безугольную часть (безугольную свиту) мощностью 2300 *м* и угленосную мощностью около 4700 *м*, основ-

ное отличие которых заключается в различной степени угленасыщенности. Угленосная часть разреза богата мощными пластами углей, тогда как в безугольной свите они встречаются редко и в виде тонких пропластков. Продуктивная часть разреза подразделяется на нижнюю угленосную свиту мощностью 1800 *м* и верхнюю угленосную свиту мощностью 2700 *м*. Они сложены песчаниками, глинистыми и углисто-глинистыми сланцами с прослоями мергелистых сланцев, линзами конгломератов и пластами угля. Верхняя свита отличается от нижней большей угленасыщенностью, большим количеством пластов угля рабочей мощности. Обе свиты разделяются свитой конгломератов и песчаников мощностью 200—400 *м*. Комплекс флоры, собранный в толще угленосных свит, указывает на нижнемеловой возраст пород.

На Омсукчанской угленосной площади мощность лагунно-континентальных отложений достигает 2000 *м*, из которых мощность безугольной свиты составляет 1500 *м* и угленосной — 400—500 *м*. Последняя несогласно залегает на отложениях триаса и несогласно перекрывается вулканогенной толщей кислых эффузивов и туфов верхнемелового возраста. Мощность вулканогенной толщи 750 *м*. Разрез угленосной свиты Омсукчанской площади отличается от разреза аналогичной свиты Зырянского района более континентальным обликом, выраженным наличием частых прослоев и линз конгломератов, крупнозернистых косослоистых песчаников и небольшого числа угольных пластов большой мощности.

Для Омсукчанской площади является характерным наличие пород интрузивного комплекса среди осадков безугольной свиты, а также пород жильного комплекса в толще пород угленосной свиты.

В районе р. Омолона, расположенном к востоку от Зырянской угленосной площади и являющимся естественным ее продолжением, угленосность приурочена к нижнему угленосному горизонту зырянской серии. Мощность вскрытой части угленосных отложений достигает 200—400 *м*.

На месторождении Долгожданном Чаун-Чукотского района мощность угленосных отложений 1000 *м*. Последние залегают несогласно, как и на Омсукчанской площади, на отложениях триаса и несогласно перекрываются толщей эффузивных образований. Здесь угленосными являются как нижнемеловые, так и верхнеюрские отложения. В основании угленосной толщи лежит пачка базальных конгломератов.

В тектоническом отношении перечисленные площади и месторождения характеризуются наличием пологой складчатости, характерной для переходных областей от геосинклиналей к платформе, с местными, сравнительно сложными нарушениями. На общем фоне пологой складчатости первого порядка нередко фиксируется интенсивная гофрировка с образованием острых, крутых складок второго порядка, сопровождающихся дизъюнктивными нарушениями. Складки линейно вытянутые, осложненные поперечными перегибами в результате резкой ундуляции шарниров.

Угленасыщенность нижнемеловой толщи значительна. В юго-восточной части Зырянской площади насчитывается до ста пластов и пропластков угля, из которых тридцать пять пластов имеют мощности более 0,60 *м*. В крайней северо-западной части этой площади, в бассейне речки Селенях, где имеет распространение только нижняя угленосная свита, количество пластов уменьшается до двадцати, а пластов рабочей мощности до трех. В Момском районе этой же площади на юго-западном склоне Момского хребта, на Тихонском месторождении известно до шестнадцати рабочих пластов с мощностями от 1 до 2 *м* и, как исключение, до 7,0 *м*. Пласты угля в пределах Зырянской площади в подавляющем большинстве случаев имеют сложное строение.

Угли гумусовые полосчатые, клареновые и дюреновые. Имеющиеся данные о качестве свидетельствуют о наличии здесь широкой гаммы углей — от бурых до коксовых включительно.

На месторождениях Омсукчанской площади выявлено от шести до одиннадцати пластов угля мощностью от 1,18 до 9,0 *м*. Пласты сложного строения. Угли гумусовые каменные, относящиеся по степени углефикации к маркам от ПЖ до Т. Считается, что высокой степенью углефикации угли Омсукчанской площади обязаны метаморфизующему влиянию интрузивного комплекса пород, широко развитого в районе.

На месторождении Долгожданном Чаун-Чукотского района вскрыто пятнадцать пластов углей, из которых десять имеют мощности более 0,60 *м*. Угли малозольные, малосернистые, коксующиеся.

Угленакопление на территории Северо-Востока в верхнем мелу резко затухает. В это время происходит закрытие Верхояно-Чукотской геосинклинали, на окраинах которой формировались угленосные отложения нижнего мела, и интенсивная вулканическая деятельность, оставившая след в виде мощных толщ эффузивных и туфогенных образований. Угленакопление происходило главным образом в отдельных разрозненных депрессиях, и угленосные отложения имеют ограниченное распространение. Они известны в бассейне р. Колымы и на побережье Берингова моря, где залегают в основании угленосной толщи третичного возраста, увеличивая продуктивную часть последней.

Из угленосных площадей, связанных с верхнемеловым угленакоплением, наиболее значительной является Аркагалинская, имеющая весьма важное экономическое значение. Она находится на водораздельном пространстве верховьев рр. Колымы и Индигирки. Угленосные отложения здесь представлены конгломератами, песчаниками, песчано-глинистыми и углисто-глинистыми сланцами, чередующимися с пластами угля. Общая мощность толщи на отдельных участках достигает 445 *м*. Угленосная толща несогласно залегает на дислоцированных породах верхнего триаса и перекрывается осадками четвертичного времени.

В тектоническом отношении Аркагалинская площадь представляет собой две узкие синклинальные складки (мульды), разделенные поперечным поднятием. Эта простая структура осложнена разрывными нарушениями, ограничивающими мульды по краям, а также нередки они и внутри мульд.

Верхнемеловые отложения Аркагалинской площади содержат от трех до шести пластов угля мощностью от 0,91 до 8,82 и даже 12 *м* (Кедровское месторождение). Пласты на отдельных участках и месторождениях не выдержаны и имеют сложное строение. Угли гумусовые, каменные, по степени метаморфизма могут быть приравнены к маркам Д и Г.

После небольшого перерыва в угленакоплении, уже в третичное время наблюдается новая фаза углеобразования, охватившая значительную часть территории Северо-Востока. Месторождения бурых углей третичного возраста встречаются почти на всей территории Колымо-Индигирского края и побережья Охотского моря.

Заслуживает упоминания Эльгенский буроугольный район, расположенный на левобережье р. Колымы. Промышленная угленосность приурочена к рр. Среднему и Левому Эльгену. Здесь разведано десять пластов.

На побережье Охотского моря, от г. Охотска до Ямской губы широкой полосой простираются третичные угленосные отложения с многочисленными месторождениями. Промышленная угленосность установлена на восточном побережье залива Одян, в бассейне р. Олы и ее притока р. Ланковой, а также по р. Кухтую близ г. Охотска.

Обнажающиеся в береговом обрыве близ устья р. Авековой угленосные отложения залегают в виде антиклинальной складки с простиранием шарнира 270—280°; мощность осадков северного крыла достигает 550 *м*. В угленосной толще здесь содержится до сорока пластов угля мощностью от 0,30 до 2,60 *м*, из них двадцать шесть пластов имеют мощность более

0,60 *м*. Угли гумусовые, плотные, полосчатые, черного цвета. По степени углефикации авековские угли относятся к бурым, они содержат C^r 46,5%; H^r 5,14—5,21%. Теплотворная способность углей на сухой уголь Q 4732—5220 *кал*.

На побережьях Берингова моря и Анадырского залива расположены месторождения бухты Угольной, Анадырского района и хребта Пекульней с крупными запасами углей.

Углепроявления в этой части территории Северо-Востока связаны с отложениями верхнего мела (корякская свита) и третичного возраста (чукотская свита), образующими единую угленосную толщу. Промышленные пласты приурочены к верхней части корякской свиты и к средней части чукотской. Наиболее угленасыщенной является часть разреза третичного возраста.

В районе бухты Угольной известны три крупных месторождения каменного угля: в бухте Угольной, Амаамское и Альгатавамское.

Общая мощность угленосной толщи на месторождении бухты Угольной 1000—1200 *м* (мощность осадков датского яруса 50—100 *м*). Угленосные отложения содержат десять пластов угля, из которых шесть имеют рабочую мощность от 1,2 до 40 *м*. Все пласты, за исключением одного Мощного, имеют сложное строение. Угольные пачки расслоены глинистыми или углисто-глинистыми сланцами.

В тектоническом отношении площадь месторождения представляет собой асимметричную синклинальную складку, вытянутую в широтном направлении, с южным крылом, срезанным надвигом. Пласты углей падают под углами 10—15°. Системой сбросов месторождение разбито на блоки.

Угли месторождения гумусовые и в небольшой части сапропелево-гумусовые; представлены в основном кларено́м. Они хорошо спекаются. Выход первичного дегтя из сапропелево-гумусовых углей достигает 13—16%.

На площади Амаамского месторождения мощность угленосной толщи 500—600 *м*. В ней содержится пять пластов рабочей мощности. Угленосные отложения сложены в синклинальную складку широтного простирания. Углы падения пород на крыльях складки изменяются от 10 до 40°. Угли по качеству близки к углям бухты Угольной.

Альгатавамское месторождение мало изучено. В разрезе угленосной толщи здесь вскрыто два пласта мощностью 1,5 и 2,5 *м*.

В Анадырском районе месторождения углей известны на мысе Телеграфном, восточном склоне хребтов Рарыткина, Пекульней и на р. Угольной.

Угленосные отложения мыса Телеграфного относятся к датскому ярусу. Они разделяются по литологическим признакам на три горизонта, причем средний горизонт является продуктивным. Он сложен глинами, тонкозернистыми песчаниками, конгломератами, углями. Мощность продуктивного горизонта 200 *м*, а всей толщи — 500 *м*. Верхнемеловые отложения слагают синклинальную складку меридионального простирания шириной 4,5 *км*.

Восточное крыло имеет почти вертикальное падение, на западном крыле углы падения изменяются от 50 до 89°.

На месторождении вскрыто шесть пластов, из которых четыре имеют рабочую мощность от 1,40 до 3,70 *м*. Угли бурые, характеризуются следующими показателями: W^a 15—19%; A^c 5—9%; V^r 44—49,4%. Теплотворная способность углей на рабочее топливо 4678—5447 *кал*.

Месторождения хребтов Пекульней и Рарыткина, а также на р. Угольной мало изучены, но по геологическим предпосылкам весьма перспективны. Здесь ожидается наличие крупных запасов угля.

Общие запасы угля на Северо-Востоке, выявленные за последние 25 лет, составляют около 240 млрд. *т*.

ЗАБАЙКАЛЬЕ, ДАЛЬНИЙ ВОСТОК И о. САХАЛИН

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАБАЙКАЛЬЯ

В Забайкалье известно более семидесяти угольных месторождений, которые приурочены к депрессиям, выполненным мезозойскими континентальными отложениями. Последние представлены конгломератами, гравелитами, песчаниками различной крупности зерна, алевролитами, аргиллитами, углистыми породами, прослоями известковистых пород и известняков и, наконец, углями.

На протяжении длительного периода изучения этих месторождений было предложено большое количество различных, часто противоречивых, стратиграфических схем, по-разному трактующих геологическое строение и возраст как отдельных месторождений, так и всего континентального мезозоя Забайкалья в целом.

В последнее время Г. Г. Мартинсоном на основании детального изучения вертикального распространения пресноводных моллюсков предложено четырехчленное деление угленосных отложений Забайкалья (снизу вверх): 1) букачачинская свита (J_2); 2) улангангинская свита (J_3—Cr_1^1); 3) тургинская свита (Cr_1^2) и 4) даинская свита (Cr_1^3). При этом различные угольные месторождения сложены чаще одной из перечисленных свит, реже — двумя и лишь некоторые, наиболее крупные месторождения, такие как Гусиноозерское, Тарбагатайское и др. — тремя свитами. Как правило, месторождения Западного Забайкалья сложены нижними, т. е. более древними свитами, тогда как в Восточном Забайкалье наличие нижних свит скорее является исключением. Помимо месторождений юрского и нижнемелового возрастов, имеется группа Прибайкальских месторождений третичного возраста. Мощность отдельных свит мезозойского комплекса колеблется в довольно широких пределах; к тому же на многих месторождениях угленосные отложения в более или менее значительной степени уничтожены эрозией. В связи с этим различные месторождения неравноценны по мощности слагающих их угленосных толщ. Наряду с такими месторождениями, как Гусиноозерское, Тарбагатайское, Черновское, Тугнуйское, Арбагаро-Холбонское и некоторые другие, на которых суммарная мощность угленосных отложений достигает 1000 *м* (а в двух первых более 2000 *м*), существует много мелких месторождений, где она составляет десятки метров и редко более 100—200 *м*.

По фациальному составу осадки, слагающие угленосные толщи, относятся к озерным, озерно-болотным, аллювиальным и дельтовым фациям, взаимно сменяющимся как по площади своего распространения, так и по разрезу.

Относительно структур Забайкальских угленосных отложений, а также их генезиса пока еще нет единого мнения. Некоторыми исследователями еще поддерживается теория о накоплении угленосных толщ в грабенах, образовавшихся как в период, предшествующий образованию угленосных отложений, так и во время накопления угленосной толщи.

В последние годы в результате геологоразведочных работ был накоплен большой фактический материал, позволивший установить, что разрозненные мелкие месторождения представляют собой останцы нескольких довольно крупных площадей угленакопления, претерпевших складчатость, сопровождавшуюся надвиганием древних палеозойских пород на мезозойские толщи. Такие надвиги, ограничивающие современные угленосные площади, известны на многих угольных месторождениях Забайкалья.

