АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ АРМЯНСКОЙ ССР

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ЕРЕВАН
[illegible]

Նվիրվում է Հայաստանում Սովետական
իշխանության հաստատման XXV-ամյակին

Посвящается XXV-летию установления
Советской власти в Армении

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
ԳԵՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

ԴԱՂՑՆԻ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՌԵՍՈՒՐՍՆԵՐԸ

ՀԱՏՈՐ I

ՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ՀԱՆԱԾՈՆԵՐ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՐԵՎԱՆ 1945

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

СЕКРЕТНО

Экз. № 48

МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ АРМЯНСКОЙ ССР

ТОМ I

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
ЕРЕВАН 1945

Տպագրվում է Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի
Նախագահության կարգադրությամբ

*Печатается по распоряжению Президиума
Академии Наук Армянской ССР*

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ

Յու. Ա. Արապով, Գ. Պ. Բաղդասարյան, Ա. Պ. Դեմեխին, Հ. Գ. Մաղաքյան, Ս. Հ. Մովսեսյան (պատ. խմբագիր), Դ. Ի. Շչերբակով, Կ. Ն. Պաֆֆենհոլց, Հ. Ս. Ստեփանյան.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ю. А. Арапов, Г. П. Багдасарян, А. П. Демехин, И. Г. Магакян, С. А. Мовсесян (отв. ред.), К. Н. Пеффенгольц, О. С. Степанян, Д. И. Щербаков.

От редакции

Всестороннее изучение минеральных ресурсов во многом определяет направление дальнейшего развития народного хозяйства страны.

Значение месторождений полезных ископаемых становится особо важным, когда для ускорения восстановления народного хозяйства страны, разрушенного немецко-фашистскими варварами, а также для дальнейшего развития экономики нашей родины, требуется более полное использование богатств недр.

Стремясь по возможности содействовать лучшему использованию выявленных горных богатств Армянской ССР и дальнейшему планомерному их изучению, Институт Геологических Наук Академии Наук Армянской ССР издает настоящую сводку по минеральным ресурсам Республики.

Сводка „Минеральные ресурсы Арм. ССР" имеет целью дать подробную характеристику полезных ископаемых Республики с указанием путей их промышленного освоения и дальнейшего расширения ее минерально-сырьевой базы.

Сборник „Минеральные ресурсы Армянской ССР" может не только служить справочным пособием для специалистов-геологов, горняков, технологов, учащихся высших учебных заведений, но и окажется во многом полезным для работников планирующих и правительственных органов Республики.

Настоящий труд издается в трех томах. Каждый из них охватывает определенную группу полезных ископаемых, а именно:

I том—металлические полезные ископаемые;

II том—неметаллические полезные ископаемые;

III том—минеральное топливо и водные ресурсы.

В вводной главе к первому тому приводится краткое описание геологического строения Арм. ССР, предопределившего характер ее минерально-сырьевой базы. Здесь освещаются общие закономерности образования и распространения на территории Республики различных видов полезных ископаемых.

Эта статья знакомит читателя с той геологической и геохимической обстановкой, которая необходима для оценки возможностей и перспектив как отдельных месторождений полезных ископаемых, так и целых районов их распространения.

После вводной статьи приводятся подробные сведения о месторождениях полезных ископаемых Арм. ССР, описание которых дается по видам сырья. Для каждого более или менее крупного ме-

сторождения приводится описание его геологического строения, структуры, степени разведанности запасов и качества минерального сырья, горно-технических и экономических условий, направления дальнейших геологоразведочных работ и исследований. В конце статьи по каждому виду сырья приводятся выводы и обобщения. Задачей этой части является освещение путей скорейшего и наиболее рационального использования различных видов минерального сырья Республики.

Перед описанием месторождений того или иного вида сырья приводятся общие сведения о свойствах ископаемого, типах месторождений, размерах добычи, требованиях различных отраслей промышленности к сырью, технологии и т. д.

В составлении сборника „Минеральные ресурсы Армянской ССР" принимал участие коллектив авторов. Статьи написаны в основном научными сотрудниками Института Геологических Наук Академии Наук Армянской ССР и отчасти инженерно-техническим персоналом Армянского Геологического Управления.

Многообразие вопросов, затронутых настоящим сборником, далеко неравномерная изученность отдельных месторождений и районов Армении не позволяют, естественно, с одинаковой полнотой осветить все вопросы в издаваемой работе.

Сознавая, что в данном труде далеко не все статьи равноценны, и что могут оказаться упущения и неточности, тем не менее издание первой сводки по минеральным ресурсам Армянской ССР редколлегия считает своевременным и полезным.

Все замечания и предложения со стороны читателей будут с признательностью приняты и учтены при печатании остальных томов сборника и возможном переиздании его в будущем.

К. Н. Паффенгольц

Геологическое строение Арм. ССР и основные закономерности распределения ее полезных ископаемых

В геологическом отношении Малый Кавказ и Арм. ССР в частности изучены к настоящему времени довольно хорошо, но неравномерно. Рядом с районами, закартированными в *М* 1:50 000, имеются площади, заснятые в *М* 1:100 000 и 1:200 000 или освещенные лишь редкими маршрутами (Амасийский район); но все же следует подчеркнуть, что „белых" пятен на территории Малого Кавказа уже не имеется.

В общем, всю эту область можно считать закартированной в *М* 1:50 000 и 1:100 000 на 75%, но это не значит, что она настолько же изучена петрографически и в отношении выявления запасов полезных ископаемых. Выполнение этой задачи облегчается теперь тем, что в последние годы выявляются полностью стратиграфия и тектоника Арм. ССР и Малого Кавказа в целом.

Геологическое исследование шло весьма неравномерно, отдельными участками и районами, и может быть разбито во времени на ряд этапов, характеризующихся соответствующими сводными геологическими картами (1:420 000, 1:1 260 000 и 1:1000 000). Настоящий очерк базируется на данных сплошной геологической заснятости Малого Кавказа и сводных картах 1:500 000 и 1:200 000, почему позволяет с достаточной четкостью планировать все необходимые мероприятия по разведке и поискам полезных ископаемых.

Орография. Арм. ССР представляет собой типичную горную страну, являющуюся водоразделом среднего течения двух наиболее крупных рек Закавказья—Куры и Аракса. Она состоит из высоких горных хребтов, а также нагорий; последние—вулканического происхождения. Большинство горных хребтов простирается с СЗ на ЮВ, но есть хребты и меридионального простирания. Вдоль с.-в. побережья оз. Севан протягиваются главные горные хребты: Муровдагский, идущий из бассейна р. Тертер, и его с.-в. продолжение—Шахдагский хребет. У Семеновского перевала Шахдагский хребет сочленяется с Памбакским хребтом, протягивающимся от района Севан (Еленовка)—Цамакаберд до Джаджурского перевала и сочленяющимся там с Бзовдальским хребтом, идущим на ЗСЗ от Кировакана. К СЗ от Джаджурского перевала указанные хребты сочленяются с меридиональным хребтом Мокрых гор, входящих в систему Ахалкалакского вулканического нагорья, и смыкаются на С

с широтной системой Триалетских гор. К ЮВ от Ленинакана располагается обширный (около 6 000 *км*²) плоский щит массива горы Арагац (Алагёз, 4 095 *м*), а к ЮЗ и к Ю от оз. Севан—громадное Агмаганское вулканическое нагорье; далее на ЮВ это нагорье сочленяется с Карабахским вулканическим нагорьем.

Вдоль восточного края бассейна оз. Севан от Муровдагского хребта к Ю отходит меридиональный Зангезурский (Конгуро-Алангёзский) хребет, отделяющий Карабахское плато от Агмаганского нагорья и протягивающийся далее к ЮВ вплоть до р. Аракс. Здесь хребет этот является водоразделом р. Воротан (Базарчай) с р. Арпа (Вост. Арпачай) и реками Нахичеванской АССР. В Конгуро-Алангёзском хребте к СВ от Ордубада находится наиболее высокая вершина ю.-в. части Закавказья—гора Капуджих (3 917 *м*); в Агмаганском (Гехамском) нагорье наиболее высокие вершины, являющиеся потухшими вулканами, достигают свыше 3 600 *м*, в Муровдагском хребте, а также в Мокрых горах—3 300 *м*. Наинизшие перевалы между бассейнами р.р. Аракса и Куры достигают 1 952 *м* (Джаджурский перевал).

Юго-западную часть Арм. ССР составляет обширная депрессия р. Аракс, по правую сторону которой располагается горная система горы Арарат.

Между горными системами Арм. ССР располагаются высокие котловины: Лорийская, Ленинаканская и Апаранская, выполненные четвертичными лавами; в обширной депрессии к С от Агмаганского вулканического нагорья на высоте 1 925 *м* расположено оз. Севан, являющееся крупнейшим на Кавказе.

Главные реки Армении на С—Дебед и Акстафа, являющиеся правыми притоками р. Куры, а на Ю —р. Аракс с ее крупными левыми притоками—Ахурьян (Западный Арпачай), Апаран (Касах), Занга (Раздан), Гарни и Воротан (Базарчай).

Климат Армении континентальный, с суровыми зимами. Лесной покров имеется преимущественно лишь в северной части—в бассейне р. Куры.

Стратиграфия. Армения в геологическом отношении является одной из самых интересных областей Закавказья. Здесь наблюдается почти полный разрез всех геологических напластований—от метаморфических сланцев кембрия и докембрия(?) до четвертичных эффузий, травертинов и галечников включительно.

Геологический разрез представляется в следующем виде (снизу вверх):

1. Нижний палеозой (кембрий-докембрий). Наиболее древние отложения Арм. ССР представлены толщей метаморфических сланцев; среди них имеются следующие разности: серицито-кварцитовые, хлорито-кварцитовые, роговообманковые и др., а также типичные гнейсовидные породы. Встречены эти породы в районе с.с. Арзакан (Арзакенд), Н.-Ахты, Мисхана и затем к ЮЗ от с. Калинино. Фауны в этих породах пока не найдено, но, по аналогии с подоб-

ными отложениями Дзирульского массива Грузинской ССР, они могут быть отнесены к кембрию-докембрию. У с.с. Арзакан и Агверан метаморфическим сланцам подчинены пачки мраморов, ныне эксплоатирующихся, а также значительные залежи доломитов. Затем в области развития метаморфических сланцев шлиховые пробы обнаружили во многих пунктах присутствие редких минералов (шеелита, монацита и др.) и золота.

2. Силур. Отложений силура, фаунистически охарактеризованных, в Арм. ССР пока не встречено.

3. Девон представлен лишь средним и верхним отделами; литологически выражен перемежающейся толщей (свыше 900 *м*) средне- и тонкослоистых темносерых известняков, песчаников, глинистых сланцев (листоватых) и кварцитов. Характеризуются следующей фауной: Spirifer verneuili Murch., Sp. archiaci Murch., Rhynchonella cuboides Sow. (верхний девон) и Spirifer inflatus, Sp. mediotextus Arch. et Vern. и кораллами (средний девон).

Девонские отложения имеют развитие лишь в бассейне р. Веди, по р. Айриджа (бассейн оз. Севан), по левобережью р. Аракс в районе насел. п. п. Арарат—Садарак и в Зангезуре. Среди девонских отложений могут иметь промышленное значение кварциты (как точильный камень, огнеупоры и др.), а также некоторые мраморизованные (в контакте с интрузиями) разности известняков (черные мраморы г.г. Сарибаба и Хорвирап).

4. Отложения карбона имеют небольшое развитие. Пластуются они согласно с вышеуказанными девонскими отложениями и представлены однообразной толщей (свыше 500 *м*) темносерых и темных (до черных) средне- и толстослоистых, часто битуминозных, известняков. Характеризуются следующей фауной (сверху вниз, по ярусам):

3. Известняки с Productus intermedius
„ „ Fusulina (F. verneuili).
2. „ „ Fusulinella (F. sphaerica), Bellerophon sp.
1. „ „ Productus semireticulatus
„ „ Zoantharia (Lonsdaleia araxis).

Обнажаются известняки карбона в тех же районах, где и девонские отложения, за исключением р. Айриджа.