Количество угольных пластов в зависимости от фациального состава угленосных толщ и в некоторых случаях от их мощности изменчиво не только на различных месторождениях, но и в пределах каждого место-

рождения. Многие месторождения содержат лишь один или два угольных пласта, но в большинстве случаев их насчитывается от пяти до десяти, а в наиболее крупных месторождениях — до нескольких десятков. Так, на Гусиноозерском месторождении насчитывается более сорока пластов угля, половина которых являются рабочими.

Угольные пласты забайкальских месторождений расщепляются или выклиниваются на сравнительно коротких расстояниях. По этой причине мощность отдельных пластов колеблется в довольно широких пределах. Наиболее мощные пласты наблюдаются на Харанорском, Гусиноозерском, Сосновоозерском и Тарбагатайском месторождениях, где они соответственно достигают мощности 45, 40, 60 и 28 *м*. Вообще же мощность рабочих пластов составляет в среднем 1—5 *м*. В большинстве случаев угольные пласты рабочей мощности имеют сложное строение и состоят из нескольких пачек углей, разделенных прослойками породы.

Состав углей различных месторождений довольно однообразен. Преобладают блестящие и полублестящие полосчатые, реже полуматовые и матовые полосчатые угли. По микроструктуре распространены кларены с линзами витрена и иногда фюзена и ксиловитрена. Реже встречаются дюрено-кларены и кларено-дюрены; еще меньшую роль играют кутикуловые, смоляные, коровые и фюзено-ксиленовые дюрены, а также фюзеновые угли (последние слагают отдельные линзы и пачки в угольных пластах сложного строения).

По качеству угли различных месторождений неравноценны. В большинстве случаев угли относительно высокозольные (A^c 15—30%, часто более 30%) и малокалорийные ($Q^r_б$ около 5000 *кал.*). Угли большей части месторождений при хранении рассыпаются и способны к самовозгоранию. Лучшими по качеству считаются угли Букачачинского и Тарбагатайского месторождений. Их зольность редко более 20%, составляя в среднем 10—15%, а теплотворная способность колеблется от 6500 до 8000 *кал.*

По степени метаморфизма угли Забайкалья относятся главным образом к типично бурым; они содержат: V^r 42—45% и C^r до 74%. Угли Букачачинского и Джидинских месторождений, Нерчуганской и Тугнуйской депрессий являются каменными (марки Д и Г). Содержание летучих веществ в них колеблется от 39 до 44%, а углерода до 81%. Кроме того, имеются угли, переходные от бурых к каменным (Тарбагатайское, Гусиноозерское, Халяртинское и некоторые другие месторождения).

В распределении углей различной степени метаморфизма по площади Западного Забайкалья намечается определенная закономерность, выражающаяся в зональности. Так, центральная зона, где распространены каменные угли (Тугнуйская депрессия и Джидинские месторождения), окружена месторождениями углей переходного типа (Гусиноозерское, Тарбагатайское, Халяртинское и др.), а во внешней зоне развиты бурые угли. В настоящее время в Забайкалье ведутся крупные геологоразведочные и поисковые работы на всех основных месторождениях углей; на многих из них подготовлены к эксплуатации новые площади. На семи месторождениях ведется добыча угля в широких масштабах с использованием современной техники; кроме того, многие месторождения разрабатываются небольшими по мощности предприятиями для нужд местной промышленности. Общие геологические запасы углей Забайкалья, подсчитанные на 1955 г., составляют 8,3 млрд. *т*.

До Октябрьской революции на территории Забайкалья было достоверно известно около двадцати месторождений угля; еще столько же было обнаружено отдельных выходов угля в различных пунктах этой обширной территории. Разведочные работы проводились тогда в ничтожных размерах, да и то лишь на месторождениях, экономически связанных с Забайкальской железной дорогой — в то время основным потребителем

угля. Разработки велись на шести месторождениях примитивным способом, часто вручную, без соблюдения самых элементарных правил техники безопасности. Изученность даже самых крупных месторождений угля была крайне низка. Достаточно сказать, что на Тарбагатайском месторождении, где сейчас насчитывается более двадцати угольных пластов, был известен всего лишь один угольный пласт; на Черновском месторождении — два пласта из десяти, а на Арбагаро-Холбонском тоже два пласта из тридцати. Суммарные запасы угля в Забайкалье в 1918—1920 гг. оценивались примерно в 1,2 млрд. *т*.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

В годы Советской власти в Амурской обл., а также в Хабаровском и Приморском краях начала бурно развиваться угольная промышленность. Проведенный огромный объем геологических исследований и разведочных работ позволил открыть много новых угленосных площадей и месторождений и переоценить запасы углей Дальнего Востока, который по своим ресурсам начинает играть немалую роль в общем угольном балансе СССР. Если в 1913 г. общие запасы углей этого региона составляли 1225 млн. *т*, то к сорокалетию Октябрьской революции они составили уже 35 681,7 млн. *т*, т. е. возросли в 30 раз.

АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ

В Амурской обл. известны угольные месторождения нижнемелового возраста (никанская свита) — Толбузинское, Депское, Ново-Ямпольское, Осежинское и Огоджинское; верхнемелового возраста — Архаро-Богучанское и третичного — Кивда-Райчихинский буроугольный район.

Основные запасы углей Амурской обл. сосредоточены в Кивда-Райчихинском угленосном районе, расположенном в 40 *км* к северо-западу от ст. Бурея. В его пределах находятся два месторождения — Райчихинское и Кивдинское.

Третичные угленосные отложения мощностью около 100 *м* согласно залегают на верхнемеловых осадках. Они содержат два пласта бурого угля — Второй и Верхний. Рабочая мощность Верхнего пласта в среднем составляет 5—6 *м*. Пласт Второй имеет ограниченное промышленное значение; мощность его не превышает 1,25 *м*. Пласты залегают горизонтально на глубине не более 67—100 *м*. Месторождение пригодно для открытых работ. Угли бурые, содержат: $S^{c}_{общ.}$ от 0,14 до 0,34%; A от 8 до 34%; V^{r} от 29 до 40% и C^{r} от 60 до 73%. Теплотворная способность углей ($Q^{r}_{б}$) 6000—6500 *кал*. Общие запасы углей Кивда-Райчихинской буроугольной площади составляют 601,5 млн. *т*, из них действительные — 563 млн. *т* и возможные — 38,5 млн. *т*. Запасы Архаро-Богучанского месторождения 175,5 млн. *т*. Общие запасы углей Амурской области оцениваются в 800,5 млн. *т*. До 1918 г. район был слабо изучен. Общие запасы его углей составляли 187,5 млн. *т*; они были отнесены по степени достоверности к вероятным. В табл. 17 приведены результаты подсчетов (в млн. *т*) общих запасов углей Амурской области, выполненных в различное время.

Таблица 17

Год подсчета	Всего	По степени достоверности			По маркам		
		действительные	вероятные	возможные	ПС+К+ПЖ	Г	Б
1918	188	—	0,5	187,5	0,5	—	187,5
1927	375,5	—	375,5		0,5	—	375
1955	800,5	742,9	57,6	—	18,0	5,1	777,4

В Хабаровском крае известны угли нижнемелового возраста (Буреинский каменноугольный бассейн и Тырминский угленосный район) и третичного возраста (Хабаровская угленосная площадь, Хунгарийское и Литовское месторождения).

Буреинский угленосный бассейн расположен в среднем и верхнем течении р. Буреи между поселками Чекунда на юге и Умальта на севере. Исходя из геологических особенностей, в нем выделены три основные месторождения: Ургальское, Олонжинское и Усть-Умальтинское. В структурном отношении Буреинский бассейн представляет собой синклинорий с четырьмя крупными синклинальными складками: Умальтинской, Никольской, Ургальской и Дублинской. Углы падения пород в его пределах изменяются от 5—10 до 25—30° и иногда достигают 80°. В краевых частях бассейна сильно развиты дизъюнктивные нарушения.

Развитые на территории бассейна меловые образования мощностью около 2000 *м* согласно залегают на юрских морских отложениях. Угленосность приурочена к трем свитам нижнемелового возраста (снизу вверх): талынжанской, ургальской и чагдамынской. В них содержится до сорока пластов и пропластков каменного угля, из которых от двадцати до двадцати шести рабочих пластов средней мощностью от 2 до 5 *м*. В основной продуктивной ургальской свите содержится до двадцати пяти пластов, из которых от двенадцати до двадцати рабочих суммарной мощностью 28,5 *м*.

Угли в основном газовые спекающиеся и слабоспекающиеся и только на Олонжинском месторождении, где развиты изверженные породы, тощие. Они содержат: $S^{л}_{общ.}$ от 0,2 до 0,8%, A^{c} от 12 до 40%, V^{r} от 30 до 48% и C^{r} от 72 до 84%. Теплотворная способность углей ($Q^{r}_{б}$) 7400—8600 *кал*. Общие запасы углей составляют 25 026 млн. *т*, из них действительные 1080 млн. *т*, вероятные 9240 млн. *т* и возможные 14 706 млн. *т*. На Ургальском месторождении 36 млн. *т* запасов углей пригодно для штольневых разработок.

До 1918 г. запасы углей Буреинского бассейна не подсчитывались.

Тырминский угленосный район расположен в среднем течении р. Тырма. Нижнемеловые отложения тырминской свиты, залегающие на размытой поверхности палеозойских метаморфических пород, собраны здесь в ряд складок северо-восточного простирания. Эта свита, сохранившаяся лишь в синклиналях, на большей площади перекрыта покровами порфиритов и базальтов.

В угленосном горизонте мощностью 250—280 *м* встречено до пятнадцати угольных пластов. Суммарная мощность рабочих пластов достигает 28 *м*. Пласты угля залегают до глубины 600 *м*, причем наибольшая часть их запасов приурочена к глубинам до 300 *м*. Угли содержат $S^{c}_{общ.}$ от 0,2 до 0,4% и A^{c} от 20 до 40%. Они относятся к марке газовых слабоспекающихся и характеризуются теплотворной способностью ($Q^{r}_{б}$) до 8300 *кал*. Общие запасы углей 240,9 млн. *т*.

До 1918 г. запасы углей этого района не подсчитывались.

Угли третичного возраста известны на Хабаровской угленосной площади, Хунгарийском и Литовском месторождениях.

Хабаровская угленосная площадь заслуживает наибольшего внимания, поскольку в ней сосредоточены почти все запасы третичных бурых углей Хабаровского края. Она расположена вдоль рр. Уссури и Амура, с севера ограничена ими, с северо-востока р. Мухен и на юго-востоке верховьями рр. Немпту, Седими, Дурми и Обор. Угленосная площадь примыкает непосредственно к г. Хабаровску и ж. д. Москва—Владивосток и включает Базовское, Хабаровское (наиболее изученные), Переяславское и Мухенское (слабо изученные) месторождения.

На размытой поверхности палеозойских и мезозойских пород несогласно залегают угленосные породы плиоцен-миоценового возраста, достигающие мощности 400 *м*. В них заключено до двадцати пяти пластов и пропластков угля, из которых от четырех до семи рабочих, объединенных в четыре угольные горизонта. Суммарная мощность рабочих пластов колеблется от 9 до 39 *м*.

Угленосные отложения сохранились в синклинальных складках, где имеют падение под углами не более 8—10°. Пласты углей залегают до глубины 300 *м*. Угли бурые, характеризующиеся теплотворной способностью ($Q^r_б$) от 4600 до 7260 *кал*. В них содержатся $S^c_{общ.}$ от 0,2 до 1,3%; A^c от 9 до 40%; V^r от 45 до 63% и C^r от 62 до 72%.

Общие запасы углей 840 млн. *т*, из них действительные 144 млн. *т*.

Хабаровская угленосная площадь выявлена в советское время, после проведенных здесь в 1930 г. геологических работ.

Из остальных месторождений третичного возраста в Хабаровском крае известны Хунгарийское и Литовское, обладающие небольшими общими запасами углей в 60 млн. *т*, из которых на долю действительных приходится 9 млн. *т*, вероятных 1 млн. *т* и возможных 50 млн. *т*.

Общие запасы углей Хабаровского края составляют 26 206,9 млн. *т*.

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ

В Приморском крае известны месторождения ископаемых углей триасового, мелового и третичного возрастов.

Отложениям триаса подчинены месторождения Лянчихинское, расположенное в 26 *км* к северо-западу от г. Владивостока, Синегорское (Адамовское), находящееся в 20 *км* к северо-северо-западу от г. Артема и часть Суражевского, находящегося в 18 *км* на северо-восток от г. Артема.

Угленосность приурочена к монгугайской свите верхнего триаса, а на Лянчихинском, Подгородненском и Суражевском месторождениях и к никанскому ярусу нижнего мела. В монгугайской свите, мощностью до 500 *м*, встречено двадцать пластов угля, из которых рабочих не более пяти суммарной мощностью 6,0 *м*. Угли Синегорского и Суражевского месторождений относятся к тощим, а Лянчихинского — к паровично-спекающимся. Все угли высокозольные и трудно обогатимые.

Общие запасы углей триасового возраста составляют 135 млн. *т*.

С меловыми отложениями связаны Суйфунский и Сучанский бассейн, а также Суражевское (Суражевско-Радчихинское) и Подгородненское месторождения.

Суйфунский бассейн расположен в западной части Южного Приморья вблизи г. Ворошилова. В нем выявлено более двенадцати месторождений: Ворошиловское, Ильюшинское, Липовецкое, Ильичевское (Верхне-Суйфунское), Синегорское, Куликовское, Константиновское, Корфовское, Алексее-Никольское, Суйфунское (Сальниковское), Занадворовское, Гранатовское и др.

Меловые отложения залегают на размытой поверхности триасовых и юрских пород, прорванных гранитными интрузиями. Угленосность приурочена к верхней свите нижнемелового возраста мощностью до 300—400 *м*, выполняющей крупные синклинали. Углы падения пород здесь от 5—15 до 20—40°. Крылья складок разорваны дизъюнктивными нарушениями типа сбросов и взбросов.

В угленосной свите из четырех пластов угля промышленный интерес представляют два пласта. Средняя мощность основного рабочего пласта угля 2,7—3,5 *м*, а максимальная — 7,3 *м*. Второй, Верхний пласт имеет ограниченное промышленное значение. Глубина залегания пластов угля не более 1200 *м*, но основные запасы углей находятся на глубине 300—600 *м*.

Угли содержат значительное количество прослоев липтобиолитовых разностей (рабдописситов), которые на Липовецком месторождении составляют до 70% углей. Для них характерны высокая зольность (от 8 до 40%) и малая сернистость (0,3—0,7%). На Ворошиловском месторождении угли относятся к марке паровично-жирных спекающихся, а на остальной площади бассейна — к длиннопламенным.

Общие запасы углей Суйфунского бассейна составляют 1666 млн. *т*, из них действительные 374 млн. *т*, вероятные 152 млн. *т* и возможные 1140 млн. *т*. До 1918 года подсчет запасов углей этого бассейна не производился из-за слабой его изученности.

Сучанский бассейн расположен в южной части Приморского края. Он прослеживается на 120 *км* от заливов Востока и Уссурийского на юго-западе до верховьев реки Даубихе на северо-востоке. Общая мощность его около 6000 *км*². Промышленный центр бассейна — г. Сучан — соединен железной дорогой протяженностью 140 *км* с г. Владивостоком. Наибольший промышленный интерес представляют Старо-Сучанский, Засицинский, Тудагоуский и Белопадинский районы. К слабо изученным относятся Молчановский, Малазовский, Нижне-Сучанский, Коркинский, Западно-Сучанский, Кангауз-Шитухинский, Даубихинский, Таудеминский и др. районы.

Угленосные меловые отложения, залегающие на размытой поверхности допалеозойских, палеозойских (карбоновых и пермских) и мезозойских (триасовых, юрских) пород, достигают мощности 980 *м*. Они разделяются на две продуктивные свиты: верхнюю, сеноманского возраста и нижнюю, относящуюся к апту-альбу. В пределах восточной окраины Сучанского бассейна нижняя продуктивная свита делится на нижнюю угленосную, нижнюю безугольную и среднюю угленосную толщу. В верхней продуктивной свите выделяется верхняя безугольная и нижняя угленосная толщи.

Угленосные отложения собраны в ряд синклинальных и антиклинальных складок с различными углами падения слагающих их пород (до вертикального и опрокинутого залегания), сильно разбиты многочисленными разрывами типа взбросов и сбросов с амплитудой, достигающей иногда сотни метров. Угленосные отложения прорваны многочисленными телами магматических пород от гранитов и диоритов до кварцевых порфиров, андезитов и базальтов.

В продуктивных отложениях вскрыто тридцать пять пластов и пропластков угля, из которых шестнадцать рабочих суммарной мощностью 35 *м*. Глубина залегания угольных пластов достигает 1800 *м*.

Сучанский бассейн характеризуется значительным разнообразием марок углей — от длиннопламенных до тощих. Паровично-жирные угли встречаются в центральной и северной частях Старо-Сучанского района и в Засицинском районе. Общие запасы углей этого бассейна составляют 1431 млн. *т*, из которых действительные 191 млн. *т*, вероятные 336 млн. *т* и возможные 904 млн. *т*. В 1918 г. в нем насчитывалось 18,2 млн. *т* общих запасов углей. Таким образом, ресурсы Сучанского бассейна в настоящее время увеличились в 79 раз.

Из других месторождений мелового возраста следует упомянуть Суражевское, Подгородненское и Лянчихинское, где общие запасы меловых углей марки тощих составляют 522 млн. *т*, причем 407 млн. *т* приходится на Суражевское месторождение. В 1918 г. общие запасы углей по Лянчихинскому и Подгородненскому месторождениям не превышали 5 млн. *т*.

С отложениями третичного возраста связаны месторождения Бикинское, Артемовское, Тавричанское (последние два составляют Угловский буроугольный бассейн), Супутинское и Майхинское.

Бикинское буроугольное месторождение расположено в 1,5 *км* на юго-восток от ст. Игнатьевка Приморской ж. д. Оно включает в себя

участки Игнатьевский (Топтухинский), Федосьевский (Надворовский) и Алчанскую поисковую площадь.

Толща третичных отложений залегает здесь несогласно на мезозойских породах. Мощность угленосных отложений неогенового возраста 600—700 *м*. В них заключено тридцать шесть пластов и пропластков угля; рабочих пластов от трех до тридцати пяти суммарной мощностью от 4,7 до 105 *м*.

Угленосные отложения, слагающие синклинальные складки, имеют обычно пологое падение (5—10°) и лишь местами 20—30°. Глубина залегания угольных пластов не более 300 *м*. Угли бурые, характеризующиеся теплотворной способностью ($Q^r_б$) от 6300 до 7550 *кал*. В них содержатся: $S^c_{общ.}$ не более 1%; A^c от 8 до 40% и летучих от 45 до 62%.

Общие запасы углей Бикинской площади оцениваются в 2897 млн. *т*, из них действительные 1426 млн. *т*, вероятные 511 млн. *т*, возможные 960 млн. *т*. Эта угленосная площадь выявлена в советское время.

Угловский буроугольный бассейн протягивается от Амурского залива в северо-западном направлении. В его состав входят два месторождения: Артемовское и Тавричанское.

Артемовское месторождение расположено в 40 *км* к северу от г. Владивостока вдоль ж. д. Владивосток—Находка. Угленосность связана с отложениями угловской свиты, мощность до 500 *м* эоцен-олигоценового возраста. Эта свита залегает с резким угловым несогласием на размытой поверхности мезозойских пород мела и триаса. В ней заключено восемь групп угольных пластов, состоящих из одного-двух, реже пяти-десяти пластов и пропластков угля. В каждой группе содержится один пласт угля рабочей мощности, изменяющейся от 1 до 10 *м* (средняя 1,2—2,5 *м*).

Месторождение находится на южном борту пологой синклинали, имеющей длину 22,5 *км* и ширину 13,5 *км*. Углы падения пород очень пологие (4—8°) и лишь иногда достигают 25—30°. На территории месторождения сильно развиты нарушения сбросового характера с амплитудами до нескольких десятков метров.

Угли бурые, характеризующиеся теплотворной способностью ($Q^r_б$) 5360—7220 *кал*. В них содержатся $S^c_{общ.}$ от 0,3 до 0,9%, A^c от 5 до 40%; V^r от 46 до 56% и C^r от 66 до 73%.

Тавричанское месторождение расположено на берегу Амурского залива в 28 *км* к северу от г. Владивостока.

Продуктивная тавричанская (угловская) свита мощностью до 600 *м* залегает с резким угловым несогласием на размытой поверхности мезозойских пород. Месторождение в структурном отношении представляет собой синклиналь, в пределах которой породы падают под углами от 10—20 до 40—45°. Кроме Большого сброса с амплитудой более 200 *м*, здесь наблюдаются много мелких сбросов с амплитудой до 30 *м*.

В продуктивной тавричанской свите содержится до 33 пластов и прослоев угля, из которых промышленный интерес представляют девять пластов: Газовый, Пожарный, Тонкий, Котоховский, Слоистый I, Слоистый II, Слоистый III и Грязный. Средняя мощность разрабатываемых пластов колеблется от 1,2 до 2,5 *м*. Суммарная мощность рабочих пластов составляет 12,0 *м*.

Угли бурые, переходные к каменным, характеризующиеся теплотворной способностью ($Q^r_б$) 6600—7500 *кал*. Они содержат: $S^c_{общ.}$ от 0,3 до 0,8%; A^c от 8 до 40%; V^r от 45 до 50% и C^r от 72 до 76%.

Общие запасы углей по Угловскому буроугольному бассейну в целом составляют 1021 млн. *т*, из которых действительные 648 млн. *т*, вероятные 261 млн. *т* и возможные 112 млн. *т*. Основными являются запасы Артемовского месторождения, которые равны 906 млн. *т* (действительные 553 млн. *т*, вероятные 252 млн. *т* и возможные 101 млн. *т*).

В 1918 г. по Угловскому бассейну запасы углей оценивались в 0,2 млн. *т*. За годы Советской власти выявлено большое количество новых участков (шахтных полей).

Супутинское буроугольное месторождение расположено в 35 *км* к юго-востоку от г. Ворошилова, в среднем течении р. Супутинки. В нем выделено три участка: Юго-Восточный и Северо-Западный, являющиеся перспективными, и Промежуточный — бесперспективный.

В основании угленосной супутинской (угловской) свиты олигоцен-эоценового возраста залегают базальные песчано-конгломератовые слои, лежащие с угловым несогласием на размытой поверхности мезозойских пород. Третичные отложения собраны в пологую, несколько асимметричную синклиналь северо-восточного простирания и имеют падение под углом 3—5°, а иногда и до 10—20°. Северное крыло на значительном расстоянии срезано нарушением.

Угленосная свита мощностью до 700 *м* содержит две продуктивные толщи, разделенные непродуктивной толщей мощностью до 250 *м*. В них установлено восемь групп пластов; с I по V группы пластов связаны с верхней, а с VI по VIII — с нижней угленосными толщами. Мощность рабочих пластов колеблется от 1 до 11 *м*. На северо-восточном участке глубина залегания пластов угля достигает 400 *м*. Угли бурые, содержат: $S^{c}_{общ.}$ от 0,2 до 1,0%; A^{c} от 8 до 40% (в среднем 12—27%); V^{r} от 47 до 64% и C^{r} от 67 до 73%.

Общие запасы углей Супутинского месторождения составляют 502,5 млн. *т*, из них действительные 106 млн. *т*, вероятные 396,3 млн. *т*. До Октябрьской революции это месторождение не было известно.

Майхинское или Шкотовское месторождение расположено восточнее Угловского буроугольного бассейна, в 45 *км* от г. Владивостока, на линии ж. д. Владивосток—Находка, непосредственно у ст. Шкотово.

Месторождение состоит из трех участков: Южного, Центрального и Северного, причем основные запасы углей сосредоточены на Центральном, наиболее изученном участке.

Третичные угленосные отложения эоцен-олигоценового возраста мощностью до 700 *м* залегают с угловым несогласием на размытой поверхности мезозойских пород и перекрыты миоценовыми базальтами. Они собраны в синклинальную складку, вытянутую от бухты Майтун Уссурийского залива до бассейна р. Хачула (до быв. Лиапинских копей). Общая протяженность площади распространения угленосных отложений достигает 35 *км* при ширине ее 3—4 *км*. Углы падения пород обычно не более 6—12° и только иногда достигают 30°. Вдоль западного крыла проходит крупное нарушение, срезающее его на значительном расстоянии. Нарушения типа сбросов устанавливаются и в других частях месторождения.

Угленосность приурочена к двум продуктивным толщам (верхней и нижней), разделенным непродуктивной толщей мощностью 120—200 *м*. В них вскрыто 25 пластов и прослоев угля, объединенных в девять групп, среди которых один пласт обладает рабочей мощностью. Основные, наиболее выдержанные рабочие пласты углей приурочены к верхней угленосной толще. Мощность рабочих пластов обычно колеблется от 1,5 до 3,0 *м*, но иногда достигает 15,8 *м*, средняя их мощность 12,0 *м*.

Пласты угля в основном залегают до глубины 300 *м* и частично могут разрабатываться открытым способом. Угли бурые, характеризующиеся теплотворной способностью ($Q^{r}_{б}$) 6840—7170 *кал*. Они содержат $S^{c}_{общ.}$ от 0,1 до 0,5%; A^{c} от 7 до 40% (в среднем 20%); V^{r} от 47 до 58% и C^{r} от 67 до 72%.

Общие запасы углей Майхинского месторождения составляют 618,8 млн. *т* из них действительные 336,7 млн. *т* и вероятные 282,1 млн. *т*. До 1918 г. оно не было известно.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ о. САХАЛИНА

Угленосные отложения Сахалина имеют главным образом третичный возраст и, частично, верхнемеловой.

Выходы меловых отложений наблюдаются в ядрах антиклинальных структур; наиболее угленасыщенной является арковская свита мощностью до 1200—2000 *м*, еще слабо изученная. Промышленное значение имеют угольные пласты, распространенные в Западно-Сахалинском хребте, в Александровском угленосном районе; они непостоянны по мощности и строению, часто на небольших расстояниях выклиниваются. В отложениях мела насчитывается 17 угольных пластов и пропластков, из которых рабочих от трех до пяти суммарной мощностью 3—17 *м*.

Третичные отложения слагают синклинальные складки, осложненные дополнительной складчатостью и дизъюнктивными нарушениями; они трансгрессивно и несогласно залегают на меловых отложениях и имеют развитие на западном и восточном побережьях острова. Угленосными являются неогеновые и палеогеновые толщи, причем наиболее угленасыщена среднемиоценовая верхнедуйская свита.

Верхнедуйская свита имеет мощность до 1800 *м*. В ней содержится до 40 угольных пластов, из которых от двенадцати до четырнадцати рабочих. Угольные залежи представляют собою или крупные линзы, или пластообразные тела.

Угленосность палеогена связана с олигоцено-эоценовой нижнедуйской свитой мощностью от 200 до 1200 *м*. Наибольшая угленасыщенность свиты установлена в Южно-Сахалинском, Углегорском и Александровском угленосных районах. Общее количество пластов угля достигает шестидесяти пяти, из них рабочих от одного до тридцати мощностью от 0,6 до 7 *м* и, редко, до 25 *м* (на восточном побережье острова в Вахрушевском районе).