Макроскопически эти известняки отличаются от известняков девона: это светло-, но чаще темносерые (до черных), обычно средне- и толстослоистые, часто битуминозные породы; в редких случаях они проникнуты жилками кальцита, а с поверхности часто окрашены водными окислами железа в буровато-красноватый цвет (местами до кирпично-красного). В рельефе обычно выражаются обрывами.

Некоторые мраморизованные (в контакте с интрузиями) разности известняков имеют промышленное значение. Далее заслуживают внимания проявления фосфатов, встреченные в породах верхнего девона—нижнего карбона; выражены они рассеянными фосфатными

зернами и прослойками фосфоритных конкреций (?). Практическое значение этих проявлений еще не доказано (штуфные пробы дали содержание P_2O_5—5-15%), но их нахождение оправдывает постановку систематических поисков фосфатов в палеозое Арм. ССР и Нахичеванской АССР.

5. *Пермские отложения* встречены в пределах Арм. ССР всего в двух пунктах: по р. Веди у с. Дагназ и в верховье р. Чанахчи выше одноименного селения. Пермские отложения Джульфинского ущелья находятся на территории Нахичеванской АССР. Пермские отложения у с. Дагназ представлены свитой (свыше 400 *м*) мергелистых известняков серого и темносерого цвета; они характеризуются следующей фауной: Productus (Marginifera) intermedius helicus Abich, Pr. spinosocostatus Abich, Orthotetina armeniaca Arthaber, Phaetrones (Amblysiphonella), Crinoidea и др. (верхняя пермь). Этот разрез перми у с. Дагназ констатирован в 1935 г. впервые для Закавказья; пермские же отложения района с. Чанахчи сходны с отложениями Джульфинского района. Джульфинский разрез пермских отложений отличается от разреза у с. Дагназ незначительной мощностью (всего 20—40 *м*) и несколько другим типом фауны (Otoceras djoulfense, Spirigera, Productus).

6. Пермские отложения переходят совершенно согласно в *триасовые*. Встречены они также всего в двух пунктах: в бассейне р. Веди у с.с. Дагназ и Джерманис. У с. Дагназ встречен нижний триас, представленный свитой (до 150—200 *м*) интенсивно дислоцированных мергелистых плитчатых известняков желтовато-серого и красноватого оттенков. Характеризуются следующей фауной: Claraia stachei Bitt., Cl. cf. aurita Haueri, Cl. cf. extrema Spath.

У с. Джерманис встречен верхний триас (норийский ярус), представленный толщей (свыше 100 *м*) слюдистых песчаников, которым подчинены незначительные прослои углистых сланцев. Фауна: Myophoria verbeeki (Boettg.) Krumb. M. caucasica sp. nov., Indopecten glabra Dougl. Palaeocardita buruca C. Boehm emend. Krumb., Cassianella sp., Prolaria armenica sp. nov., Ceratites sp. и др. В углистых сланцах встречена флора хорошей сохранности.

7. *Юрские отложения* Арм. ССР представлены всеми тремя отделами, причем нижняя и средняя юра выражены преимущественно в вулканогенной фации. Наибольшее развитие имеют вулканогенные отложения нижней и средней юры в Алавердском районе и в Зангезуре, где они представлены авгитовыми порфиритами, их туфами и туфобрекчиями и различного рода туфоосадочными образованиями. В основании среднеюрского комплекса залегает во многих районах покров весьма характерных кварцевых порфиров. Но наряду с этим нередки и отдельные горизонты, представленные глинистыми сланцами и известняками. В последних встречаются органические остатки, позволяющие определить геологический возраст слоев.

Нижняя юра залегает на подлежащих породах трансгрессивно

и несогласно, равно как и средняя юра на нижней. Местами в верхах среднеюрской вулканогенной толщи выделяется свита (до 50-100 *м*) средне- и тонкослоистых песчаников и сланцев, относимых по их стратиграфическому положению к келловею.

Верхняя юра выражена в карбонатных фациях с редкими горизонтами туфогенного состава; наибольшее развитие имеет в районе Дилижан—Армутлу—Иджеван и в Зангезуре.

На среднеюрских отложениях верхняя юра залегает трансгрессивно, но с незначительным угловым несогласием. Установлен лузитанский возраст известняков, слагающих хребет Далисар (Дали-даг) к СВ от Дилижана.

Юрские вулканогенные отложения практически невлагоемки и никаких водоносных горизонтов не заключают. Кварцевые порфиры являются нередко, при наличии на соответствующей глубине интрузивных пород и благоприятной тектонической структуры, вместилищем медных и серноколчеданных месторождений „кедабекского типа". Многие разности пород вулканогенных толщ являются хорошим строительным материалом.

Верхнеюрские известняки не являются вместилищем каких-либо рудных полезных ископаемых; из нерудных следует отметить крупные залежи доломитов, кварцитов (Иджеван) и редкие линзы алебастра. Зато они являются прекрасным строительным материалом и, вследствие своей трещиноватости, хорошим коллектором атмосферных осадков; им подчинены довольно многочисленные родники прекрасной питьевой воды, нередко с большим дебитом.

8. Нижний мел на территории Арм. ССР почти повсеместно отсутствует; только в Зангезуре и в Микоянском районе констатированы на небольших площадях толщи известняков баррема—апта и верхнего альба. Наиболее полный разрез нижнемеловых отложений констатирован по правобережью нижнего течения р. Воротан (Базарчай), в районе с. с. Агарак—Зейва. Разрез начинается с трансгрессивного верхнего баррема, представленного толщей (до 200 *м*) зоогенных известняков; выше располагается трансгрессивная свита (130 *м*) мергелей и туфогенных песчаников нижнего апта, перекрывающихся, также трансгрессивно, свитой (до 220 *м*) песчаников и известняков верхнего апта. Выше следует трансгрессивный верхний альб, представленный перемежающейся свитой (до 200 *м*) мергелей, алевритов и песчаников, с частыми прослоями грубых туфогенно-обломочных накоплений.

В разрезе района с. Зейва выше следует мощная (свыше 500 *м*) трансгрессивная толща мергелистых и туфогенных песчаников сеномана.

Верхнемеловые отложения Арм. ССР весьма разнообразны; они имеют развитие в сев. и сев.-вост. частях Арм. ССР (в бассейне притоков р. Куры), в бассейне оз. Севан, в бассейне р.р. Веди и Арпа (Восточный Арпачай) и к СЗ от Ленинакана.

Сеноман выражен известковистыми песчаниками, сланцами, из-

вестняками и конгломератами. Мощность—от 15 до 300 *м* и более. Турон представлен на С и в бассейне оз. Севан мощным комплексом (800—2000 *м*) вулканогенных пород, прослаиваемых немощными прослоями туфогенных пород и известняками рифового происхождения.

В бассейне р. Веди турон выражен сплошь в известняковой фации (мощность толщи до 500 *м*). Сенон выражен всюду в карбонатной фации и представлен мощной (свыше 500 *м*), обычно весьма однообразной толщей светлых мергелистых известняков и мергелей, местами переходящих фациально в песчанистые известняки. Породы основания толщи, вероятно, относятся еще к верхнему турону.

Сеноман залегает на подлежащих породах трансгрессивно и с угловым несогласием.

Несогласия и перерывы между туроном и сеноном констатируются не всюду.

Мергелистые известняки карбонатной толщи сенона являются хорошим строительным материалом, благодаря хорошей слоистости и сравнительно легкой обработке. Некоторые горизонты (преимущественно из кампана) являются хорошим цементным сырьем. Нередко в сеноне встречаются также разности известняков литографского типа и доломитовые породы (Иджеван).

Сенонская известняково-мергельная толща играет заметную роль в гидрогеологии района; в силу трещиноватости пород она является коллектором довольно большого количества осадков. В этой толще, особенно близ контакта ее с водонепроницаемой вулканогенной толщей турона, нередко наблюдаются родники, местами с большим дебитом.

Нижнетуронской (исключительно) вулканогенной обломочной толще подчинены проявления агата, представленные неправильными жеодами, прожилками и стяжениями. Лишь незначительная часть их имеет промышленное значение.

9. Эоценовые отложения имеют обширное развитие, слагая большие площади в бассейнах р. р. Арпа (Восточный Арпачай), Гарни, по сев.-зап. побережью оз. Севан и в районе Ленинакана. Представлены они мощным (до 2 *км*) комплексом вулканогенных пород (порфириты, туфы, туфобрекчии), прослаиваемых местами глинисто-песчаниковыми и известковисто-песчаниковыми отложениями, а также туфогенными породами. Залегает эоцен на сеноне, местами трансгрессивно, но без заметного углового несогласия; нередко же наблюдается непрерывный переход их друг в друга в одной фации (преимущественно карбонатной).

В бассейне р. Шорахбюр (Шорбулах) (приереванский район) наблюдается полный разрез всех трех отделов эоцена в песчаниково-глинистой фации, местами гипсоносной.

Многие разности пород эоцена являются хорошим строительным материалом. Верхнеэоценовой песчаниковой толще верхнего эоцена

приереванского района (правый склон ущелья Джрвеж) подчинены богатые залежи гипса и гажи. В водоносности района отложения эоцена играют второстепенную роль, так как в силу своего сложения и слабой трещиноватости они мало влагоемки.

10. На отложениях эоцена и всех подлежащих (вплоть до палеозойских включительно) залегают трансгрессивно и с различными угловыми несогласиями *породы олигоцена*. Представлены они двумя фациями. Район Агмаганского нагорья и водораздел района Нахичеванской АССР и Зангезура сложены в основном вулканогенными породами олигоцена (андезитами, их туфами и туфобрекчиями). Толща эта слабо дислоцирована и достигает мощности 1,5—2 *км*. Вдоль долины р. Аракс, в предгорьях Еревана развит олигоцен в другой фации, представленной перемежающейся мощной толщей гипсоносных глин, мергелей и прослаивающих их песчаников и известняков; толща эта в литературе известна под названием соленосной. Ей подчинены Нахичеванское и Кульпинское месторождения соли.

Подобные породы констатированы в верхах эоцена, судя по фауне, найденной по р. Занге в районе с.с. Арзни и Кетран, а также у с. Джрвеж.

11. В районе с. Н. Ахты констатированы на незначительной площади *отложения мэотиса* ничтожной мощности, представленные травертиноподобными известняками.

В восточной части Арм. ССР имеются указания на нахождение миоцена в вулканогенной фации. К указанному возрасту возможно отнести толщу туфобрекчий, развитых в междуречье среднего и нижнего течений р. р. Акера и Воротан; толща эта известна под названием Горисской. Мощность ее свыше 500 *м*.

К миоцену же следует отнести толщу диатомитовых глин Сисианского района на основании факта отчетливого переслаивания туфобрекчий и глин у стыка указанных фаций в районе с. Вагуди. Горисская и диатомитовая толщи отчетливо перекрываются вулканогенной толщей плиоцена (?) массива горы Ишихли.

12. *Отложений плиоцена*, фаунистически охарактеризованных, на территории Арм. ССР пока не встречено. Но не исключена возможность отнесения к этому возрасту некоторых эффузий к С от района г. Ленинакан, а также вулканогенной толщи массива горы Ишихли.

13. *Четвертичные отложения* имеют на территории Арм. ССР большое развитие. Наиболее древние из них представлены толщей слабоуплотненных песчаников (местами пепловых), галечников, известковистых туфов и известняков, видимо озерно-речного происхождения. Подобные отложения имеют наибольшее развитие в районе городов Нор-Баязет и Ленинакан; они характеризуются Dreissensia ex gr. polymorpha Pall., Dr. ex gr. rostriformis Desh. и Dr. diluvii Abich.

Следующие по возрасту четвертичные отложения—галечники высоких террас, достигающих местами свыше 200 *м* относительной высоты.

Более молодым является комплекс лав андезито-базальтового состава, расчленяющийся на пять покровов, относящихся по возрасту к эпохам от гюнца до вюрма включительно.

Подобные лавы слагают Агмаганское, Карабахское и Ахалкалакское вулканические нагорья, а также бóльшую часть подножья массива горы Арагац, вплоть до г. Ленинакан.

Большинство лавовых покровов имеет хорошо выраженные центры излияний в виде вулканических конусов с типичными кратерами. Наиболее молодые из указанных лав спускаются с нагорий далеко вниз по долинам эффектными языками, залегая на галечных террасах. Эти четвертичные лавы весьма интересны в гидрогеологическом отношении (подлавовые воды); они являются также хорошим строительным камнем.