Угли Сахалина характеризуются разнообразием марочного состава; среди них значительное место занимают угли марок ПС, К, ПЖ и Г, в распространении которых наметилась определенная зональность. Так, по степени метаморфизма угли изменяются от каменных спекающихся марок на западном побережье (Александровский, Широкопадинский, Бошняковский, Лесогорский и Углегорский районы) до переходных от каменных к бурым и чисто бурым углям на восточном побережье острова (Макаровский, Вахрушевский и Побединский районы), а также и в его южной части (Красногорский, Горнозаводский и Холмский районы).

Качество сахалинских углей изучено еще недостаточно, особенно в восточной и центральной частях острова. Каменные угли характеризуются повышенным содержанием фосфора и небольшим содержанием серы. Содержание золы в углях колеблется в широких пределах, но в большинстве случаев от 6 до 16%. Бурые и длиннопламенные угли содержат: W^p от 14 до 22%, A^c от 2 до 36%, $S_{общ.}$ до 0,25%. Теплотворная способность угля ($Q^r_б$) до 7600 *кал*.

Общие запасы углей о. Сахалина составляют 20,09 млрд. *т*, из них бурые — 5,37 млрд. *т* и каменные — 14,72 млрд. *т*, в том числе угли марок ПЖ+К+ПС 1,80 млрд. *т*.

КАЗАХСТАН

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

В Казахстане имеется более четырехсот месторождений каменных и бурых углей. Наиболее значительная группа их относится к нижнему карбону; менее распространены юрские угли и еще менее — верхнепалео-

зойские и третичные. Крупными месторождениями Казахстана являются: Карагандинский бассейн, месторождения Экибастуз и Майкюбень.

КАРАГАНДИНСКИЙ УГОЛЬНЫЙ БАССЕЙН

Этот угольный бассейн расположен в Центральном Казахстане; его общая площадь около 3000 *км*². В структурном отношении он представляет собою вытянутую в широтном направлении депрессию, сложенную в центральной части угленосными отложениями визе, намюра и среднего карбона и по бортам отложениями девона и турне. В геологическом строении бассейна и его окраин принимают участие:

1) эффузивно-обломочная свита нижнего и среднего девона, сложенная альбитофирами, порфиритами, агломератами, туфами и туфо-песчаниками; эта свита имеет изменчивый состав и мощность от 2000 до 4000 *м*;

2) песчано-сланцевая толща среднего и верхнего девона, так называемая акбастаусская свита; мощность до 2000 *м*;

3) карбонатная толща фаменского яруса верхнего девона; мощность 120—140 *м*;

4) известково-сланцевые отложения нижнего карбона, среди которых выделяются: а) слои этрен (посидониевые слои), представленные мергелями и известняками; мощность до 100 *м*; б) кассинские слои, состоящие из сланцев и мергелей с фауной нижнего турне; мощность до 100 *м*; в) русаковские (майкудукские) слои, представленные известняками среднего турне; мощность до 100 *м*; г) терентинские слои, состоящие из кремнисто-глинистых сланцев с тонкими прослоями известняков и мергелей; мощность около 75 *м*; возраст — верхний турне.

На известняково-сланцевых отложениях лежит угленосная толща мощностью до 4500 *м*, в которой выделяются:

1) аккудукская свита, состоящая из песчаников и сланцев с нерабочими прослоями углей; мощность до 1000 *м*, возраст верхний турне;

2) ашлярикская песчано-сланцевая угленосная свита с пластами зольных углей рабочей мощности; содержит переходную от турне к визе фауну; мощность 500—700 *м*;

3) карагандинская свита, представленная песчаниками, алевролитами и аргиллитами с пластами коксующихся углей средней и малой зольности; мощность 800—900 *м*, возраст визе—намюр и, по представлениям некоторых исследователей, намюр—средний карбон;

4) надкарагандинская свита, имеющая тот же литологический состав, что и карагандинская, но не содержащая рабочих пластов углей; мощность 350—450 *м*, возраст — намюр, или, по представлениям некоторых исследователей, средний карбон;

5) алабасская свита выделяется некоторыми исследователями в самостоятельную свиту из верхней части надкарагандинской свиты по своей пестрой окраске; мощность до 150 *м*;

6) долинская угленосная свита, представленная аргиллитами и алевролитами с прослоями конгломератовидных песчаников и пластами малозольных коксующихся углей; мощность 700 *м*, возраст по представлениям одних исследователей верхний намюр, а других — средний карбон;

7) наддолинская, или тентекская свита, представленная песчаниками, гравелитами, конгломератами, тонкослоистыми зольными углями; мощность 500 *м*, возраст — средний карбон;

8) шаханская пестроцветная толща, состоящая из бурых, коричнево-красных и зеленовато-серых аргиллитов и алевролитов с пластами песчаников; мощность более 300 *м*, возраст — средний карбон. Некоторыми исследователями относится к верхнему карбону—нижней перми.

На угленосных отложениях трансгрессивно залегают отложения нижней и средней юры, представленные конгломератами, песчаниками, аргиллитами и алевролитами с линзами огнеупорных глин и пластами бурых углей. Мощность юрских отложений 130—600 *м*; они расчленяются на четыре свиты: а) нижнюю конгломерато-песчаниковую, б) нижнюю угленосную или дубовскую, в) верхнюю конгломерато-песчаниковую и г) верхнюю угленосную или михайловскую. Юрские отложения распространены в центральной и восточной частях бассейна.

Карагандинский бассейн представляет собою сложный синклинорий, в пределах которого выделяются несколько крупных складок: Карагандинская, Чурубай-Нуринская, Тентекская и Верхне-Сокурская синклинали, разделенные Акжарским и Анабасским поднятиями и крупными сбросами. На территории бассейна, особенно в его южной части, известен ряд нарушений различной амплитуды и протяженности. На западе границей бассейна является тентекский сброс, приводящий в соприкосновение угленосные отложения с девонскими эффузивно-осадочными образованиями. По границе Чурубай-Нуринской и Тентекской синклиналей проходит крупный Чурубай-Нуринский сброс. Южная часть бассейна примыкающая к региональной Спасской зоне смятия, имеет сложное тектоническое строение и крутые углы падения пластов. В его северной, более простой по строению, части пласты падают под углом до 45°.

Юрские отложения залегают более спокойно и образуют две крупные мульды: Михайловскую и Верхнесокурскую с падением северных крыльев под углами 8—10° и южных до 40°, при этом верхние свиты юрских отложений залегают более полого, чем нижние.

Угленосными являются ашлярикская, карагандинская, долинская, тентекская свиты карбона и михайловская и дубовская свиты юрских отложений. В ашлярикской свите содержится двадцать шесть угольных пластов, из которых рабочую мощность на различных участках бассейна имеют от шести до двадцати пластов. Угли зольные. Строение пластов сложное. В карагандинской свите, которая является основной продуктивной свитой бассейна, насчитывается до тридцати шести угольных пластов, из которых двадцать (k_1—k_{20}) достигают рабочей мощности. Устойчивыми являются тринадцать пластов. Наиболее мощным (от 4 до 8 *м*) пластом является пласт k_{12}. Нижняя группа пластов (k_1—k_6) имеет сложное строение и повышенную зольность. Пласты (k_7—k_{13}) средней группы более простого строения и менее зольны. Пласты (k_{14}—k_{20}) характеризуются простым строением, небольшой мощностью и обладают сильной изменчивостью на территории бассейна.

В долинской свите вскрыто одиннадцать угольных пластов рабочей мощности. Для них характерно простое строение и малая зольность. Эта свита развита в Чурубай-Нуринском и Тентекском районах; в Карагандинском районе сохранилась лишь ее нижняя часть, а в Верхне-Сокурском районе она отсутствует. В тентекской свите известно семнадцать пластов углей, из которых четырнадцать достигают рабочей мощности. Пласты относительно устойчивы и имеют большей частью сложное строение; угли характеризуются повышенной зольностью.

В михайловской свите (юрские отложения) имеются два рабочих и два нерабочих пласта. Пласт III мощностью до 25 *м* и почти полностью выработан. Пласт IV имеет мощность до 2,5 *м*. Пласты михайловской свиты распространены в Карагандинском районе. К периферии месторождения они выклиниваются. Дубовская свита содержит пятнадцать угольных пластов, из которых только три местами достигают рабочей мощности.

Угли ашлярикской и нижней части карагандинской свит высокозольны и трудно обогатимы. Угли средней части карагандинской свиты коксовые, средней зольности и обогатимости, но имеют пониженную спекаемость. Угли верхних пластов карагандинской свиты высокозольны и

трудно обогатимы, за исключением пласта k_{18}, пригодного для коксования.

Наиболее высоким качеством обладают угли долинской свиты. Они среднезольные, легко обогатимые и хорошо спекающиеся. Угли тентекской свиты высокозольны и трудно обогатимы.

Угли ашлярикской свиты относятся к марке К (трудно обогатимые), карагандинской — К, ПЖ, СС, ПС и долинской — ГК и ПЖ. Угли юрского возраста — бурые и используются в качестве энергетического топлива местной промышленностью.

Общие запасы углей Карагандинского бассейна составляют 51 млрд. *т*, в том числе запасы углей долинской свиты — 2,2 млрд. *т* и запасы бурых углей 1,2 млрд. *т*.

ЭКИБАСТУЗСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено в северной части Центрального Казахстана около ж.-д. линии Павлодар—Акмолинск. Район месторождения сложен породами эффузивной толщи среднего и верхнего девона, фаменского яруса верхнего девона, слоями этрен, кассинскими и русаковскими слоями турне. Так же, как и в Карагандинском бассейне, здесь выделяются ашлярикская и карагандинская угленосные свиты. Мощность ашлярикской свиты около 600 *м*, а карагандинской 730 *м*. Обе свиты сложены угленосными песчано-сланцевыми отложениями. На палеозойских отложениях лежат третичные пестроцветные глины и кварцевые пески, а выше четвертичные отложения небольшой мощности.

Экибастузское месторождение представляет собой мульду, вытянутую с северо-запада на юго-восток. Протяженность мульды 34 *км*, ширина — до 8 *км*. Общая площадь месторождения 163 *км*^{2}. Мульда имеет асимметричное строение, осложненное сбросами, амплитудой от единиц до десятков метров. Наиболее глубокие ее части расположены вдоль северо-восточного борта, где угольные пласты круто падают на юго-запад. Северо-восточный борт мульды нарушен крупным надвигом, по которому осадочные образования контактируют с девонскими эффузивами. Протяженность надвига 18 *км*, амплитуда его до 400 *м*.

В ашлярикской свите имеется восемь горизонтов углистых пород и угольный пласт № 6. В карагандинской свите известно четыре угольных пласта (1, 2, 3, 4) и пятнадцать тонких пластов (I—XV).

Несмотря на небольшие размеры и малое количество пластов углей, Экибастузское месторождение характеризуется высокой угленасыщенностью и обладает исключительными по своей мощности пластами углей сложного строения. Мощность сближенных пластов 2 и 3 составляет 135 *м*, из которой на угольную массу приходится 86 *м*. Пласт 1 имеет общую мощность 21 *м*, пласт 4—21 *м* и пласт 6 — 17 *м*. Угли Экибастузского месторождения слабо спекающиеся, высокозольные и трудно обогатимые; могут использоваться как энергетическое топливо. Зольность углей обычно более 25%. Разработка углей ведется открытым способом.

Запасы экибастузских углей составляют 12,2 млрд. *т*.

МАЙКЮБЕНЬСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Это месторождение расположено в северо-восточной части Центрального Казахстана, в Баянаульском районе Павлодарской области. Оно представляет собой котловину шириной около 16 *км*, вытянутую в широтном направлении на 70 *км*.

Мезозойские угленосные отложения несогласно залегают на силурийских и девонских эффузивно-осадочных породах, карбонатных отложениях верхнего девона — нижнего карбона и варисских гранитах и гранодиоритах. Они имеют мощность до 1200 *м*. В основании мезозой-

ских отложений залегают базальные конгломераты мощностью 100—120 *м*, выше которых выделяются сарыкульская, талдыкульская и шоптыкульская угленосные подсвиты с флорой нижней и средней юры.

Из пологих складок второго порядка, осложняющих структуру месторождения, наиболее крупной является Шоптыкульская мульда, представляющая собою его главный участок. Углы падения пластов пологие (10—15°). У северного борта котловины проходит разлом, приводящий в соприкосновение юрские и палеозойские отложения; в Шоптыкульской мульде вблизи этого разлома наблюдаются крутые углы падения, достигающие 45—60°.

Угольные пласты имеют сложное, часто изменчивое строение и объединяются в шесть угольных горизонтов непостоянной мощности. Наблюдается постепенное расщепление и выклинивание пластов к периферии месторождения. Три верхних угольных горизонта (1, 1^1 и 2) расположены в шоптыкульской, 3 и 4 в талдыкульской и нижний (5) горизонт в сарыкульской подсвитах. Наибольшее значение имеют первый и второй угольные горизонты шоптыкульской подсвиты. Мощность их на южном крыле Шоптыкульской мульды колеблется от 10 до 40 *м* при сравнительно простом строении. По простиранию и падению они расщепляются и достигают общей мощности 80—100 *м* при содержании угольной массы до 50%. Третий, четвертый и пятый угольные горизонты изучены недостаточно. Их мощность колеблется в широких пределах, достигая 100 *м*, причем угольная масса составляет до 30% общей мощности. Угли относятся к бурым, близким к каменным. Содержание в них летучих веществ составляет 40—48%. Зольность небольшая (8—17%), мало серы (от 0,6 до 0,7%) и фосфора (менее 0,1%). Теплотворная способность углей ($Q_б^г$) 7000—7400 *кал*. Угли трудно обогащаются. Запасы углей Майкюбеньского месторождения составляют 21 млрд. *т*.

ПРОЧИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УГЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

Среди прочих месторождений углей в Казахстане следует упомянуть группу месторождений карбоновых углей Тениз-Коржункульского бассейна, расположенного в Центральном Казахстане и обладающего мощными пластами углей (Космурунское месторождение), Джамантузские месторождения в восточной части Центрального Казахстана, а также верхнепалеозойские месторождения Кайнаминское (Прииртышье) и Кендерлык (хр. Саур). Наиболее крупным из них является месторождение Кендерлык, относящееся по возрасту к верхнему карбону-перми и обладающее запасами как углей, так и горючих сланцев. На пермских отложениях здесь залегают также угленосные юрские отложения.

Кроме упомянутых выше, в Центральном и Южном Казахстане располагается большое количество небольших по размерам месторождений преимущественно нижнекарбоновых, а также юрских и третичных углей.

Значительная часть месторождений Центрального Казахстана располагается в толщах, аналогичных по возрасту ашлярикской и карагандинской свитам Карагандинского бассейна (Акмолинская группа, Куу-Чеку, Борлы, Акжар, Завьяловское и т. д.). К западу от Караганды находится Самарское месторождение, где угли находятся в отложениях, соответствующих по возрасту долинской свите Карагандинского бассейна. В западной части Центрального Казахстана известно несколько месторождений юрских углей (Киякты, Байконур и др.). Месторождения карбоновых углей южной части Центрального Казахстана (Джунгарский Алатау, Кетменский хр., Тарбагатай, Чингиз) и Алтая небольшие по размерам и обладают высокозольными углями низкого качества (Карасай, Мукры, Аягузская группа и т. д.). Заслуживают внимания месторождения юрского возраста (Кендерлык, Ленгер, Алакульское месторож-

дение и др.), содержащие бурые или каменные угли. Месторождения углей третичного возраста в Казахстане встречаются реже и незначительны по запасам (Чингистаусское, Чекельмесское и др.). Общие запасы углей Центрального и Южного Казахстана составляют 104 млрд. *т*.

ТУРГАЙСКИЙ (УБАГАНСКИЙ) БАССЕЙН

Этот бассейн открыт в последние годы. Он расположен в северной части Кустанайской обл. Казахской ССР и занимает площадь более 50 000 *км*². Представляющая этот бассейн группа изолированных месторождений приурочена к отдельным депрессиям в палеозойском фундаменте, выполненным угленосными отложениями нижне- и среднеюрского возраста.

Угленосные осадки в депрессиях залегают несогласно на отложениях протерозоя и пермо-триаса и перекрываются толщей верхнего мезозоя и кайнозоя общей мощностью от 30 до 250 *м* и более. Они разделяются на четыре свиты. Нижняя, черниговская (J_1^1), представлена переслаивающимися плохо отсортированными песчаниками, конгломератами и алевролитами. Мощность ее изменяется от 100—150 *м* в прибортовых частях депрессий, до 2—3 *м* в их осевых частях. Кушмурунская свита (J_1^2), являющаяся основной продуктивной, сложена переслаивающимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами и бурыми углями. Мощность этой свиты от 100 до 350 *м*. Караганская свита (J_2^1) сложена в основном переслаивающимися алевролитами и аргиллитами с подчиненным количеством песчаников. Мощность ее 40—60 *м*. Дузбайская свита (J_2^2) представлена переслаивающимися алевролитами, аргиллитами и углями с подчиненным количеством песчаников. Мощность от 50 до 112 *м*. Общая мощность угленосных отложений достигает 700 *м*.

Относительно структуры бассейна существует две точки зрения. Согласно одной, накопление угленосной толщи происходило в грабенах, заложенных в доюрское время; согласно другой, существовала обширная площадь первоначального угленакопления, в пределах которой угленосные отложения впоследствии были смяты в складки и частично разбиты сбросами и надвигами на отдельные грабены; при этом с водораздельных пространств отложения угленосной толщи были денудированы.

Угленосная толща Тургайского бассейна залегает в серии узких, вытянутых в северо-восточном направлении депрессий: Кушмурунской, Харьковской, Былкулдакской, Черниговской, Приозерной, Панфиловской, Карашиликской и Эгинсайской. К востоку от перечисленных депрессий, объединяемых в убаганскую группу месторождений, располагаются месторождения приишимской группы (Джаныспайское, Кызылтальское, Савинковское и Мхатовское).

В пределах отдельных депрессий угленосные отложения смяты в пологие и широкие складки, простирание которых в большинстве случаев совпадает с направлением депрессий, осложненные дизъюнктивными нарушениями, имеющими простирание близкое к простиранию складчатости. Во многих случаях крылья складок оборваны крупными сбросами с амплитудой 200 *м* и более, по которым угленосная толща контактирует с отложениями палеозойского и протерозойского основания.

Наиболее хорошо изучены месторождения Убаганской группы, среди которых детальнее других исследовано Кушмурунское месторождение. Угленосность на последнем приурочена к осадкам кушмурунской и дузбайской свит. В первой содержится двенадцать рабочих пластов угля суммарной мощностью до 117,7 *м*, причем два пласта (Нижний Мощный и Верхний Мощный) имеют мощность соответственно до 50 и 30 *м*. В дузбайской свите насчитывается шесть-одиннадцать сближенных пластов угля суммарной мощностью до 40 *м;* мощности пластов колеблются от нерабочей до 10—15 *м*. Пласты угля расщепляются и выклиниваются

на сравнительно коротких расстояниях. В черниговской свите, как правило, угленосность отсутствует и лишь изредка встречаются линзы угля.

На Приозерном месторождении установлено двенадцать угольных пластов в кушмурунской и отчасти черниговской свитах. Суммарная мощность пластов достигает 47,8 *м*. На Харьковском месторождении в кушмурунской свите насчитывается семнадцать рабочих пластов угля суммарной мощностью до 32,8 *м*. В пределах Черниговского месторождения установлено три рабочих пласта; при этом более 90% запасов принадлежит пласту Мощному, имеющему сложное строение и максимальную мощность 33,6 *м*. На Эгинсайском месторождении в кушмурунской свите содержатся от восьми до десяти рабочих пластов угля суммарной мощностью 70—80 *м*, а в дузбайской — шесть пластов суммарной мощностью 21,2 *м*. В отложениях кушмурунской свиты Былкулдакского месторождения встречено восемь пластов угля мощностью от 0,7 до 9,4 *м*. На Панфиловском месторождении имеется шесть сближенных пластов суммарной мощностью до 26 *м*. Джаныспайское месторождение характеризуется наличием девяти рабочих пластов угля мощностью от 0,7 до 27,9 *м*. На Кызылтальском месторождении максимальная угленасыщенность наблюдается в западной его части (Орловский участок), где имеется шесть групп сближенных угольных пластов. Суммарная мощность угольной массы от 50 до 140 *м*, средняя — 86 *м*. Пласты угля не выдержаны по мощности и строению. Угленосность Савинковского месторождения представлена одним пластом сложного строения мощностью от 1,1 до 10,45 *м*. На отдельных участках пласт расщепляется на четыре—пять сближенных пластов. Наконец, на Мхатовском месторождении имеется четыре рабочих пласта мощностью от 0,6 до 11,0 *м*.

Угли Тургайского бассейна бурые. Они содержат: W^a 5,8—11,0%; A^c 6,0—45,0%; $S^л_{общ.}$ 0,8—2,0%; V^r 35—45%, иногда (Кушмурунское месторождение) до 52%; C^r 67,5 — 71,0%; H^r 4,9—5,9%; теплотворная способность ($Q^p_б$) достигает 5000 *кал*.

По микроструктуре преобладают гумусовые клареновые угли; реже встречаются дюрены и переходные от первых ко вторым типы. Иногда встречаются сапропелиты и сапропелево-гумусовые угли.

Общие геологические запасы угля Тургайского бассейна составляют 36 490 млн. *т*, в том числе действительные 6320 млн. *т* и вероятные 10 530 млн. *т*. Вследствие спокойного залегания угольных пластов, а также относительно небольшого коэффициента вскрыши, ряд угольных месторождений этого бассейна может быть отработан открытым способом. Ориентировочно запасы угля, пригодные для открытой разработки, составляют 5 млрд. *т*.

СРЕДНЯЯ АЗИЯ

На обширной территории среднеазиатских республик имеется более 140 угольных бассейнов и месторождений, причем подавляющее их большинство (в том числе и все промышленные) приурочено к нижнеюрским отложениям. Среднеюрскими являются лишь небольшие месторождения. Угольные месторождения Средней Азии разнообразны по условиям залегания, литологии и фациальной характеристике угленосных толщ, количеству пластов угля и качеству углей. Мощность юрских отложений колеблется от нескольких десятков метров до 5000 *м*. Фациальный состав осадков угленосных отложений различен в разных районах, изменяясь от аллювиальных до прибрежно-бассейновых.

Н. В. Шабаровым в пределах Средней Азии выделено два буроугольных и четыре каменноугольных района. К первым относятся: Кызылкийско-Сукайтинский (западный) и Сонкульско-Иссыккульский (восточный), а ко вторым — Южно-Узбекистанский, Южно-Таджикистанский,

Восточно-Иссыккульский и Восточно-Ферганский. Приведенное районирование не совпадает с административным.

Для месторождений, входящих в состав буроугольных районов, характерны рыхлость осадков угленосных толщ, преобладание грубообломочных аллювиальных осадков и многочисленные внутриформационные размывы. Группа каменноугольных месторождений отличается ритмичностью осадконакопления, хорошей отсортированностью пород, среди которых встречаются закономерно чередующиеся фации от бассейновых через прибрежно-мелководные до болотных и обратно. Для этих месторождений характерно зональное распределение углей различной степени метаморфизма по площади, что свидетельствует о накоплении угленосных толщ в бассейнах, имеющих признаки геосинклинального режима.

Угленосные толщи Средней Азии довольно интенсивно дислоцированы. Для западного буроугольного района (месторождения Сулюкта, Шураб и Кызыл-Кия) характерно развитие брахиструктур широтного простирания, как правило, асимметричных и осложненных разломами. В Гиссарском и Зеравшанском районах широко развиты надвиги. В юго-восточной части Восточно-Ферганского (Узгенского) каменноугольного бассейна угленосная толща смята в сложные, часто опрокинутые на северо-восток, складки северо-западного простирания. В центральных его частях структуры линейные, более простого построения и также северо-западного простирания.

На всех угольных месторождениях Средней Азии углы падения пластов пород колеблются от 20—30 до 80° и более. Сложность тектонического строения месторождений в значительной мере обусловливает резкую изменчивость глубин залегания угольных пластов.

В петрографическом составе углей наблюдается большое разнообразие. Преобладают гумусовые угли; сапропелиты встречаются редко. Среди первых наиболее обычны однородные клареновые и дюрено-клареновые угли; встречаются также кларено-дюреновые, дюреновые и ксилено-фюзеновые угли; довольно широко распространены комплексно-полосчатые угли. Угольные месторождения Средней Азии содержат всю гамму углей от бурых до антрацитов включительно; при этом в Южно-Узбекистанском районе имеется зональность в распределении углей различной степени метаморфизма от полуантрацитов месторождения Кугитанг до паровично-жирных месторождения Зидды и газовых месторождения Кштут-Зауран. В Южно-Таджикистанском районе также намечается некоторая зональность. Так, месторождение Назар-Айлок содержит полуантрациты, а месторождение Мионаду — угли коксовые и паровично-жирные.

Особенно отчетливо зональное распределение углей различной степени метаморфизма проявляется в Восточно-Ферганском (Узгенском) бассейне, где центральная и юго-восточная части (месторождения Сурташ, Читты, Кара-Тюбе) содержат антрациты и тощие угли; северо-западнее, в месторождениях Кара-Тюбе (северная часть) Горумды, Туюк, Кок-Кия, Бештерек, Карагаша развиты угли марок ПС, К, ПЖ и Г. Еще далее к северо-западу, в периферических частях бассейна, а также на тяготеющих к нему месторождениях Кок-Янгак, Нарын и др., развиты и длиннопламенные угли.

В Восточно-Иссыккульском каменноугольном районе развиты только длиннопламенные угли.

Ниже приводится краткая характеристика угленосности отдельных угольных районов и входящих в их состав крупных месторождений Средней Азии.

ЗАПАДНЫЙ УГЛЕНОСНЫЙ РАЙОН

В состав этого района входят Сулюктинское, Шурабское, Кызыл-Кийское, Ангренское и несколько более мелких месторождений.

Сулюктинское месторождение приурочено к угленосной толще мощностью до 450 *м*. На месторождении насчитывается до двенадцати угольных пластов, из которых два рабочих, причем только один из них, пласт f, распространен повсеместно. Остальные пласты имеют линзообразный характер и мощность, изменяющуюся от нерабочей до 4,8 *м*. Мощность пласта f от 0,7 до 13,0 *м*. Угли содержат: W^a 6—18%, A^c 6—35% (в среднем 12—18%). Теплотворная способность ($Q^r_б$) 7000 *кал*. Запасы углей 760 млн. *т*.

Ангренское месторождение включает в себя одну сложную угольную залежь, состоящую из серии сближенных пластов и линз угля мощностью от нескольких сантиметров до 5—6 *м*. Суммарная мощность угольной массы от 10 до 58 *м*. Угли содержат: W^a 30%, A^c 6%; V^r 38%. Теплотворная способность углей ($Q^r_б$) около 7100 *кал*. Запасы углей 2820 млн. *т*.