По периферии массива горы Арагац имеют также широкое развитие вулканические туфы (трахидацитового типа), а также пемзы. Туфы широко известны как прекрасный строительный материал.

К четвертичным же отложениям относятся древние травертины, слагающие большие площади в районе насел. п. п. Арарат (Давалу)—Веди.

Современные отложения представлены аллювием пойм и конусов выносов рек и различного рода элювиальными и делювиальными отложениями.

14. Интрузивные породы Арм. ССР весьма многочисленны и разнообразны как по составу, так и по возрасту. Наиболее древними являются основные интрузии района с.с. Мисхана—Арзакан, включенные в толщу метаморфических сланцев кембрия-докембрия; представлены они серпентинитами (апоперидотиты), габбро, габбро-амфиболитами и диабазами, весьма рассланцеванными на больших площадях, что резко выделяет их из всех других интрузий Малого Кавказа. Они являются, вероятно, по возрасту аналогичными древним (допалеозойским) гипербазитам Большого Кавказа.

Следующими по возрасту (допалеозойскими-нижнепалеозойскими) являются гнейсы района с. Арзакан, входящие в состав той же древней сланцевой толщи; гнейсы в свою очередь прорваны гранитами и гранитогнейсами, также входящими в древний комплекс пород.

К каледонскому возрасту отнесены, пока условно, кварцевые диориты, диориты и габбро-диориты в районе с. Агверан (к Ю от с. Мисхана), прорывающие толщу сланцев кембрия-докембрия, но галька их встречена пока только в конгломерате сеномана. Эти диориты в свою очередь прорываются лейкократовыми гранитами (плагиогранитами) и граносиенитами, для которых устанавливается, пока условно, поздне-каледонский возраст.

Далее следуют третичные интрузивные породы, представленные верхнеэоценовой формацией основных и ультраосновных пород (габбро, перидотиты, дуниты, пироксениты, базальты) и затем формацией гранодиоритов, кварцевых диоритов, габбро-диоритов, диоритов и т. п., ко-

торые моложе верхнего олигоцена. Наибольшее развитие имеют основные породы вдоль сев.-вост. побережья оз. Севан, в бассейне р. Веди и к СЗ от гор. Ленинакан. В бассейне оз. Севан и у Ленинакана формация ультраосновных пород несет хромитовое оруденение.

Кислые интрузивные породы развиты в Мегринском, Кафанском и Алавердском районах, а также у с.с. Кохб, Мисхана, Арзакан и др. В многих пунктах с ними связано медноколчеданное и полиметаллическое оруденение.

Тектоника. Тектоника описываемой области весьма разнообразна и сложна; наиболее дислоцированы, естественно, районы, сложенные палеозойскими отложениями.

В тектоническом отношении Арм. ССР разделяется на три резко обособленные зоны, внутри которых выделяется еще ряд подзон и областей (см. рис. 1).

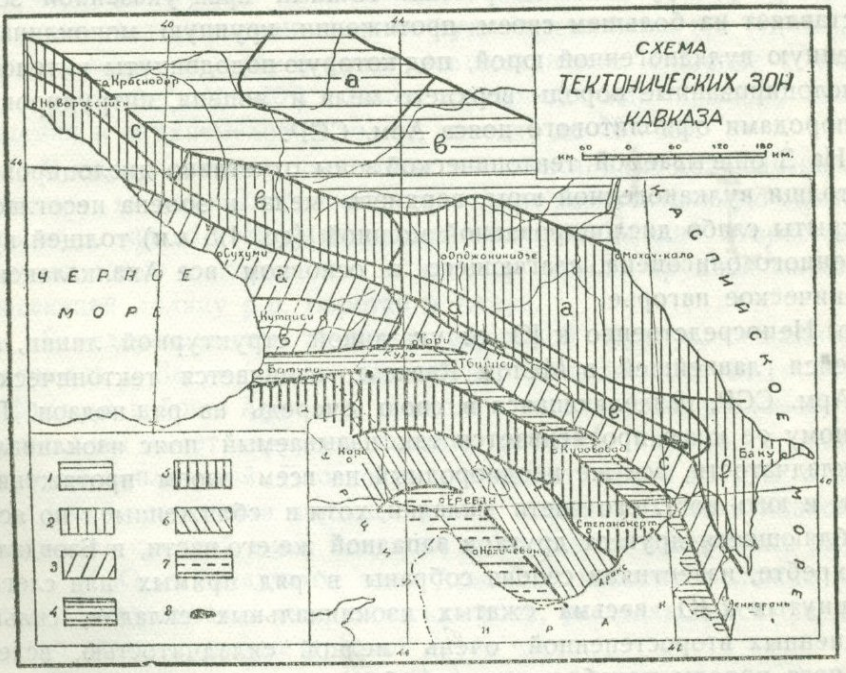


Рис. 1. Схема большого Кавказа по В. П. Ренгартену (1937 г.). Схема Малого Кавказа составлена К. Н. Паффенгольцем (1942 г.).

1. Зона Предкавказья: a—Ставропольское плато; b—Депрессия Кубани и Терека.

2. Складчатая зона Большого Кавказа: a—Восточная часть северного склона; b—Центральная часть северного склона; c—Западная часть северного склона; d—Подзона южного склона; e—Кахетино-Вандамская подзона; f—Подзона погружения.

3. Рионо-Куринский складчатый комплекс: a—Абхазско-Рачинская подзона; b—Рионо-Дзирульская подзона; c — Карталино-Куринская подзона. *4. Аджаро-Триалетская складчатая зона. 5. Сомхетско-Ганджинская полого-складчатая зона. 6. Складчатая зона Армении. 7. Нахичеванская складчатая зона. 8. Гравитационные тектонические покровы.*

а) К Ю и ЮВ от Аджаро-Триалетской зоны, вдоль правобережья р. Куры располагается тектоническая зона, характеризующаяся спокойной пологой складчатостью; в литературе она известна под названием Ганджинской зоны, а также Сомхетско-Азербайджанской зоны. Северной ее границей является южный край Куринской депрессии, а с Ю естественной ее границей с соседней тектонической зоной (Армянской) является крупный надвиг (поддвиг), плоскость которого падает полого на С и который в центральной своей части проходит вдоль сев.-вост. побережья оз. Севан.

Пологие крупные складки срединной полосы Сомхетско-Азербайджанской зоны, сложенной в основном вулканогенными породами юры и верхнего мела, а также прорвавшими их гранодиоритами, вдоль северного ее края местами приобретают более крутой характер; северное крыло их образует здесь местами флексурообразный изгиб, погружаясь под интенсивно дислоцированные толщи неогена и палеогена (?) Куринской депрессии. Южный край указанной зоны представляет на большем своем протяжении крупную моноклиналь, сложенную вулканогенной юрой, под которую пододвинуты интенсивно дислоцированные породы верхнего мела и эоцена, интрудированные породами офиолитового пояса Арм. ССР.

На З описываемой тектонической зоны отчетливо дислоцированные толщи вулканогенной юры, верхнего мела и эоцена несогласно перекрыты слабо дислоцированной мощной (до 1,5 *км*) толщей вулканогенного олигоцена, слагающего в основном все Ахалкалакское вулканическое нагорье.

b) Непосредственно к Ю от указанной структурной линии, являющейся главнейшей в Малом Кавказе, начинается тектоническая зона Арм. ССР, разделяющаяся в свою очередь на ряд подзон. По северному ее краю протягивается так называемый пояс изоклинальной складчатости, все же неоднородный на всем своем протяжении: в вост. и юго-.вост. его части складки, хотя и сближенные, но ясно обособляющиеся друг от друга; в западной же его части, в Бзовдальском хребте, известняки сенона собраны в ряд прямых или слегка опрокинутых к Ю весьма сжатых изоклинальных складок, сильно осложненных второстепенной очень мелкой складчатостью, вследствие чего породы приобретают своеобразную гофрировку.

К Ю от Памбакского хребта, сложенного интенсивно дислоцированной вулканогенной толщей эоцена, в бассейне среднего течения р. Занга наблюдается крупная антиклиналь общекавказского простирания, в ядре которой из-под отложений верхнего мела, эоцена и олигоцена выходят породы кембрия-докембрия. Шарнир указанной антиклинали падает довольно круто на ЮВ. Породы кембрия-докембрия слагают, в свою очередь, антиклиналь необычного меридионального простирания.

Необычная антикавказская складчатость констатирована также в меловых и третичных отложениях в других районах. Причину это-

го явления надо также искать в различной дислоцированности древнего фундамента (различном положении древних глыб).

Массив горы Арагац представляет в тектоническом отношении крупную брахиантиклиналь, расположенную примерно посредине обширной синклинали, слагающей район между Памбакским хребтом и р. Аракс.

Следующая к ЮВ крупная антиклиналь общекавказского простирания констатирована в бассейне р. Веди, где в ядре складки выходят (из-под верхнего мела) породы девона, карбона, перми, триаса и юры.

В области развития пород палеозоя наблюдается интенсивная складчатость, сопровождаемая разрывами.

Крайней юго-восточной частью складчатой зоны Арм. ССР является Кафанский район, представляющий в тектоническом отношении крупную широкую и пологую антиклиналь (Зангезурская—Кафанская) сев.-зап. простирания с наибольшим поднятием ее шарнира близ известного месторождения медных руд. Антиклиналь эта (сложенная в ядре юрскими породами) имеет асимметричное строение с пологим сев.- вост. (∠ 15—20°) и более крутым юго-зап. крылом, где углы падения в верхнемеловой толще доходят до 70—80°.

В ядре складки установлены многочисленные дизъюнктивные нарушения, из которых большинство имеет незначительную амплитуду. Сев.-вост. крыло этой антиклинали также осложнено второстепенной складчатостью и переходит в юго-зап. крыло крупной синклинали, слагающей долину р.р. Воротан и Акера.

В водораздельном хребте (с вершиной Хуступ) бассейнов рек Мегри-гет и Басут (Цав) в Зангезуре, разделяющем Мегринский и Кафанский районы Армении, проходит зона крутых разломов, из которых один имеет характер надвига (взброс), видимо, с довольно большой амплитудой. Плоскость его падает круто на ЮЗ; в результате этого нарушения породы девона надвинуты на вулканогенные отложения средней юры. Здесь же наблюдаются поперечные разрывы.

c) К Ю от складчатой зоны Арм. ССР находится сложно построенная Нахичеванская тектоническая зона, разделяющаяся на две довольно резко отличные друг от друга части.

В сев.-зап. и отчасти южной частях края, сложенных преимущественно палеозойскими и триасовыми отложениями, наблюдается ряд складок примерно общекавказского простирания, местами опрокинутых и к С и к Ю и усложненных рядом продольных разрывов и надвигов сравнительно небольшой амплитуды; плоскости надвигов крутые, падающие в большинстве случаев на Ю, но некоторые падают также круто на С.

В результате надвига в районе с. Яйджи известняки карбона надвинуты на нижнеэоценовые отложения.

Большинство дизъюнктивных нарушений произошло, видимо, в

Библиотека

верхне-эоценовое время (пиренейская фаза), потому что они перекрываются весьма слабо дислоцированным олигоценом.

В юго-вост. и сев.-вост. частях района, сложенных верхнемеловыми, эоценовыми и олигоценовыми отложениями, дизъюнктивные нарушения выражены весьма слабо; отложения этого района собраны в ряд складок, простирание которых резко меняется.

Вышеупомянутая крупная интрузия Мегринского района выходит в ядре широкой антиклинали, сев.-вост. крыло которой осложнено рядом второстепенных складок и разрывов, по которым проводится граница вышеописанных тектонических зон: Нахичеванской и зоны Армении.

В каждой из вышеописанных трех тектонических зон Арм. ССР отмечается нарастание тектонических напряжений с ЮЗ на СВ, что говорит за общее движение масс в том же направлении.

В пределах Армении констатированы почти все известные на Кавказе орогенические фазы, за исключением палеозойских, поскольку разрез от девона до среднего триаса включительно согласный и полный; антикавказская складчатость кембрия-докембрия в районе с. Арзакан произошла, вероятно, в древнекаледонскую фазу.

Как орофазы, так и трансгрессии (которых больше числа орофаз) сказываются резко отлично в разных частях области, что находится в связи с огромной ролью колебательных движений, протекавших во все периоды от верхнего триаса до вюрма включительно.