Шурабское месторождение приурочено к угленосной толще мощностью от 150 до 1000 *м*. Угленосность на различных площадях месторождения неодинакова. Так, на площади Шураб II насчитывается до восемнадцати пластов угля (из них четырнадцать рабочих) мощностью от 0,5 до 3,0 *м* каждый и суммарной мощностью угольной массы до 20,2 *м*. На площади Шураб I имеется восемь пластов угля мощностью от 0,5 до 20,0 *м* (мощность нижнего пласта от 7,0 до 20,0 *м*), средняя суммарная мощность 19 *м*. Площадь Шураб III заключает пятнадцать пластов угля, из которых шесть рабочих. Мощность каждого из них колеблется от 0,5 до 4,2 *м* при суммарной мощности угольной массы до 22 *м*. Угли содержат: A^c 5—38%; $S^л_{общ.}$ 1,8%; V^r 36—42%. Теплотворная способность угля ($Q^r_б$) 6600—7300 *кал*. Запасы 3080 млн. *т*.

Кызыл-Кийское месторождение приурочено к угленосной толще резко переменной мощности (от 60 до 520 *м*). Основной угольный пласт в западной части месторождения имеет мощность 1,2—10,0 *м*, а в восточной — до 22,0 *м*. Угли содержат: W^a 7,2—16,6%; A^c 8,2—18,8%; V^r 35—46%. Теплотворная способность ($Q^r_б$) 6950—7200 *кал*. Запасы углей 2380 млн. *т*.

Общие запасы углей Западного угленосного района составляют 9040 млн. *т*.

ВОСТОЧНЫЙ УГЛЕНОСНЫЙ РАЙОН

Кара-Кичинское месторождение, расположенное в восточной части Минкушской угленосной площади, имеет два угольных пласта. Строение верхнего пласта сложное; его мощность колеблется от 2,2 до 13,3 *м*; мощность угольной массы 1,3—3,3 *м*. Нижний пласт изменяет свою мощность от 7,6 *м* в восточной части месторождения до 74,7 *м* в центральной.

К западу от Кара-Кичинского месторождения угленосные отложения в пределах Минкушской угленосной площади прослеживаются на расстояние до 70 *км*. К ним приурочено восемь угольных пластов со средней суммарной мощностью 43,3 *м*. Наибольшая суммарная мощность пластов достигает 96 *м* на месторождении Кок-Майнак.

Другие месторождения Восточного буроугольного района (Согуты, Сют-Булак и др.) имеют меньший практический интерес. Запасы углей района составляют 4210 млн. *т*.

ВОСТОЧНО-ФЕРГАНСКИЙ (УЗГЕНСКИЙ) БАССЕЙН

Этот угленосный бассейн открыт недавно. В составе его угленосной толщи выделяются пять свит: коккинская, маркайская, каратюбинская, агатанская и кошбулакская; причем три первых относятся к нижней юре, агатанская — к средней и кошбулакская условно — к верхней юре.

Мощность угленосных отложений закономерно увеличивается с юго-запада на северо-восток (к осевой части бассейна, расположенной в перевальной части Ферганского хребта) и с северо-запада на юго-восток. Так, в северо-западной части бассейна, на месторождении Кум-Бель мощность угленосных отложений составляет 2300 *м*, тогда как на площади Читты она достигает уже 3500 *м*, а в крайней юго-восточной части — 5000 *м*.

В отложениях угленосных толщ наблюдается закономерная смена фаций как по разрезу, так и по площади.

Фациальный состав осадков угленосной толщи, зональное распространение углей различных марок, а также линейный характер основных складчатых структур показывают, что накопление осадков происходило в бассейне, имевшем некоторые черты геосинклинального развития.

Основной продуктивной свитой является маркайская; каратюбинская и агатанская свиты промышленного интереса не представляют, а заключающиеся в них угли пригодны лишь для кустарной разработки. Угленасыщенность маркайской свиты уменьшается с северо-запада на юго-восток; южнее месторождения Сурташ она отсутствует. Количество рабочих пластов, содержащихся в этой свите, колеблется от одного (месторождение Туюк, южная площадь) до шестнадцати (месторождение Кум-Бель). Месторождение Кум-Бель содержит шестнадцать рабочих пластов угля с суммарной мощностью угольной массы до 34 *м*. Месторождение Карагаша содержит тридцать пластов угля, из которых десять рабочих; мощность пластов от 0,4 до 2,6 *м*. На месторождении Туюк (северная площадь) насчитывается четыре пласта угля мощностью от 0,2 до 2,4 *м*, на месторождении Кок-Кия — до 98 пластов, из которых рабочих от трех до десяти мощностью от 0,5 до 2,0 *м*.

В приводораздельной части Ферганского хребта, в верховьях р. Кара-Тюбе, отмечено до ста сорока одного пласта угля (в разрезе неполной мощности), из которых десять являются рабочими с суммарной мощностью чистого угля 4,4 *м*.

На месторождении Кара-Тюбе насчитывается до двадцати двух пластов угля; в том числе девять пластов имеют рабочую мощность от 0,4 до 6,0 *м*. Читтынская угленосная площадь имеет три рабочих пласта мощностью от 0,6 до 1,5 *м*. Месторождение Бештерек — до десяти пластов угля, из которых два рабочих мощностью до 2,5 *м*.

На месторождении Зиндан, приуроченном к минтурским слоям агатанской свиты, насчитывается тринадцать пластов и прослойков угля, из которых два на небольших участках являются рабочими. Мощности пластов колеблются от нескольких сантиметров до 3 *м*. Оба пласта неустойчивы и выклиниваются на коротких расстояниях.

Восточно-Ферганский бассейн характеризуется наличием всей гаммы углей от длиннопламенных, развитых в месторождениях его периферических частей, до антрацитов, распространенных в центральных частях. Суммарные запасы углей бассейна составляют 3090 млн. *т*. С запада к нему примыкает месторождение Алдыяр, приуроченное к нижнеюрской угленосной толще мощностью до 400 *м*. В его пределах насчитывается тридцать пластов угля, четыре из которых имеют рабочую мощность (0,5—7,8 *м*). Запасы углей этого месторождения составляют 480 млн. *т*.

К северу от месторождения Кум-Бель расположено Кок-Янгакское месторождение, отделенное от первого выходами палеозойских отложений, перекрытых нижнемеловыми отложениями. Оно приурочено к нижнеюрской угленосной толще мощностью до 600 *м*, содержащей одиннадцать угольных пластов, из которых рабочую мощность имеют шесть-восемь пластов; их суммарная мощность достигает 15,3 *м*. К северо-западу от Кок-Янгакского месторождения расположен Северо-Ферганский угленосный район. Основное месторождение района (Нарынское) приурочено к нижнеюрской угленосной толще мощностью до 430 *м*, содержащей

пять пластов угля рабочей мощности, изменяющейся от 0,5 до 25,0 *м*. На остальных месторождениях этого района количество угольных пластов колеблется от одного до шести суммарной мощностью 2,5—8,3 *м*. Запасы углей Кок-Янгакского месторождения составляют 2070 млн. *т*, а Северо-Ферганского района — 2550 млн. *т*.

ЮЖНО-УЗБЕКИСТАНСКИЙ УГЛЕНОСНЫЙ РАЙОН

Месторождения этого района по угленосности, литологическому составу угленосных толщ и тектонике делятся на три группы: Зеравшанскую, Гиссарскую и Южно-Гиссарскую.

Первая характеризуется высокой угленасыщенностью и объединяет наиболее крупные месторождения — Фан-Ягноб, Кштут-Зауран и др. На первом из них имеются сорок угольных пластов суммарной мощностью более 100 *м*; второе содержит тридцать пластов угля суммарной мощностью до 46 *м*. Угли газовые и паровично-жирные. В месторождениях второй группы количество угольных пластов колеблется от одного (месторождение Кугитанг) до восьми (месторождение Сурхан-Тау). Мощность пластов от 0,5 до 22 *м*, а их суммарная мощность местами достигает 32 *м*. Угли марок от газовых до полуантрацитов. Наиболее важные месторождения этой группы — Кугитанг, Шуроабад, Равноу, Зидды, Байсун, Шаргунь.

Общие запасы углей Южно-Узбекистанского района составляют 14 810 млн. *т* в том числе запасы месторождений Фан-Ягноб 1780 млн. *т*, Зидды 1440 млн. *т* и Южно-Таджикской депрессии 2460 млн. *т*.

ЮЖНО-ТАДЖИКИСТАНСКИЙ УГЛЕНОСНЫЙ РАЙОН

Этот район характеризуется непостоянством мощности угленосных толщ, сложным тектоническим строением и, возможно, наличием интрузивных масс, прорывающих угленосные отложения. В этом районе имеются два месторождения — Мионаду и Назар-Айлок. На первом известно восемь пластов угля мощностью от 1,0 до 3,4 *м* и суммарной мощностью чистого угля до 13,5 *м*. На втором — количество угольных пластов колеблется от четырех до шести общей мощностью до 17,5 *м*; максимальная мощность отдельного пласта 10 *м*. В этом угленосном районе содержится гамма углей от газовых до антрацитов включительно.

Запасы углей Южно-Таджикистанского района составляют 1910 млн. *т*, в том числе месторождения Мионаду — 1470 млн. *т*.

ВОСТОЧНО-ИССЫККУЛЬСКИЙ УГЛЕНОСНЫЙ РАЙОН

Среди месторождений этого района наибольшее значение имеет Джергаланское месторождение длиннопламенных углей, которое содержит шесть рабочих пластов угля мощностью от 0,6 до 21,1 *м*. Суммарная их мощность достигает 45,6 *м*, при мощности угольной массы до 39,0 *м*. Запасы месторождения 61 млн. *т*.

* * *

В настоящее время промышленностью освоен ряд угольных месторождений; причем разрабатываются в основном бурые угли, добыча которых составляет около 70% всей добычи углей Средней Азии. Бурые угли разрабатываются на Ангренском, Сулюктинском, Шурабском и Кызылкийском месторождениях; каменные на Кок-Янгакском, Нарынском, Джергаланском, Зиддинском и Шаргуньском месторождениях. Ряд месторождений подготовлен к эксплуатации; на значительном числе месторождений проведена или проводится разведка.

До Октябрьской революции на территории Средней Азии было известно около десяти месторождений угля, находящихся главным образом в легкодоступных районах. Так, в Южной Фергане уже были известны Сулюктинское, Шурабское, Кызылкийское и Алмалыкское месторождения; в Северной Фергане — Нарынское; в Восточной Фергане — Маркайское и в бассейне р. Зеравшан — Кштут-Зауранское, Магианское и Фан-Ягнобское месторождения. Все остальные месторождения, в том числе и такие, как Восточно-Ферганский (Узгенский) бассейн, Ангренское, Зиддинское месторождения, большая часть месторождений Южно-Узбекистанской группы и Южно-Таджикистанская группа месторождений обнаружены и изучены лишь после революции.

Перспективы известных до Октябрьской революции месторождений в результате их переоценки увеличились во много раз.

Запасы углей Среднеазиатских месторождений, подсчитанные в 1913 г., составляли 157 млн. *т*; в 1933 г. они возросли до 3092 млн. *т*, а в 1937 г. — до 19 945 млн. *т*. По состоянию на 1955 г. запасы углей Средней Азии определились в 40,8 млрд. *т*, т. е. увеличились по сравнению с 1913 г. в 250 раз.

Из общего числа запасов на долю бурых углей приходится 14,2 млрд. *т*, а на долю каменных — 26,6 млрд. *т*, в том числе углей группы ПС+К+ПЖ 12,8 млрд. *т*. Запасы углей (в млрд. *т*) по республикам Средней Азии приведены в табл. 18.

Таблица 18

Республика	Всего	Бурые угли	Каменные угли	
			всего	в том числе марок ПЖ+К+ПС
Киргизская ССР	18,39	9,64	8,75	1,02
Таджикская ССР	14,32	1,08	13,24	8,03
Туркменская ССР	0,38	0,03	0,35	—
Узбекская ССР	7,69	3,46	4,23	3,72

Многие угольные месторождения Средней Азии, благодаря своему положению в условиях резко расчлененного рельефа, пригодны для штольневых разработок.

Дальнейшее увеличение запасов углей среднеазиатских республик может итти как за счет открытия новых угленосных площадей, так и расширения запасов известных месторождений. Так, изучение Восточно-Ферганского бассейна позволит значительно увеличить запасы его углей, в том числе марок ПС, К и ПЖ.

II. ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ

ВВЕДЕНИЕ

Как указывалось выше, запасы углей СССР подсчитывались неоднократно, учет же геологических запасов горючих сланцев произведен впервые только в 1956 г.

Наиболее важными сланценосными бассейнами и районами у нас являются: Прибалтийский, Ижемский, Сысольский, Поволжский, Кендерлыкский, Барзасский и Анабаро-Оленекский. Только небольшая часть их относительно хорошо разведана, как например, Прибалтийский и Поволжский бассейны, где ведутся крупные промышленные разработки сланцевых месторождений.

На очереди стоит усиление разведки и освоение Ижемского, Сысольского, Кендерлыкского и Оленекского сланценосных районов, а также широкое изучение всей территории Советского Союза с целью выявления новых перспективных площадей развития горючих сланцев.

Согласно американской статистике, СССР по запасам горючих сланцев занимает второе место в мире после США (250 млрд. *т*). Запасы Англии составляют 11 млрд. *т*, Швеции — 9 млрд. *т*. Общие геологические запасы горючих сланцев СССР составляют 156 млрд. *т*, в том числе действительные 6 млрд. *т* и вероятные 24 млрд. *т*. Главная масса запасов горючих сланцев связана с отложениями нижнего и среднего кембрия, среднего ордовика и верхней юры.

Степень изученности и разведанности бассейнов и месторождений горючих сланцев еще далеко недостаточна, так как действительные запасы составляют лишь 3,7% общих. Лишь некоторые районы и месторождения (Прибалтика и Поволжье) освещены с большей детальностью.