Наиболее крупными были орофазы досеноманского и предолигоценового времени и соответствующие им трансгрессии.

История Малого Кавказа, начиная с палеозойского и кончая четвертичным временем, распадается на пять крупных этапов. Первый этап обнимает собою палеозой и триас, второй—нижнюю и среднюю юру, третий—верхнюю юру и нижний мел, четвертый—верхний мел и палеоген и пятый—неоген и четвертичный период.

Эти этапы отличаются один от другого как планом распределения на Малом Кавказе суши и моря и режимов колебательных движений земной коры, так и общим направлением развития страны.

Фациальный анализ показывает, что до олигоценового времени на территории Кавказа имели место медленные крупные ориентированные движения земной поверхности, создавшие определенный рельеф; к концу упомянутого этапа эти движения постепенно слабели, затем прекратились, и в наступившую эпоху безразличия (олигоцен) произошло повсеместное перемывание осадков и установление фациального однообразия отложений на всей территории области.

После эпох безразличия возобновились крупные ориентированные движения земной поверхности, получив местами другое, противоположное направление; вместе с этим снова приобрели устойчивость береговые линии, в связи с чем возобновилось зональное распределение осадков по фациям.

Основные черты структуры Малого Кавказа наметились в кон-

це юрского—начале мелового времени. В результате орогенических фаз указанного времени (совокупность андских фаз) вполне определились три основные геоантиклинали (Сомхетско-Ганджинская, Армянская и Нахичеванская) и соответствующие им геосинклинали. Далее происходит частичная инверсия указанных зон и в верхнеэоценовое время протекает наиболее крупная орогеническая фаза Малого Кавказа—пиренейская; в это время его структура была сформирована полностью—три антиклинория волнового типа и соответствующие им синклинории. Под воздействием сильного давления, шедшего с Ю вдоль северного края Армянского синклинория, происходит Муровдагский поддвиг, а по северному краю Нахичеванского антиклинория—надвиг. Эти структуры в указанных зонах совершенно отчетливо перекрываются олигоценом.

Вышеуказанная верхнеэоценовая (пиренейская) фаза обусловила также мощное проявление глубинного вулканизма, в результате которого только что возникшие структуры были скованы большим числом основных, ультраосновных и кислых интрузий. В итоге получилась достаточно жесткая система, почему следующая орогеническая фаза—нижнемиоценовая—смогла обусловить в покрывающей указанные структуры мощной вулканогенной толще олигоцена лишь весьма пологие широкие складки.

Подлежащие олигоценовой толще структуры были осложнены при этом лишь разрывами, по которым произошло внедрение гранодиоритов следующего магматического цикла (нижнемиоценового), уже полностью консолидировавших все горное сооружение Малого Кавказа. Под влиянием дальнейших орогенических (?) фаз в плиоцене происходило лишь общее сводообразное поднятие страны, лишь местами осложнявшееся разрывами сравнительно небольшой амплитуды.

В четвертичный период общее поднятие всего складчатого сооружения продолжалось, при этом происходило растрескивание земной коры, образование сбросов и интенсивная эффузивная деятельность, проявившаяся, главным образом, в центральной части Армянского нагорья.

Вулканизм и связанное с ним оруденение. С упомянутыми орогеническими фазами и тектоническими движениями связаны и все проявления *вулканизма*, захватывающие большие интервалы времени.

Наименее точно датируются, естественно, вулканические явления допалеозоя и нижнего палеозоя.

Верхний докембрий. К указанному возрасту относятся апоперидотиты, габбро, габбро-амфиболиты, диабазы и др. районов Арзакана и Мегри.

Вышеупомянутые интрузивные породы в районе с. Арзакан интрудировали в толщу метаморфических сланцев, происшедших, как указывалось выше, за счет регионального и частью контактового метаморфизма, осадочных, а также эффузивных пород.

Кембрий. В районе Арзакан вышеуказанные интрузивные породы верхнего докембрия прорываются, в свою очередь, более молодым комплексом пород, представленным гранитами („красными"), кварцевыми диоритами, диоритами и габбро-диоритами.

Таким образом, эти кислые и средние интрузии должны быть отнесены по возрасту уже к каледонскому циклу диастрофизма.

Силур. Отложений силура в Малом Кавказе и Арм. ССР в частности пока не встречено, почему и о вулканизме указанного времени здесь ничего сказать нельзя.

Средний и верхний палеозой. В Малом Кавказе девон, карбон, пермь и почти весь триас представлены одной согласно пластующейся серией пород геосинклинального типа, без всяких признаков диастрофизма и вулканизма. В этом заключается одно из коренных отличий строения Малого Кавказа от Большого.

Триас. В Малом Кавказе отложения триаса пластуются совершенно согласно с мощной палеозойской толщей (девон-пермь) и лишены каких-либо проявлений вулканизма. Орогеническая фаза на границе триаса и юры, видимо, отсутствовала; были лишь более или менее крупные поднятия, обусловившие смену карбонатной фации верхнего триаса (Джульфа) вулканогенной фацией лейаса.

Юра. Тектонические движения, начавшиеся в конце триаса, достигают громадной напряженности в самом начале юрского периода (древнекиммерийская фаза). Вслед за ней в Армении констатированы фазы перед верхним лейасом (донецкая) и перед титоном; крупные поднятия были, видимо, перед байосом и лузитаном. В полном соответствии с тектоническими движениями находятся и проявления вулканизма. При этом замечено, что эффузивная вулканическая деятельность, начавшись в результате определенных орогенических фаз, затем как бы теряла уже с ними связь, но продолжалась непрерывно в течение всей эпохи, все же ослабевая к ее концу. Широкое развитие и мощность (до 2—3 *км*) эффузивных толщ юры Малого Кавказа свидетельствует об интенсивности и продолжительности этих фаз вулканизма.

Начинаются юрские отложения Малого Кавказа нижнелейасовой вулканогенной толщей, вначале чисто континентального характера; кверху начинается переслаивание вулканогенных пород с морскими отложениями. В нижнем лейасе эффузивы преимущественно средней кислотности (разнообразные порфириты, их туфы и туфобрекчии), в верхнем лейасе—преимущественно кислые (кварцевые порфиры и их туфы и туфобрекчии); в доггере и верхней юре вновь преобладают эффузивы средней кислотности. Излияния были, вне сомнения, трещинного типа, а также приурочены к ряду вулканических центров, расположенных на трещинах.

Интрузивный цикл в Малом Кавказе имеет ничтожное развитие, будучи представлен лишь несколькими незначительных размеров штоками диоритов среди среднеюрской вулканогенной толщи Карабаха.

Мел. В конце верхнеюрского времени вулканическая деятельность затухла почти полностью, и новый взрыв ее начался в конце нижнего мела и достиг громадной силы в сеномане и, особенно, в нижнем туроне; далее она вновь ослабла, чтобы вспыхнуть с новой силой в начале эоцена.

Обусловлена указанная вулканическая деятельность орогеническими фазами доальбского, досеноманского и дотуронского времени, а также тектоническими движениями, происходившими в сеноне.

Интрузивная форма вулканизма мелового времени проявилась в Малом Кавказе значительно слабее. Констатирована всего лишь одна гранодиоритовая интрузия (Карабах, с. Гюльятаг), возраст которой устанавливается как нижнемеловой.

Кайнозой. В начале эоценового времени в Армянском нагорье вспыхнула новая вулканическая деятельность, продолжавшаяся затем, с небольшими, видимо, перерывами, в течение всего третичного периода. Обусловлена была эта деятельность многочисленными орогеническими фазами и тектоническими движениями; наиболее крупными фазами являются верхнеэоценовая, нижнемиоценовая и средне-верхнеплиоценовые.

Как указывалось выше, почти весь эоцен, за малыми исключениями, выражен в существенно вулканогенной фации, представленной разнообразными эффузивами и их обломочными разностями средней кислотности (порфириты, их туфы и туфобрекчии). Олигоцен выражен в средней части Малого Кавказа сплошь в вулканогенной фации, представленной согласно пластующейся серией эффузивов от базальтов до липаритов и обсидианов со всеми промежуточными переходными разностями.

К миоцену отнесена в Горисском районе мощная толща туфобрекчий андезитового и трахидацитового состава. К плиоцену отнесена мощная толща андезитов и андезито-дацитов и андезито-базальтов Карабахского вулканического нагорья (толща г. Ишихли).

Интрузивные циклы третичного времени в Малом Кавказе менее многочисленны, но имеют широкое развитие; связаны они с орогеническими фазами верхнеэоценового (пиренейская) и нижнемиоценового (савская) времени.

Верхнеэоценовый интрузивный цикл представлен как кислыми, так и основными и ультраосновными породами.

Приурочены они исключительно к преднадвиговой зоне, к осям изоклинальных складок, отчетливо прорывая складчатость. В районах с развитием более широких и пологих складок отчетливо видно, что интрузии расположены по осям антиклиналей (см. рис. 2).

Представлены интрузивные породы этого (офиолитового) пояса основными и ультраосновными породами, связанными между собой переходами. Морфологически они представлены значительным количеством даек и мелких и относительно крупных массивов, заключенных, главным образом, среди туронских вулканогенных пород и из-

вестняково-мергельных пород сенона. По петрографическому составу ультраосновная магма имеет пироксенито-перидотитовый характер.

В южной части зоны Армении констатируется другой пояс (не выдерживающийся на столь далекое расстояние по простиранию, как первый), основных пород, приуроченный, в основном, к сравнительно пологим синклинальным прогибам.

К этому поясу относятся исключительно породы базальтовой магмы (различного рода интрузивные базальты с редкими телами габбро); ультраосновных пород здесь нигде не встречено.

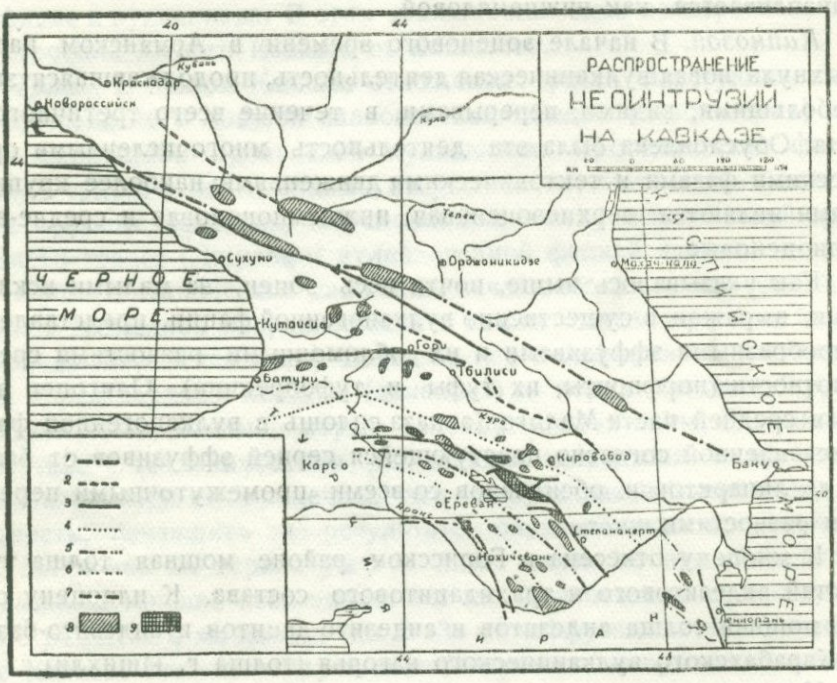


Рис. 2.

1. Ось центральной геоантиклинали; 2. Оси геоантиклиналей: северо-западного Кавказа и Южной; 3. Крупные разрывы (надвиги); 4. Сомхетско-Ганджинский антиклинорий; 5. Севанско-Зангезурский синклинорий; 6. Армянский антиклинорий; 7. Нахичеванский антиклинорий; 8. Кислые и средние породы; 9. Основные и ультраосновные породы.