ПРИБАЛТИЙСКИЙ БАССЕЙН

Для народного хозяйства Ленинградского и соседних с ним экономических районов прибалтийские горючие сланцы (кукерситы) имеют большое значение. Они, являясь в природном виде низкосортным топливом, в результате химической переработки становятся высококалорийным топливом (газ, бензин, лигроин) и дают ряд ценных побочных продуктов.

В Прибалтике и Ленинградской области эти сланцы известны не менее 250 лет, но стали использоваться промышленностью лишь с 1918 г.

Разведочные работы на горючие сланцы начали производиться здесь с 1910 г. В Эстонской буржуазной республике различными фирмами проводилось обследование относительно небольших концессионных участков, но в целом месторождения оставались не оконтуренными.

Планомерное изучение этой сланценосной площади началось только при Советской власти. Сравнительно за короткий срок их добыча только на одном Эстонском месторождении достигла в 1956 г. 7,5 млн. *т*.

Географическое положение бассейна исключительно благоприятно. Он протягивается на 300 *км* вдоль Балтийской ж. д., с запада на восток от берегов Балтийского моря у Хапсалу и Таллина до Гатчины и Чудова, и с севера на юг почти от берегов Финского залива до широты городов Тарту, Чудова и Луги.

Сланец — кукерсит, являющийся своеобразным морским сапропелитом, органическая масса которого состоит из остатков микроскопических сине-зеленых водорослей, залегает в стометровой толще известняков среднего ордовика. Образованные им пачки достигают 1 *м* мощности. Вместе с промежуточными слоями известняков они составляют сложные пласты — промышленные залежи мощностью нескольких метров, прослеживающиеся на площади, измеряемой десятками тысяч квадратных километров.

Наиболее мощные пласты сланцев приурочены к двум стратиграфическим горизонтам — кукерскому и иевскому. В первом из них в западной части бассейна (Эстонская ССР) заключено пять пластов (A—F, G—H, I, II и III) горючих сланцев, из которых нижний пласт A—F является основным разрабатываемым и наиболее мощным пластом бассейна. В восточном направлении (в Ленинградской обл.) этот пласт, так же как и другие пласты кукерского горизонта, постепенно уменьшается в мощности и затем полностью выклинивается. Такое же поведение пластов наблюдается и в направлении к южной границе сланценосности, являющейся генетической. Максимальная сланценосность приурочена к разрезам площадей, прилегающих к городам Йыхви и Кохтла-Ярве, где суммарная мощность чистого сланца только в одном нижнем пласте достигает 2,25 *м*. В районе Гдовского месторождения в Ленинградской обл. тот же пласт имеет мощность сланца не более 1,25 *м*. Особняком стоит Чудовское месторождение, находящееся в самой восточной части бассейна, где кукерский горизонт заключает лишь слабые

примазки горючего сланца, а залежи последнего, достигающие рабочей мощности (до 1 *м*), приурочены к стратиграфически более высокому горизонту — иевскому.

Тектоническое строение рассматриваемого бассейна простое и характеризуется общим незначительным (доли градуса) наклоном пород с севера на юг, поэтому сланценосная пачка, выходящая на поверхность в уступе силурийского пласта — глинте, являющемся эрозионной северной границей бассейна, в его южной части находится на глубине 200—250 *м*. Мелкие сбросы и слабая волнистость слоев местами несколько усложняют в общем простые условия залегания горючих сланцев.

По качеству прибалтийские (эстонские, гдовские и чудовские) горючие сланцы являются одними из лучших в СССР. Несмотря на высокую зольность (в среднем до 50%), они благодаря особому составу горючей массы представляют собой как бы «твердую нефть»: выход жидких погонов при их полукоксовании обычно составляет 67—70% от органической массы сланца.

Длительный опыт промышленного использования кукерситов установил рациональность переработки их путем полукоксования (на газ и разнообразное жидкое топливо) и меньшую эффективность сжигания в виде кускового топлива. Важно отметить, что зола сланцев может быть также широко использована в промышленности строительных материалов, для известкования почв и т. д., в связи с чем технологами и экономистами уже давно разрабатывается методика комплексного использования органической части и минеральной составляющей горючих сланцев Прибалтики и Ленинградской обл.

Геологические запасы Прибалтийского бассейна, подсчитанные на 1 января 1955 г., весьма значительны и позволяют планировать большое развитие сланцедобычи и строительства сланцехимических и газовых заводов.

Так, действительные балансовые запасы составляют по Эстонскому месторождению 2,72 млрд. *т* (из них запасов до глубины 30 *м*, пригодных для открытых работ, около 1 млрд. *т*), по Гдовскому месторождению — 850 млн. *т* и по Чудовскому месторождению 28 млн. *т*. Вероятные запасы по всему бассейну составляют 9,38 млрд. *т*, а возможные 1,23 млрд. *т*.

Необходимо отметить, что сложные гидрогеологические условия ряда сланценосных площадей как на Гдовском и в особенности Чудовском месторождениях Ленинградской обл., так и в Эстонской ССР делают не все указанные выше запасы рентабельными для добычи в настоящее время.

Однако запасы таких площадей с уже освоенной горной техникой гидрогеологическими условиями весьма велики.

Несмотря на высокую степень изученности геологии Прибалтийского сланцевого бассейна и большой объем осуществленных геологических и гидрогеологических работ, в этой области выдвигается ряд первоочередных проблем, в частности, ждут своего разрешения вопросы микротектоники и карстообразования, детального изучения режима подземных вод, уточнения границ бассейна и т. д.

Особо стоит вопрос бурения нескольких глубоких скважин для изучения сланценосности территории соседней Латвийской республики, где в 60 *км* южнее г. Риги на глубине более 800 *м* был встречен мощный (более 3 *м*) пласт кукерсита.

СЕВЕРО-ВОСТОК И ВОСТОК ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

В Европейской части Советского Союза, кроме прибалтийских сланцев, серьезного внимания также заслуживает широкоразвитые на востоке Русской платформы горючие сланцы нижневолжского яруса юрской

системы. Геологическое изучение и промышленное освоение их осуществлены только при Советской власти. В настоящее время в Нижнем Поволжье и в Заволжье имеются три сланцевых рудника (Кашпирский, Савельевский и Озинский), добывающие значительное количество горючих сланцев для нужд промышленности.

Месторождения юрских сланцев по своему геологическому строению имеют много общего с месторождениями прибалтийских ордовикских сланцев. Они также являются типичными морскими сапропелитами, распространенными регионально. Разница лишь в том, что на большом пространстве северо-востока и востока Европейской части СССР сланценосный горизонт *Perisphinctes panderi*, некогда имевший сплошное распространение, вследствие позднейших эрозионных процессов имеет «островной» характер залегания.

По качеству юрские сланцы уступают прибалтийским, так как обычно содержат больше золы (35—80%), серы (2—6%) и имеют более низкую теплотворную способность, в среднем около 2000 *кал*. Различие химического состава тех и других сланцев хорошо подтверждается элементарным составом горючей массы (керогена), приведенным в табл. 19.

Таблица 19

Месторождение	Возраст	C	H	N	S	O
Эстонское	O_2	72,4	8,4	—	—	20,1
»	»	77,5	9,4	—	1,7	11,3
Мантуровское	J_3	52,1	6,7	3,3	5,4	32,5
»	»	70,8	9,5	2,1	8,4	9,2
Ульяновское	»	58,8	7,0	—	4,2	29,9
»	»	69,9	8,3	—	6,7	5,0

Ордовикские сланцы более богаты углеродом и водородом, чем юрские, а следовательно, их теплотворная способность и выход смолы выше, чем у последних.

По территориальному признаку в юрской сланценосной провинции востока Русской платформы можно выделить следующие районы (с севера на юг): 1) Ижемский, 2) Сысольский, 3) Кировский, 4) Костромской, 5) Чувашский, 6) Мордовский, 7) Татарско-Ульяновский и Куйбышевско-Саратовский. Степень геологической изученности и промышленного освоения каждого из них различна. Так, обладающие весьма крупными вероятными и возможными запасами северные районы (Ижемский, Сысольский и Кировский) еще не разведаны и для организации в них промышленных предприятий требуется прежде всего подготовка шахтных полей.

Наоборот, самые южные районы (Татарско-Ульяновский и Куйбышевско-Саратовский) — имеют значительный фонд разведанных запасов категорий A_2, B и C_1, причем далеко не все подготовленные шахтные поля освоены или осваиваются промышленностью.

Многочисленные месторождения горючих сланцев, разбросанные на огромной территории от р. Ижмы на Тимане до бассейна Б. Иргиза в Общем Сырте, весьма различны по мощности сланценосного горизонта, количеству рабочих пластов и их мощности, а также по колебаниям химического состава и технологических свойств полезного ископаемого, и, наконец, по гидрогеологическим и горным условиям. Так, мощность сланценосного горизонта изменяется от 3—5 *м* (Ульяновская группа месторождений) до 50 *м* (Озинское месторождение в Заволжье), а количество пластов горючего сланца от одного-двух (Чувашия, Мордовия) до 7 (Озинка).

По доступности для разработки выделяется несколько участков. Для штольневой добычи пригодны участки по берегам рр. Ай-ю-ве (Ижемский

район), Сысолы и Волги (Кашпирское месторождение близ г. Сызрани). Наиболее труднодоступны погруженные в связи с тектоническими нарушениями отдельные участки на Кашпирском (южная часть месторождения) и Озинском (участок Ягодного дола) месторождениях, где горизонт горючих сланцев находится на глубине более 200 *м*.

Обычная глубина залегания сланценосных отложений нижневолжского яруса на месторождениях 30—70 *м*. Как правило, с нарастанием глубины залегания сланцев увеличивается степень обводненности и трудность освоения месторождений.

Для суждения об общих ресурсах юрских (нижневолжских) сланцев на территории северо-востока и востока Русской платформы, а также о перспективности отдельных районов, в табл. 20 приведены величины действительных, вероятных и возможных запасов (в млн. *т*).

Таблица 20

Районы	Действительные	Вероятные	Возможные
	Балансовые		
Ижемский	—	550	5 800
Сысольский	1	—	5 400
Костромской	6	36	
Татарско-Ульяновский	115	870	44
Куйбышевско-Саратовский	318	3 596	58
Всего:	440	5 003	11 302
	Забалансовые		
Ижемский	—	450	—
Кировский	—	354	—
Костромской	4	2	—
Чувашский	10	5	—
Мордовский	1		—
Татарско-Ульяновский	—	7	—
Куйбышевско-Саратовский	480	47	52
Всего:	495	865	52

Примечание. Все запасы подсчитаны в зоне глубин залегания от 0 до 300 *м*

Приведенные в таблице данные показывают, что потенциальные возможности для широкого использования горючих сланцев Поволжья для целей энергетики и химической промышленности велики. Недалеко то время, когда сланцевые рудники появятся и на севере, где планируется строительство двух электростанций (Ижемской и Сысольской) на базе местных горючих сланцев.

КАЗАХСТАН

На территории Казахстана имеется ряд месторождений горючих сланцев как приуроченных к месторождениям углей, так и имеющих самостоятельное значение.

Наиболее крупное месторождение горючих сланцев приурочено к Кендерлыкскому месторождению угля. Меньшее значение имеют горючие сланцы Тургайского (Убаганского) буроугольного бассейна.

Кроме этих месторождений, имеется ряд мелких самостоятельных месторождений горючих сланцев, среди которых наиболее крупным является Байхожинское месторождение. Меньшее значение по запасам имеют Алакульское, Кара-Адырское (Тологойское) и Сагандыкское месторождения.

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ ТУРГАЙСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

Этот бассейн расположен в пределах Кустанайской обл. Казахской ССР. Горючие сланцы приурочены к трем его месторождениям: Кушмурунскому, Приозерному и Черниговскому, сложенным угленосной толщей юрского возраста. Они залегают в отложениях кушмурунской, дузбайской и черниговской свит. Редко слагая самостоятельные пласты, сланцы чаще сменяют угли как по разрезу, так и по площади их распространения.

Горючие сланцы представляют собой высокозольные разности сапропелевых и гумусово-сапропелевых углей; они содержат: W^a 5,15—5,58%; A^c 47,0—58,2%; $S^c_{общ.}$ 0,6—3,7%; V^r 63,4—67,65%; C^r 65,0—67,3%; H^r 6,5—7,8%. Теплотворная способность ($Q^r_б$) 6565—6785 *кал*.

Количество пластов и прослоек горючих сланцев, а также их мощность очень непостоянны на всех месторождениях. Средняя суммарная мощность пластов на Черниговском месторождении колеблется от 2,1 до 3,5 *м*. Общие запасы горючих сланцев бассейна составляют 128 млн. *т*.

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ КЕНДЕРЛЫКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Кендерлыкское каменноугольное месторождение расположено в Зайсанском районе Восточно-Казахстанской обл.

На месторождении имеются продуктивные свиты, содержащие пласты угля верхнекаменноугольного, верхнепермского и среднеюрского возрастов. Горючие сланцы приурочены к верхнекарбоновой угленосной толще, залегающей на альбитофирах нижнего карбона и перекрытой верхнепермской угленосной толщей. Мощность верхнекаменноугольной толщи 2160 *м*; она сложена переслаивающимися аргиллитами, алевролитами, песчаниками, конгломератами, углями и горючими сланцами.

Угленосная толща смята в синклинальную складку, северо-восточное крыло которой срезано крупным надвигом. С юго-востока месторождение также ограничено надвигом. Углы падения пород на крыльях складки колеблются от 15—25 до 50—75°.

К угленосной толще верхнего карбона приурочены три свиты горючих сланцев: а) нижняя мощностью 7 *м*, заключающая в основании пласт угля мощностью до 2,7 *м* и два пласта горючих сланцев мощностью 0,9—2,1 *м*. Оба пласта имеют сложное строение и состоят из одной-шести пачек сланцев; б) средняя свита горючих сланцев мощностью 12 *м*, состоящая из битуминозных песчаников, связанных с горючими сланцами постепенными переходами. В свите содержится большое число пачек горючих сланцев суммарной мощностью до 3,95 *м*; в) верхняя свита горючих сланцев мощностью 330 *м*, содержащая девятнадцать горизонтов горючих сланцев, из которых четыре рабочих. Мощность последних составляет 21, 65, 20 и 19 *м*. Они представлены переслаивающимися аргиллитами, алевролитами, доломитами, битуминозными и горючими сланцами. Количество прослоев горючих сланцев колеблется от одного до ста одиннадцати в разных горизонтах, а их суммарная мощность от 0,1 до 42,2 *м*; мощность отдельных прослоев горючих сланцев 0,15—0,30 *м*.

Горючие сланцы содержат: W^a 2,6—3,8%; A^c 47,7—70,8%; V^c 22,0—40,0%; $S^c_{общ.}$ 0,6—1,6%; пирогенетической воды 1,9—3,7%; смолы — 3,0—27,0%; полукокса 62,8—81,1%; газ и потери 3,9—6,9%. Теплотворная способность ($Q^r_б$) 2360—4600 *кал*, иногда падает до 500 *кал*. Общие запасы горючих сланцев месторождения 4075 млн. *т*.

БАЙХОЖИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено в Казалинском районе Кзыл-Ординской обл. и приурочено к пестроцветной толще палеогена (низы эоцена),

сложенного переслаивающимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами.

В районе месторождения продуктивная толща смята в очень широкую синклинальную складку и включает один рабочий пласт горючих сланцев мощностью 0,75—0,8 *м* и три тонких нерабочих прослоя мощностью по несколько сантиметров.

Горючие сланцы содержат: W^a 4,9—6,7%; A^c 54,4—70,6%; V^c 10,3—16,7%; $S^л_{общ.}$ 1,1—6,7%. Теплотворная способность ($Q^г_б$) 2240—6440 *кал*. Выход первичной смолы 3,0—4,05%. Запасы горючих сланцев месторождения составляют около 10 млн. *т*.

КАРА-АДЫРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Месторождение расположено в Тарбагатайском районе Восточно-Казахстанской обл., в 4 *км* восточнее Тологойского каменноугольного месторождения. Оно приурочено к нижнепермской вулканогенно-осадочной толще мощностью 50—100 *м*, перекрытой мощным покровом третичных отложений.

Продуктивная толща залегает с моноклинным падением на запад под углом 25—35°. Среди осадочных отложений нижней перми выделен сланцевый горизонт мощностью 45 *м*, содержащий шестнадцать пластов горючих сланцев мощностью от 0,50 до 0,70 *м* каждый и суммарной мощностью 8,4 *м*. В результате перегонки этих горючих сланцев получено: 10,1% смолы; 4,8% пирогенетической воды и 4,45% падает на газы и потери. Запасы горючих сланцев месторождения составляют 2,3 млн. *т*.

АЛА-КУЛЬСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Месторождение расположено в Семипалатинской обл. в 30 *км* южнее оз. Ала-Куль. Оно приурочено к юрской угленосной толще мощностью 375 *м*, сложенной переслаивающимися пестроцветными песчаниками, алевролитами и аргиллитами, заключающими один пласт бурого угля.

В пределах месторождения наблюдается моноклинальное залегание пород с падением пластов на северо-восток под углами 15—25°; с северо-запада на юру надвинуты по пологопадающему надвигу породы палеозоя.

Горючие сланцы слагают в пласте бурого угля прослой мощностью 0,6 *м*. Качество горючих сланцев не изучалось. Запасы их составляют 0,6 млн. *т*.

САГАНДЫКСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Месторождение расположено в Тарбагатайском районе Восточно-Казахстанской обл. и приурочено к нижнепермским отложениям, представленным переслаивающимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами, известняками и горючими сланцами общей мощностью 310 *м*. Продуктивный горизонт, заключающий горючие сланцы, имеет мощность 55 *м*.

На месторождении наблюдается моноклинальное залегание пород с падением слоев на северо-запад под углом 20—40°. С юго-запада на нижнепермские отложения надвинуты породы среднего палеозоя.

Продуктивный горизонт заключает в себе четыре пласта горючих сланцев мощностью от 0,16 до 2,35 *м*; рабочим является только второй снизу пласт сложного строения, состоящий из девяти пачек горючих сланцев, разделенных прослоями пустой породы; средняя полезная мощность сланцев 1,55 *м*.

В северо-восточной части месторождения пласты горючих сланцев частично выклиниваются, частично ороговикованы вследствие воздействия андезитов, прорывающих пермские отложения. Сланцы содержат: $W^{л}$ 2,74—5,88%; $A^{с}$ 73,6—84,6%; $V^{л}$ 8,08—17,54%; $S^{л}_{общ.}$ 0,07—1,18%; кокса зольного 78,4—87,3%. Запасы горючих сланцев этого месторождения 0,04 млн. *т*.

Помимо описанных выше месторождений, в Казахстане имеется еще ряд перспективных на горючие сланцы площадей, например, участки битуминозных аргиллитов в составе угленосной толщи юрского возраста хребта Кара-Тау в Южно-Казахстанской и Джамбульской областях и др.

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ КУЗНЕЦКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

Горючие сланцы распространены в Барзасском геологоэкономическом районе Кузнецкого бассейна, а по административному делению — в Барзасском районе Кемеровской обл. Они приурочены к так называемой дмитриевско-перебойной толще девона.

Пласт горючих сланцев имеет максимальную мощность 45 *м* (Марьин Лог), которая уменьшается к югу до 35 *м*; к северу он выклинивается. Девонские отложения, вмещающие пласт горючих сланцев, будучи приуроченными к восточному крылу основной мульды северной части Кузбасса, имеют преобладающее падение на запад под углом 20—30°. Залегание осложнено мелкой дополнительной складчатостью и небольшими дизъюнктивными нарушениями.

Горючие сланцы характеризуются содержанием: $A^{с}$ более 60%, $V^{г}$ до 70%. Выход смолы при перегонке составляет 3,8—6,75% (на горючую массу). Запасы горючих сланцев составили здесь 1553 млн. *т*, в том числе действительные (общие геологические) 350 млн. *т*, вероятные 405 млн. *т* и возможные 798 млн. *т*. Балансовые запасы 500 млн. *т*.

СЕВЕРО-ВОСТОК СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Горючие сланцы Сибирской платформы приурочены к кембрийским отложениям, распространенным на площади 150 000 *км*² в Якутской АССР в бассейнах рр. Анабара, Оленека и Лены.

Свита горючих сланцев залегает на пестрых известняках алданского яруса (нижний кембрий) и представлена переслаивающимися известняково-глинистыми горючими сланцами и битуминозными и окремненными известняками. Мощность свиты колеблется от 6 до 90 *м*, выклиниваясь к западу. Возраст свиты, по заключенной в известняках фауне, определяется как верхи нижнего и низы среднего кембрия (ленский и амгинский ярусы). Свита горючих сланцев перекрыта среднекембрийскими известняками. В тектоническом отношении описываемая площадь представляет собой синеклизу меридионального простирания, находящуюся между Анабарским и Оленекским поднятиями.

Свита горючих сланцев заключает в себе переменное число пластов горючих сланцев мощностью от 0,1 до 1,5 *м* каждый.

Горючие сланцы содержат: $W^{а}$ 0,3—2,9%; $A^{с}$ 61,6—86,0%; $S^{с}_{общ.}$ 0,3—2,5%. Теплотворная способность ($Q^{г}_{б}$) 400—2590 *кал*. Результаты полукоксования (на горючую массу): выход смолы 6,0—30,8%; полукокса — 40,9—64,6%; воды 0,2—5,5%; потери 10,3—24,5%.

На подавляющей части территории запасы горючих сланцев вследствие недостаточной калорийности отнесены к забалансовым (по категории C_3). Суммарные запасы горючих сланцев Сибирской платформы составляют 111 780 млн. *т*, в том числе балансовые — 22 356 млн. *т*.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 3

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Железо. Н. Л. Херувимова 7
Титан. Н. Л. Херувимова 23
Марганец. Н. Л. Херувимова 26
Медь. В. С. Домарев и В. Г. Грушевой 28
Свинец и цинк. Г. С. Лабазин, В. Г. Грушевой, Е. Д. Карпова, И. И. Князев, В. Е. Кудрявцев, Н. Н. Курек, А. И. Семенов З. В. Сидоренко и С. И. Талдыкин 36
Никель. Д. Ф. Мурашов 53
Кобальт. В. А. Унксов 58
Олово. В. Г. Грушевой, О. С. Грачева, И. И. Чупилин 61
Молибден. В. Г. Грушевой, Г. Л. Падалка, И. И. Чупилин . . . 70
Вольфрам. В. Г. Грушевой, И. И. Чупилин, А. Д. Щеглов . . . 75
Ртуть и сурьма. Н. С. Мудрогина и С. Н. Кондаков 83
Алюминий. Я. К. Писарчик 94

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Алмазы. И. И. Краснов 103
Слюды. Д. Т. Мишарев 107
Пегматиты. П. П. Боровиков 108
Абразивные материалы П. П. Боровиков 111
Высокоглиноземистое сырье. А. Т. Соловьев 112
Графит. А. Т. Соловьев 113
Плавиковый шпат. А. Т. Соловьев 114
Пьезооптический кварц. А. И. Захарченко 116
Исландский шпат и оптический флюорит. А. И. Захарченко . . . 118
Барит. А. И. Захарченко 119
Асбест. В. Р. Артемов 120
Тальк и тальковый камень. П. П. Боровиков 124
Магнезит. П. П. Боровиков 125
Минеральные соли. А. А. Иванов 125
Борное сырье. А. А. Иванов 128
Самородная сера. А. К. Марков 129
Апатиты и фосфориты. В. Н. Доминиковский и В. Л. Либрович 131
Кварцевые пески. А. М. Цехомский 133
Глины. А. А. Вейхер 135
Цементное сырье. А. М. Цехомский 137
Естественные строительные материалы. А. М. Цехомский 139

ТВЕРДЫЕ ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

I. Ископаемые угли

Общий обзор. Н. В. Шабаров 145

Европейская часть СССР.
Донецкий бассейн. П. Н. Варфоломеев 149
Львовско-Волынский угленосный район. П. Н. Варфоломеев . . . 151
Подмосковный бассейн. В. А. Котлуков 152
Камский бассейн. В. А. Котлуков 155
Печорский бассейн. Т. Н. Пономарев 157
Кавказ. Г. Д. Петровский 163
Северный Кавказ 163
Закавказье 165

Урал. П. Н. Варфоломеев 167
Кизеловский бассейн 167
Южно-Уральский бассейн 168
Серовский район 170
Буланаш-Елкинское месторождение 171
Егоршинский район 172
Махневское месторождение 172
Полтаво-Брединский район 172
Северо-Сосьвинский район 173
Челябинский бассейн 173
Орский бассейн 174

Западная Сибирь и южная часть Восточной Сибири 175
Кузнецкий бассейн. В. И. Яворский 175
Горловский бассейн. В. И. Яворский 177
Месторождения Томской, Новосибирской и Омской областей. В. И. Яворский 178
Канско-Ачинский бассейн. Г. П. Радченко 178
Минусинский бассейн. Г. П. Радченко 180
Месторождения Тувинской автономной области Г. П. Радченко . . . 181
Иркутский бассейн. В. В. Богданов 184

Северная часть Восточной Сибири 184
Таймырский бассейн. А. И. Гусев и В. В. Богданов 184
Тунгусский бассейн. Г. П. Радченко 186
Усть-Енисейский угленосный район. А. И. Гусев и В. В. Богданов . 188
Ленский бассейн. А. И. Гусев и В. В. Богданов 188
Южно-Якутская угленосная площадь. В. Н. Варфоломеев 191

Северо-Восток. И. К. Яковлев 192

Забайкалье, Дальний Восток и о. Сахалин 196
Месторождения Забайкалья. В. В. Богданов 196
Месторождения Дальнего Востока. Г. Д. Петровский 198
Месторождения о. Сахалина. П. Н. Варфоломеев 204

Казахстан 204
Месторождения Центрального и Южного Казахстана. А. С. Кумпан . 204
Карагандинский бассейн 205
Экибастузское месторождение 207
Майкюбеньское месторождение 207
Прочие месторождения углей Центрального и Южного Казахстана . 208
Тургайский (Убаганский) бассейн. В. В. Богданов 209

Средняя Азия. В. В. Богданов 210
Западный угленосный район 211
Восточный угленосный район 212
Восточно-Ферганский (Узгенский) бассейн 212
Южно-Узбекистанский угленосный район 214
Южно-Таджикистанский угленосный район 214
Восточно-Иссыккульский угленосный район 214

II. Горючие сланцы

Введение. В. А. Котлуков 215
Прибалтийский бассейн. В. А. Котлуков 216
Северо-восток и восток Европейской части СССР. В. А. Котлуков . 217
Казахстан. В. В. Богданов 219
Горючие сланцы Кузнецкого угольного бассейна. В. В. Богданов . . 222
Северо-восток Сибирской платформы. В. В. Богданов 222

Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ)
Министерства геологии и охраны недр СССР

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СССР. ТОМ 4. ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Редактор издательства *М. В. Семенова*

Техн. редактор *О. А. Гурова* Корректор *Э. Г. Агеева*

Сдано в набор 18/IV-1958 г. Подписано в печать 6/VIII-1958 г.
Формат бумаги 70×108¹/₁₆ Печ. л. 19,2 Бум. л. 7
Уч-изд. л. 19,34. Тираж 500 экз.
Зак. 03360

Картфабрика Госгеолтехиздата

5453