Формация кислых интрузивных пород верхнеэоценового возраста представлена различными производными гранодиоритовой магмы. Главное развитие они имеют в районе Памбака, где среди них встречены также нефелиновые и щелочные сиениты. Указанная формация кислых и средних интрузивных пород верхнего эоцена не всегда может быть отличима от пород подобной формации нижнего миоцена, связанных с постолигоценовой орогенической фазой. Представлены они разнообразными породами гранодиоритовой магмы. В основном—

это гранодиориты, диориты, граносиениты и т. п., связанные между собой переходами. Встречены они по всему Малому Кавказу в виде мелких и крупных массивов; имеются основания считать, что многие мелкие интрузивные тела являются апофизами или выдающимися куполами весьма значительных массивов (батолита) этих пород, еще не вскрытых эрозией.

Большинство интрузий, особенно крупных (Алавердская, Кохбская, Мегринская), расположено в сводовых частях сравнительно широких и пологих антиклиналей; значительная Дашкесанская интрузия залегает в ядре синклинали.

Интересным для характеристики положения интрузивов является факт нахождения отдельных выходов их на самых разнообразных уровнях—от глубоких долин до наибольших высот (г. Капуджих 3917 *м*, г. Далисар 3629 *м*, гор. Кировабад 554 *м*).

В Алавердском районе большинство интрузий расположено на северном крыле антиклинали; может быть, здесь играли роль продольные разрывные нарушения, при давлении, шедшем с С и СВ.

На небольшой глубине все указанные интрузии несомненно соединяются в одну крупную интрузию, имевшую местные выступы кровли. Родство всех пород свидетельствует, по Грушевому, об общности их происхождения из одного неглубоко залегающего магматического очага.

Вследствие различной эродированности массивов мы наблюдаем различные фации. Таким образом, это или вскрытый на небольшую глубину батолит, или пластообразной формы несогласная инъекция близ перегиба антиклинали, в зоне разломов на северном крыле.

Для указанных интрузий особенно характерным является наличие более основных краевых фаций, особенно в районах развития карбонатных пород: последнее подчеркивает роль ассимиляции. Здесь встречаются в краевых частях гранодиоритовых массивов типичные габбро.

Нижнемиоценовый возраст устанавливается с несомненностью лишь для части указанных интрузий, как, например, для Мегринской, группы Кафанских, Сисианских, Нахичеванских, верховья р. Тертер, части Даралагязских и др. интрузий. Для остальных устанавливается с несомненностью лишь постэоценовый возраст (Алаверди, Кохб).

Квартер. С началом четвертичного времени вновь вспыхнула вулканическая деятельность, продолжавшаяся с небольшими перерывами почти до современного периода. За это время потоки андезито-базальтовых лав и покровы трахидацитовых туфов покрыли обширные пространства Агмаганского, Карабахского и Ахалкалакского нагорий, а также массива горы Арагац (Алагез). Таким образом, все проявления четвертичного вулканизма приурочены к складчатой зоне Армении—наиболее приподнятой тектонической зоне Малого Кавказа (см. рис. 3).

При сводообразных поднятиях горной системы Малого Кавказа

возникали тектонические нарушения, которые являлись путями для поднятия андезито-базальтовой магмы. Эти проявления являются завершающим актом в развитии вулканизма на Кавказе.

На основании всего вышеизложенного можно сделать следующие выводы: начиная с юры, в течение каждого геологического периода устанавливается двух-,трех- или многократное проявление эффузивного вулканизма; фаз глубинного вулканизма значительно меньше (конец юры, нижний мел, верхний эоцен и нижний миоцен). Установлено для зоны Армении сочетание близких по времени формирования основных, ультраосновных и кислых интрузий (верхний эоцен), причем доказывается более раннее внедрение основной или ультраосновной магмы.

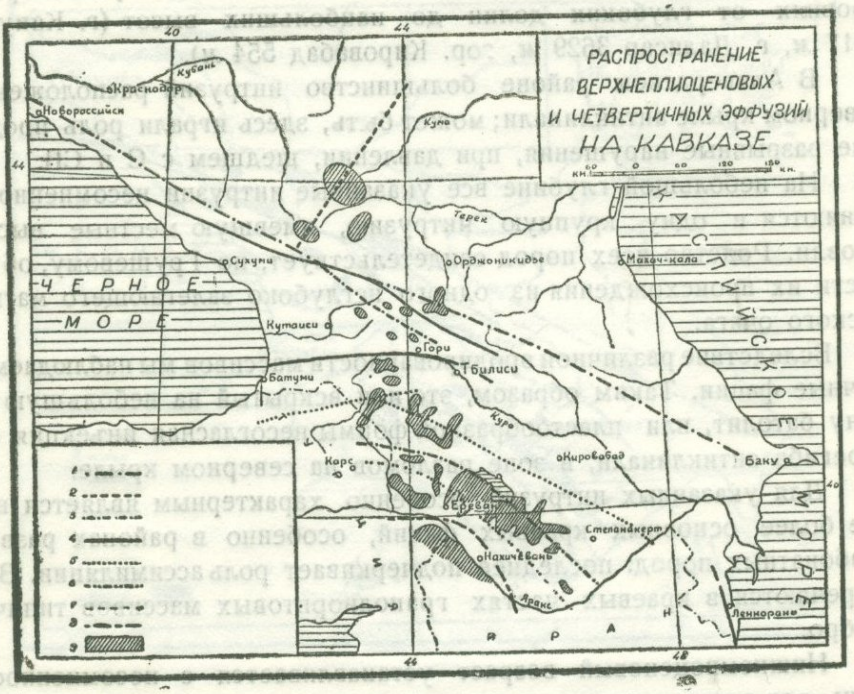


Рис. 3

1. Ось центральной геоантиклинали; 2. Ось поперечного геоантиклинального поднятия; 3. Ось южной геоантиклинали; 4. Крупные разрывы (надвиги); 5. Сомхетско-Ганджинский антиклинорий; 6. Севано-Зангезурский синклинорий; 7. Армянский антиклинорий; 8. Нахичеванский антиклинорий; 9. Эффузии.

На протяжении всей геологической истории внедрявшаяся магма оставалась в основном щелочно-земельной и только в верхнеэоценовый интрузивный период она местами (Памбак, Мегригет) приобретала щелочный характер.

Почти все интрузии связаны с определенными орогеническими фазами; лишь для некоторых третичных интрузий возраст остается спорным—верхний эоцен или нижний миоцен.

Проявления магматизма приурочены, главным образом, к геоантиклинальным областям; обнаруживается закономерная связь между

формами проявления магматизма, с одной стороны, и геотектоническим развитием местности—с другой.

Выше мы установили региональное, геотектоническое распространение интрузивов Арм. ССР, их петрографический состав и сгруппировали их в формации. Теперь необходимо разобрать их химический состав, разрешить некоторые вопросы петрографии и петрогенезиса и выяснить металлогеническую роль отдельных интрузивных формаций.

Нами были собраны все химические анализы пород, существующие в геологической литературе по Малому Кавказу,—как опубликованные, так и неопубликованные (из фондовых материалов), вышедшие по 1940 г. включительно и пересчитанные на формулы Заварицкого.

Из сопоставления на диаграммах Заварицкого анализов различных групп пород одного возраста отчетливо видно, что имеются все промежуточные (переходные) между ними разности и что все они являются производными одной магмы, принадлежащей единой ярко выраженной петрографической (комагматической) провинции. При этом выяснилось, что:

1. магма эффузивных циклов в точности отвечает таковой интрузивных циклов соответствующих периодов, т. е., магма была одна общая;

2. на всем протяжении времени от докембрия до квартера магма неуклонно эволюционировала в одном направлении— в сторону большей щелочности (см. рис. 4).

Теперь возникает вопрос о природе этой единой родоначальной магмы—является ли она базальтовой (габбровой) или перидотитовой?

Не касаясь вопросов о происхождении этой родоначальной магмы и распределения магматических резервуаров (в понимании Штюбеля и др.), мы можем утверждать, что на Малом Кавказе интрузивные циклы начинались внедрением пород пироксенито-перидотитовой магмы, которая далее давала непрерывный ряд пород в строгой последовательности увеличения кислотности, независимо от образования целой серии гибридных пород, в общем все же малочисленных.

Таким образом, происхождение всей гаммы разнообразных пород от перидотитов до гранодиоритов и гранитов обусловлено магматической диференциацией единой родоначальной магмы. В этом процессе наибольший интерес представляет генезис щелочных и нефелиновых сиенитов, являющихся, по данным, полученным в Арм. ССР, конечными членами диференциационного ряда.

Щелочные нефелиновые породы возникают в результате эволюционного процесса диференциации магмы, протекающей в особых условиях, и редкость этих пород может быть объяснена, по Заварицкому, исключительностью таких условий. Диференциация эта происходила в более глубоких частях магматического резервуара, чем обнаженные теперь части интрузивных тел, и при особых тектони-

ческих условиях, обусловливавших последовательное изменение состава магмы.

В отношении всего комплекса изверженных пород Малый Кавказ представляет единую, резко выраженную петрографическую про-

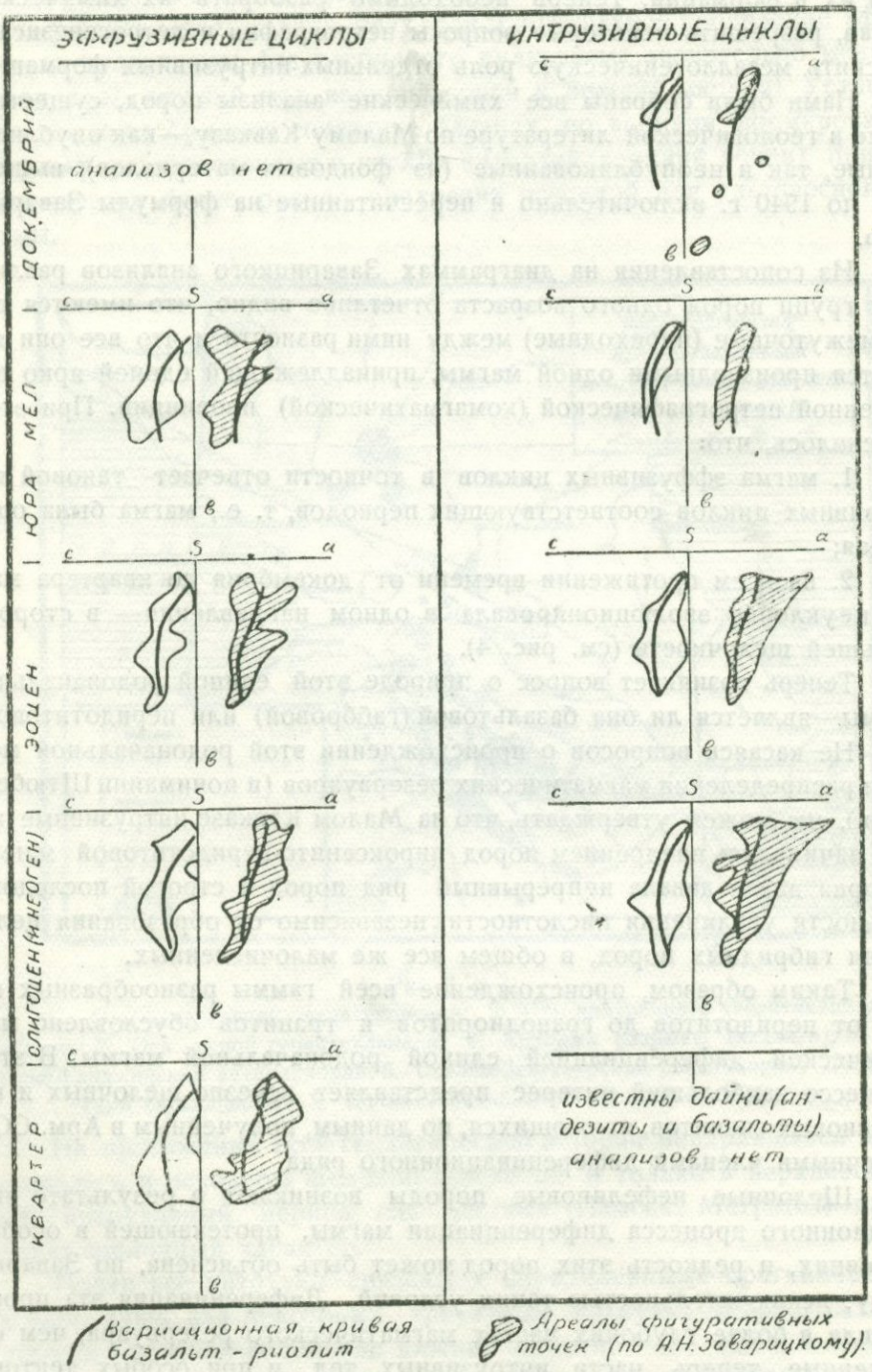


Рис. 4.

Схема эволюции магмы на Малом Кавказе за время докембрий—квартер.

винцию; отличительной особенностью магмы является ее общая низкая щелочность при сравнительно высокой кислотности и большом содержании CaO.

В этом отношении петрографическая провинция Малого Кавказа резко отличается от типичной щелочно-земельной провинции Главного Кавказа, установленной Левинсон-Лессингом; при этом интересно отметить, что граница указанных провинций совпадает с тектонической границей упомянутых горных сооружений.

Металлогения. При всей сложности и неразработанности вопросов рудообразования и большом количестве иногда противоречивых мнений в этих вопросах, сейчас является общепризнанным, что образование первичных рудных месторождений представляет сравнительно кратковременный процесс, закономерно связанный с периодами диастрофизма и сопровождавшей их вулканической деятельности, и, таким образом, неоднократно повторявшийся во многих областях на протяжении их геологической истории.

Также общепризнанной является связь почти всего промышленного оруденения с глубинным вулканизмом (в частности с батолитовой и штоковой формами его проявлений), связанным, в свою очередь, как думают многие тектонисты, с эпохами интенсивного складкообразования на данном участке земной коры. Это дает возможность говорить о *металлогенических эпохах* для любой большой области.

В соответствии с изложенной выше схемой геологического строения и геологической истории Армении, где известны лишь совершенно ничтожные по площади выходы интрузивных пород древнее мезозоя, почти все оруденение этой области имеет третичный возраст[1] (см. рис. 5).

В пределах альпийской металлогенической эпохи можно при имеющихся теперь данных выделить две фазы (во времени):

a) более раннюю предолигоценовую, связанную, вероятно, с пиренейской орогенической фазой, при которой произошли небольшие интрузии ультраосновных пород (пояс серпентинитов оз. Севан—бассейна р. Тертер и юго-вост. Закавказья), сопровождаемых специфическим, свойственным им оруденением—хром (Cr), никель (Ni), платина (Pt);

b) более позднюю послеолигоценовую, связанную, вероятно, с несколькими главными фазами альпийской орогении (вплоть до верхнего миоцена), обусловившими внедрение главной массы гранодиоритовых интрузий со всем сопровождавшим их главным и разнообразным оруденением—железо (Fe), медь (Cu), молибден (Mo), цинк (Zn), свинец (Pb), золото (Au), серебро (Ag), мышьяк (As), кобальт (Co), сурьма (Sb) и др.

---

[1] *К. Н. Паффенгольц и В. Г. Грушевой.* Взаимосвязь тектоники, магматических пород и рудных месторождений (для Южного Закавказья). Труды XVII Международного геологического конгресса. Москва, 1937.

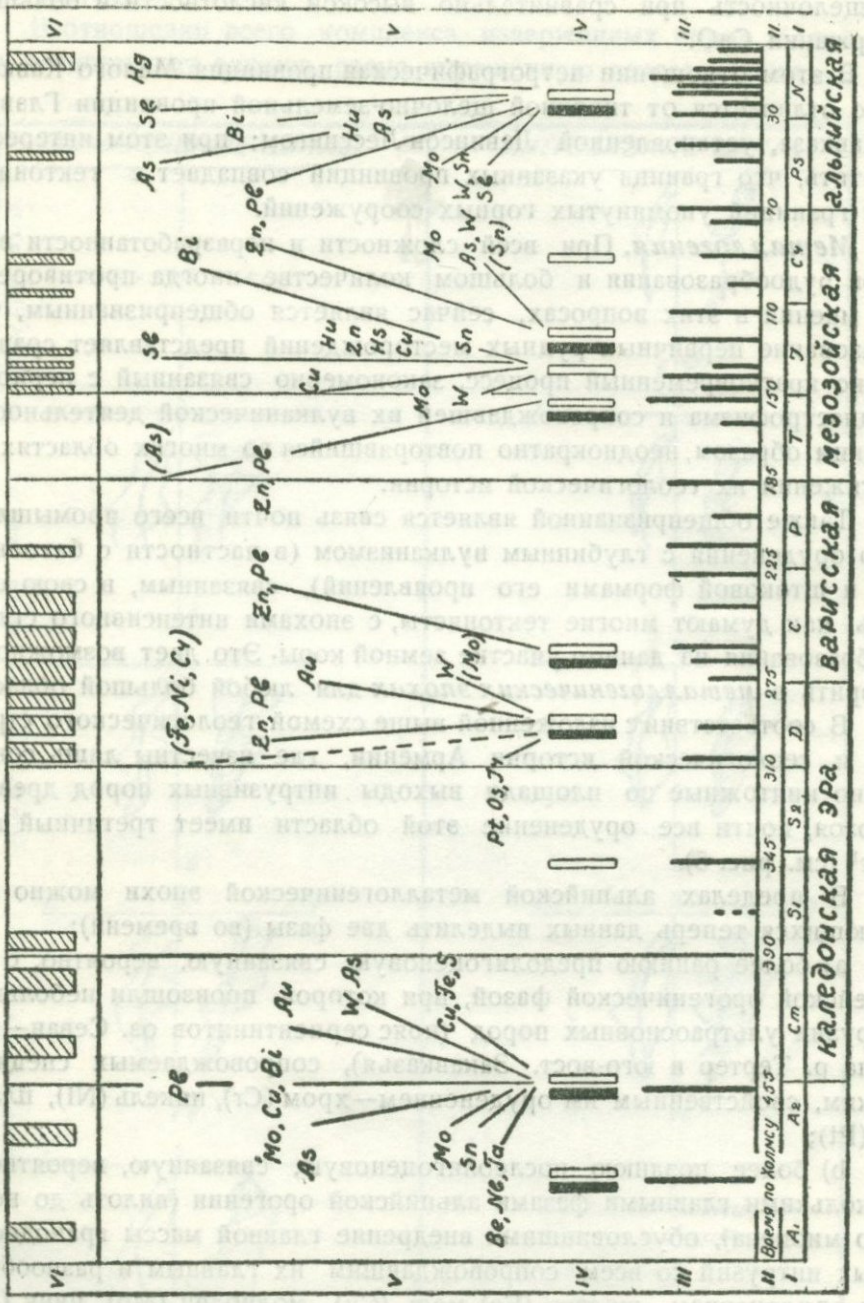
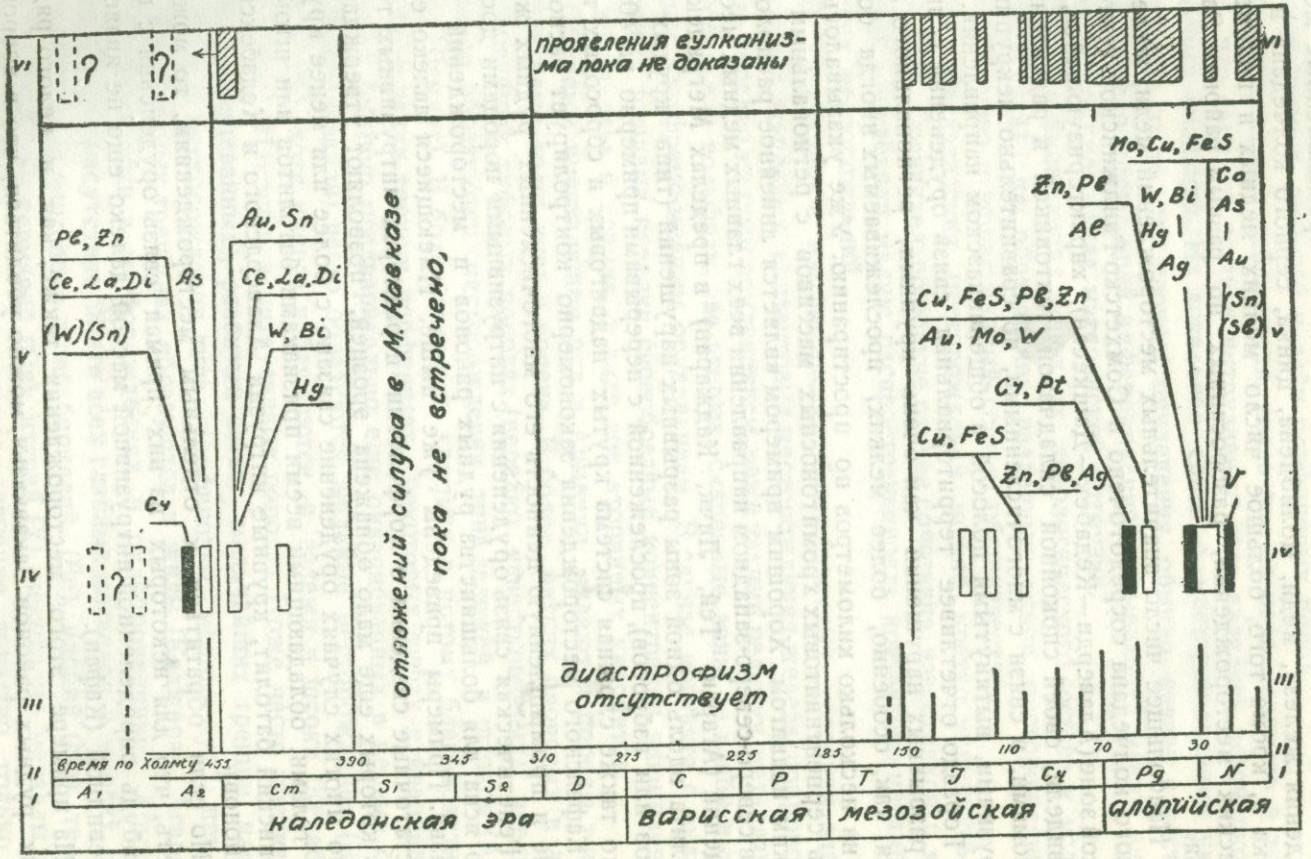


Рис. 5.

Схема магматических явлений и металлогении Б. Кавказа.

Обозначения: Вертикальные линии—тектонические фазы (III ряд).
Черные столбики—ультраосновные интрузии (IV ряд).
Белые столбики—кислые интрузии (IV ряд).
Заштрихованные столбики—эффузии (VI ряд).



Составил К. Н. Паффенгольц.

Схема магматических явлений и металлогении М. Кавказа.

Обозначения: Вертикальные линии—тектонические фазы (III ряд).

Черные столбики—ультраосновные интрузии (IV ряд).

Белые столбики—кислые интрузии (IV ряд).

Заштрихованные столбики—эффузии (VI ряд).

К последней фазе относятся все главные промышленные месторождения железа, меди, молибдена, цинка, серного колчедана и мышьяка и, кроме того, большое число мелких медных и полиметаллических месторождений, разбросанных по разным районам Закавказья.

Наибольшее число значительных месторождений меди, железа и серного колчедана сосредоточено в Сомхетско-Ганджинской тектонической зоне (Алаверди—Кедабек—Дашкесан), характеризующейся, как мы видели, своей спокойной складчатой тектоникой и радиальными разломами, в связи с многочисленными, но сравнительно некрупными интрузиями, вытянутыми полосой в общекавказском направлении.

Гораздо отчетливее территориальная связь оруденения с линиями разрывных нарушений как очень крупных, регионального значения, так, особенно, более мелких, прослеживаемых иногда более чем на несколько километров по простиранию. Уже указывалось на связь серпентинитовых хромитоносных массивов с региональным Севанским надвигом. Хорошим примером является линейное расположение в северо-северо-западном направлении всех главных медных месторождений (Агарак, Тей, Личк, Каджаран) в пределах Мегринского батолита вдоль одной зоны разрывных нарушений (типа крутых надвигов или взбросов), прослеженной с перерывами примерно на 40*км*. Точно также сложная система крутых надвиговых и сбросовых трещин Кафанского месторождения закономерно контролирует расположение и промышленную ценность его многочисленных рудных жил.

Генетическая связь оруденения с интрузивными породами достаточно ясна для большинства рудных районов и месторождений Закавказья. Примеры приведены уже выше. Имеющиеся далеко еще недостаточные сведения о морфологии и размерах интрузивных тел, часть которых еще мало обнажена эрозией, позволяют утверждать, что во многих случаях оруденение связано с более или менее крупными телами, обладающими всеми признаками батолитов или штоков (мегринский батолит, крупные интрузии Алавердского и Кедабекского районов).

Но если обратиться к отдельным месторождениям, то можно увидеть, что для некоторых из них прямая связь оруденения с какой-нибудь определенной интрузивной массой далеко еще не является очевидной (Кафан).

На примере этого месторождения также, как и целого ряда других рудных районов Закавказья, можно убедиться, что в вопросе о соотношении и промышленном значении наблюдаемого сейчас оруденения с выходами интрузий, в зависимости от степени их эродированности, полностью оправдывается известная схема Эммонса.

Если обратиться к вопросу о связи оруденения с определенными петрографическими типами интрузивных пород, то изучение рудоносных районов и отдельных месторождений показывает, что во многих, если не в большинстве случаев, оруденение ясно связано с на-

личием более поздних кислых дериватов интрузивной магмы, обычно в виде штоков, залежей и дайк порфировых пород.

Как показывают наблюдения, связь эту не надо понимать в том смысле, что сами эти мелкие интрузивные тела являлись источником рудоносных эманаций. Их локальная связь с месторождениями указывает лишь на то, что процесс оруденения обычно связан с достаточной, далеко прошедшей диференциацией остывающей магмы внутри более крупного тела материнской интрузии.

Влияние вмещающих пород (их литологического состава и условий залегания) на образование различных типов месторождений (их морфологию и вещественный состав) общеизвестно.

Для Закавказских месторождений можно кратко упомянуть о следующем. Сравнительно редкие случаи сочетания известняков с интрузиями обусловили малую распространенность контактово-метаморфических месторождений.

В структурно- и литологически благоприятных условиях здесь образуются, во-первых, контактовые месторождения железа, сопровождаемые нередко медным оруденением, реже такими редкими металлами, как кобальт и вольфрам, во-вторых, скарновые зоны со слабо выраженным вольфрамо-медным оруденением. В случае контакта с вулканическими толщами нередки своеобразные концентрации алюминия в виде андалузита и кремня, в виде зон вторичных кварцитов.

Обычным вместилищем руд в Армении являются породы туфопорфиритовых толщ юры и эоцена. В более мягких слоистых и легче замещаемых туфовых породах (нередко известковистых) предпочтительно образуются месторождения типа залежей и штоков (Алаверди, Шамлуг). В более твердых, хрупких и потому благоприятных для образования трещин порфиритах, некоторых туфах и кварцевых порфирах (обычно предварительно еще окварцеванных в первые стадии минерализации) часто образуются жильные месторождения (Зангезур и др.), хотя иногда наблюдаются и залежи и штоки (Кедабек, Чирагидзор). Наконец, в интрузивных породах (тоже часто предварительно окварцеванных), разбитых сетью мельчайших трещин, наиболее обычны месторождения типа „порфировых медных руд"; при более выдержанных трещинах образуются и жилы (Каджаран, Агарак).

Геохимически в месторождениях и рудопроявлениях Армении установлено присутствие почти всех главных металлов и многих редких (не установлены пока лишь бериллий (Be), ниобий (Nb), теллур (Te), ванадий (V), германий (Ge), иттрий (Y), некоторые металлы платиновой группы), но промышленное значение доказано только для меди (Cu), молибдена (Mo), цинка (Zn), свинца (Pb), магния (Mg), алюминия (Al), хрома (Cr), мышьяка (As), кобальта (Co).

Характерными для всего Малого Кавказа, наиболее распространенными и образующими наиболее крупные промышленные концентрации металлами являются *железо* и *медь* (в виде магнетита и халькопирита).

Цинк и *свинец*, хотя и широко распространенные, играют, по сравнению с первыми двумя, сильно подчиненную роль; промышленных месторождений их (в сочетании с медью) известно пока только два (Кафан, Ахтала).

Из менее обычных металлов наиболее характерными для Малого Кавказа являются *молибден*, *кобальт* и *мышьяк*.

Таким образом, характер закавказской третичной металлогении определяется следующими четырьмя металлами—*железом*, *медью*, *молибденом* и *мышьяком*. Очевидно, эти четыре металла характерны для самой гранодиоритовой магмы интрузий альпийского цикла. С другой стороны, характерным отрицательным признаком закавказского оруденения является отсутствие (или чрезвычайно низкая концентрация) *олова*, *вольфрама*, *висмута*, *ртути* и *редкоземельных металлов*. Это, вероятно, объясняется малым развитием в Закавказье наиболее кислых магматических диференциатов—гранитов и пегматитов.

Сырьевые ресурсы легких метталов в Арм. ССС связаны с относительно небогатыми по содержанию концентрациями. В качестве руд *алюминия* следует рассматривать нефелиновые сиениты, в которых мы имеем своеобразное накопление алюминия и щелочей, и андалузитовые породы, обычно в сильной степени разубоженные присутствием кварца.

Относительно высокие концентрации *магния* наблюдаются в доломитах, а затем в ультраосновных и основных породах. В последних магний концентрируется как в виде силикатных минералов, так и в виде более поздних гидротермальных или экзогенных карбонатов.

Основные выводы. На основании вышеизложенного по геологии и тектонике Армении можно сделать следующие выводы о связи вулканизма с тектоникой и оруденением:

1. Интрузивные и эффузивные фазы вулканизма разновременны.

2. Резко преобладают эффузивные фазы вулканизма.

3. Интрузивные циклы всегда совпадают по времени с главными фазами складчатости, следуя за ней; внедрение их было обусловлено трещинами, связанными со складчатостью.

4. Эффузивные циклы начинаются главными фазами складчатости, а затем обусловливаются (поддерживаются) последующими тектоническими движениями соответствующего времени.

5. Излияние эффузивов происходило, главным образом, по тектоническим нарушениям радиального типа, связанным или следовавшим за складкообразованием (мезозой и кайнозой), а также с сводообразным поднятием области (в четвертичный период).

6. Приуроченность интрузий к ядрам антиклиналей не является общим правилом.

7. Внедрение интрузий шло не во время самого процесса склад-

кообразования, а, повидимому, вскоре после него; путями служили образовавшиеся при этом трещины.

8. Географическая близость поясов главных групп кислых и основных интрузивных пород, сходство их крайних фаций, малое различие в возрасте—говорят об общности их магматического очага.

9. Расположение пояса основных и ультраосновных пород к Ю от надвига, в опущенной зоне интенсивно смятых пород, говорит о пассивном поднятии пироксенито-перидотитовой магмы—вдоль трещин разрывов, следовавших за складкообразованием.

10. Поднятие этой ультраосновной магмы происходило быстро, благодаря глубоким трещинам. Явлений ассимиляции боковых пород здесь поэтому не наблюдается; соответственно этому относительно слабо выражены и процессы диференциации. Наблюдаются лишь шлировые выделения хромистого железняка.

11. Кислые интрузивные породы развиты преимущественно в районах, до того менее дислоцированных; здесь поднятие магмы протекало, естественно, медленнее. Поэтому значительную роль играют явления ассимиляции и диференциации, обусловившие большее разнообразие пород (особенно в крупных интрузиях).

12. При медленном поднятии и застывании магмы в этих районах, естественно, могли протекать процессы рудообразования в поствулканическую фазу интрузий. Таким образом, наиболее надежными в отношении рудоносности могут оказаться районы с относительно более слабо развитой складчатостью.

13. Почти все оруденение в Малом Кавказе относится к третичной металлогенической эпохе. В ней можно пока выделить две фазы—верхнеэоценовую (хромиты в связи с полосой офиолитов) и послеолигоценовую, охватывающую остальное оруденение, сопровождавшее более распространенные интрузии гранодиоритовой магмы, внедрившиеся в разных районах, возможно, в разное время, вплоть до верхнего миоцена. Установленное (пока в одном районе) оруденение в связи с нижнемеловой гранодиоритовой интрузией незначительно (Гюльятаг).

14. Следуя неравномерному распространению третичных интрузий по территории области, месторождения группируются в несколько рудоносных районов различного практического значения. Промышленно важными являются два района с медным и отчасти железным оруденением в северной полосе Сомхетско-Ганджинской тектонической зоны (Алавердский и Кировабадский) и один район в южной части складчатой зоны Армении (Зангезурско-Мегринский) с преимущественно медномолибденовым оруденением.

15. При не всегда ясной приуроченности оруденения (как и интрузий) к сводам главных антиклиналей отчетливо намечается локальная связь его с линиями крупных дизъюнктивных нарушений (надвигов, зон разломов). Вдоль самих крупных тектонических нарушений

оруденение развито обычно в слабой степени; они являются лишь его проводником. Большую роль играла более мелкая система трещин по соседству с крупными нарушениями.

16. На примерах закавказских месторождений подтверждается известная схема Эммонса о соотношении интенсивности проявлений оруденения со степенью эродированности интрузий типа батолитов или штоков.

17. Достаточно ясно намечается также генетическая связь оруденения с более диференцированными кислыми породами и в частности локальная связь его с наиболее поздними малыми интрузиями порфиров.

18. Характерными для Закавказской провинции металлами являются, из более обычных, *медь* и *железо*, а из более редких—*молибден* и *мышьяк*.

Важное значение приобретают скопления *алюминия* в нефелиновых сиенитах и андалузитах, а также *магния* в доломитах и ультраосновных породах.

19. Отличием от оруденения области Кавказского хребта служит подчиненная роль цинка и свинца, а также меньшее развитие редко метального оруденения (олово, вольфрам, висмут, сурьма).

20. Металлогеническая провинция Закавказья, отличаясь более или менее значительно от всех остальных провинций СССР, имеет много черт сходства с провинцией Кордилльер Сев. Америки (при меньшем масштабе оруденения).

Ю. А. Арапов

Алюминий

I. Общие сведения

1. Общая характеристика алюминия и его свойства. Впервые алюминий был получен в виде элемента немного более ста лет тому назад, но стал широко применяться в народном хозяйстве лишь с конца XIX века, когда были найдены дешевые методы получения этого металла. За последние десятилетия наблюдается бурный рост производства алюминия, он с каждым днем завоевывает все новые области потребления и не только вытесняет во многих случаях такие важные металлы, как медь и железо, но и позволяет разрешать совершенно новые технические задачи. Эта исключительная важность алюминия в современной технике связана с его ценными свойствами — легкостью (наряду с большой прочностью), высокой электро- и теплопроводностью, сравнительно большой устойчивостью против коррозии и способностью давать ряд сплавов с высокими техническими показателями.

Физические свойства. Алюминий по внешнему виду представляет собой серебристо-белый металл, который обычно с поверхности покрыт тонкой голубоватой матовой пленкой окиси алюминия. Его главные физические свойства характеризуются следующими показателями:

Таблица 1

Атомный вес	Удельный вес 20°С/700°С	Температура плавления по С (продажн./хим. чист.)	Температура кипения по С	Скрытая тепл. плав. в больш. калор.	Скрытая теплота кипения в больш. калор.	Электропроводн. в Мо 99.5% Al при 20° С М/мм²	Удельн. сопр. в омах м/мм²	Теплопроводн. кал/см сек С	Теплоемкость при 0° С больш. кал/кг	Линейн. коэфиц. расшир.	Прочн. на разрыв литого/ /прокатн. в кг/мм²	Удлинение литого/прокатн. в %	Модуль упругости кг/см²	Магнитная восприимч.	Твердость по Брюнеллю литого/прокатн.
26.97	2.70 2.46	658° 660°	1800°	93	7140	34.3	0.03	0.504	0.09	238 x10⁻⁸	8—9 18-20	3/5	7000	очень мала	2760

Алюминий почти в 3 раза легче железа, его электропроводность равна 60% электропроводности меди, а теплопроводность—половине таковой меди.

Химические свойства. Алюминий в большинстве соединений выступает как трехвалентный элемент. С химической стороны он прежде всего характеризуется большим сродством с кислородом, благодаря чему он восстанавливает ряд металлов из их окислов. Из кислот на алюминий сильнее всех действует соляная, несколько менее серная, а азотная действует только в разбавленном виде.

Характерна растворимость алюминия в едких шелочах с образованием алюминатов. Таким образом, алюминий является амфотерным элементом, т. е. реагирует как со щелочами, так и с кислотами.

В использовании алюминия большую роль играет стойкость его кислородных соединений, т. к. образующаяся на его поверхности пленка окиси алюминия защищает металл от дальнейшего воздействия атмосферы.

Сплавы. Широкое применение алюминия в технике в значительной мере обязано его способности давать сплавы с другими металлами. Состав и некоторые свойства главнейших сплавов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование	Главные составные части в %	Удельн. вес	Темпер. плавл.	Прочн. на разрыв в *кг/мм²*	Удлинение в %	Тверд. по Бринеллю
1. Дуралюмин	Al—95, Cu—4, Mn—0,5, Mg—0,5	2,83	650°	36—42	15—22	90—100
2. Силумин	Al—87—88, Si—12—13	2,60	575°	18—22	3—10	70—80
3. Немецкий сплав	Al—87—88, Zn—2—5, Cu—8—12	2,99	—	17—25,8	3—10	65—70
4. Американский сплав	Al—92, Cu—8	2,95	—	16,5	6	—
5. Алудур	Al-98, Mg-0,7, Si-1,3	2,7		22—36	8—18	70—90
6. Склерон	Al—94, Cu—3, Zn—1,2 Mn—0,5, Si—0,4, Li—0,1	—		40—50	10—15	120
7. Магналий	Al—94, Mg—6	—	—	29	7,5	—

В настоящее время известно громадное количество алюминиевых сплавов, и многие из них в ряде изделий с успехом заменяют железо, сталь и другие металлы.

В основном все сплавы алюминия могут быть разбиты на 2 группы: 1) литейные сплавы и 2) сплавы для прокатки. Из первой группы наиболее распространены сплавы с медью и цинком, т. к. добавление последних сильно повышает литейные качества (жидкоплавкость при

литье, хорошее заполнение форм, отсутствие раковин и т. д.) и облегчает последующую обработку изделий на станках. Из этих сплавов наибольшей известностью пользуются немецкий сплав, алюминиевые бронзы, американский сплав. В последние годы важное место среди литейных сплавов приобрел сплав с кремнием—силумин, обладающий высокими техническими показателями. Среди сплавов для прокатки наибольшей известностью пользуется дуралюмин, обладающий хорошими механическими качествами, хорошей обрабатываемостью и рядом других ценных свойств. Среди сплавов для прокатки широко известны также алудур, склерон, магналий, электрон, лаутель и др.

2. Область применения и требования к сырью. Перечисленные выше ценные технические качества алюминия и его сплавов наряду с легкостью металла определяют области и размеры его потребления. Рост потребления алюминия хорошо иллюстрируется табл. 3, в которой показаны размеры добычи некоторых ведущих цветных металлов за ряд лет в главнейших капиталистических странах. Из этой таблицы видно, что даже экономический кризис сравнительно мало отразился на размерах добычи алюминия.

Таблица 3 (в тыс. т)

Наименование	1913 г.	1918 г.	1929 г.	1938 г.	1939 г.
1. Алюминий	66	200	272	532	614
2. Магний	—	—	—	25,0	32,8
3. Чугун и сталь	143.750	140.940	207.210	155.790	201.000
4. Медь	988	1376	1864	1883	2005
5. Молибден	0,13	0,9	1,9	16,4	15,2
6. Олово	132	126	198	165	184

Широкое потребление алюминия и его сплавов связано не только с их легкостью, но и с их дешевизной. Приблизительно половина получаемого алюминия потребляется в виде его сплавов, а другая—в виде чистого металла и алюминиевого порошка.

Основные области потребления алюминия следующие: машиностроение—для изготовления механизмов с облегченным весом, частей двигателей внутреннего сгорания, крупных подъемных механизмов и различных машин; промышленное строительство — строительные каркасы, балки, арматуры и т. д.; авиационная, автомобильная и судостроительная промышленности, железнодорожный транспорт и судостроение; электротехника—более легкие алюминиевые провода вместо медных, различная электрическая и телефонная аппаратура; металлургия—в качестве восстановителя и раскислителя ряда металлов, а также антикоррозионных покрытий; химическая промышлен-

ность—различная аппаратура, изготовление взрывчатых веществ пиротехника; пищевая промышленность—алюминиевая фольга, аппаратура и тара и ряд других областей народного хозяйства.

3. Условия нахождения и виды сырья. Алюминий—третий по распространенности элемент земной коры. Его кларк (процентное весовое количество в земной коре) равен 7,45, и он является самым распространенным металлом. Алюминий—важная составная часть почти всех горных пород и входит в качестве существенной составной части более чем в 250 минералов. Химический состав и важнейшие свойства главных минералов алюминия приведены в табл. 4

Таблица 4

Наименование	Состав	Содержание Al_2O_3(в%)	Сингония	Уд. вес	Твердость
1. Корунд	Al_2O_3	100	гексаг.	4	9
2. Андалузит	$Al_2O_3 . SiO_2$	62,85	ромбич.	3,1—3,2	7—7,5
3. Силлиманит	—„—	—„—	—„—	3,23—3,24	6—7
4. Дистен(кианит)	—„—	—„—	триклин.	3,56—3,67	4,5—7
5. Криолит	$3NaF . AlF_3$	12,8	монокл.	3,0	2—3
6. Шпинель	$MgO . Al_2O_3$	71,8	кубич.	3,5—4,1	8
7. Каолин	$Al_2O_3 . 2SiO_2 . 2H_2O$	39,5	монокл.	2,6	2—2,5
8. Ортоклаз	$K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$	18,4	—„—	2,6	6
9. Альбит	$Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$	19,5	триклин.	2,6	6—6,5
10. Анортит	$CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$	36,7	—„—	2,75	6—6,5
11. Нефелин	$Na_2O . Al_2O_3 . 2SiO_2$	33,2	гексаг.	2,6	5,5—6
12. Лейцит	$K_2O . Al_2O_3 . 4SiO_2$	23,4	кубич.	2,6	5—6
13. Алунит	$K_2O.3Al_2O_3.4SO_3.6H_2O$	37	тригон.	2,6—2,7	3,5—4
14. Боксит	Смесь гидратов глинозема	в сред. 73,9	аморфн.	2,5—3,5	1—3
15. Диаспор	$Al_2O_3 . H_2O$	85,0	ромбич.	3,3—3,5	6,5—7
16. Гидраргиллит	$Al_2O_3 . 3H_2O$	65,4	монокл.	2,3—2,4	2,5—3,5

Из указанных минералов основной рудой алюминия является боксит, из которого добывается почти весь потребляемый алюминий. В небольшом количестве алюминий извлекается из лейцита, андалузита и алунита. Как возможные руды для получения алюминия рассматриваются породы богатые нефелином, лейцитом, анортитом, силлиманитом, дистеном, алунитом, и богатые каолинитом глины.

Главными составными частями бокситов, представляющих собой в сущности сложную горную породу, являются гидраргиллит, диаспор и

примеси кремнезема, гидроокиси железа, окиси титана и иногда другие минералы. Содержание глинозема в бокситовых породах колеблется от 40 до 70%. Требования, предъявляемые к сырью, и разбивка его на сорта различны для отдельных стран и месторождений и зависят, помимо содержания глинозема, от количества различных примесей, которые часто усложняют процесс получения глинозема из руды. Обычно продажный боксит должен содержать Al_2O_3 не меньше 40% и отношение Al_2O_3: SiO_2 должно быть больше 3. Предпочитаются сорта с низким содержанием титана и железа. Боксит обычно идет в переработку непосредственно после извлечения; иногда осуществляется ручная сортировка руды с отделением пустой породы. Там, где бокситы залегают среди глин, их подвергают промывке.

Обогащение достигается также дроблением и размешиванием в приборах, аналогичных бутарам, а также коагуляцией при посредстве раствора соды. В отдельных случаях (США, Гвиана) применяются также размол и обезвоживание в сушильных барабанах, или обжиг в специальных калильных печах. Методы обогащения заменителей бокситов еще недостаточно разработаны и в некоторых случаях, надо полагать, окажутся безусловно целесообразными. В Италии, например, путем электромагнитной сепарации осуществляется обогащение лейцита из базальтов. Безусловно широкое развитие должно получить обогащение минералов группы андалузита.

К типичному тихвинскому бокситу, идущему для получения глинозема, предъявляются следующие требования:

Марка	TiO_2	Fe_2O_3	CaO	п/п	Влага	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$
Т. Б.	< 2,5%	< 18%	< 1,3%	< 13%	< 18%	3,8

В то же время к глинозему (по ОСТ'у 22—4306), идущему для получения металлического алюминия, предъявляются следующие требования:

Марка	SiO_2	Fe_2O_3	CaO	Na_2O	п/п	Al_2O_3
Г0	< 0,10	< 0,02	< 0,02	< 0,30	1,0	98,56
Г1	< 0,20	< 0,03	< 0,03	< 0,40	1,0	98,34

Марки алюминия по ОСТ'у 2028 характеризуются следующими показателями:

Марки	Al	Fe	Si	Fe+Si	Cu+Zn	Σ примесей
А I	99,5	—		0,50	0,05	0,50
А II	99,0	—	—	1,0	0,10	1,00
А III	98,0	1,0	1,0	2,0	0,25	2,00

Средняя стоимость одной тонны 99% алюминия в США в 1942 г. составляла 363,83 доллара или 1718 р. 14 коп. по официальному курсу, в то время как себестоимость одной тонны металла в руде обычно немного превышает 100 рублей.

Наиболее вредными примесями, мешающими дальнейшему электролизу глинозема, являются элементы более электроположительные, чем алюминий, а именно—кремнезем, титан и железо. Их содержание не должно в сумме превышать 0,5%. Очистка глинозема от всех этих вредных примесей легче всего достигается при щелочном методе, который получил наибольшее применение.

Вследствие исключительно высокого сродства алюминия с кислородом для получения этого металла из глинозема не приемлемы ни обычные методы восстановления при сжигании с углеродом, ни методы электролиза водных растворов солей алюминия. Металл добывается путем электролиза глинозема, растворенного в расплавленной фтористой соли—криолите ($3\ NaF.\ AlF_3$). Электролиз осуществляется при температуре около 1000° в электролитных ваннах, футерованных угольной набойкой. Металлический алюминий осаждается на дне ванны, являющейся катодом, в то время как анодом является ряд угольных электродов, погруженных в ванну сверху. Основные условия производства—это требование к высокой чистоте материалов (глинозема, криолита), употребляемых при электролизе, т. к. в случае примеси кремня, железа и других металлов в виде окислов последние будут осаждаться вместе с алюминием, и металл получится худшего качества, а рафинировка алюминия представляет дорогой и сложный процесс.

Для характеристики алюминиевого производства приводим расходные коэфициенты и технические показатели процесса электролиза одной тонны алюминия.

Расход глинозема	—	1,92 *т*
Расход анодов	—	0,60 „
Расход криолита	—	0,60 „
Расход фтористого алюминия	—	0,03 „
Расход электроэнергии	—	18—20 тыс. кв/ч
Выход по току	—	85—90%
Выход алюминия на 1 *кв/ч*		50—55 *г*

Ввиду большого расхода электроэнергии заводы по получению металлического алюминия обычно сооружаются в районах, обладающих источниками дешевой электроэнергии.

Заменители бокситов. В связи с тем, что месторождения бокситов выявлены лишь в немногих странах, а алюминий является металлом, имеющим большое стратегическое значение, в ряде стран изучался вопрос о возможности извлечения глинозема из других, богатых окисью алюминия пород. Наибольшего внимания в этом отношении заслуживают лейцитовые и нефелиновые породы, анорто-

зиты, алуниты, каолины и глины, некоторые сланцы, а также минералы группы андалузита.

1. Лейцитовые базальты в качестве руды алюминия используются в Италии на заводах Борго Франко. (Результаты анализов породы приведены в табл. 5).

Лейцит предварительно извлекается из породы путем ее механической переработки с применением электромагнитной сепарации. В результате получается обогащенный продукт, содержащий до 22% Al_2O_3 и 18% K_2O. В дальнейшем лейцитовый концентрат обрабатывается соляной кислотой, и в результате ряда последующих операций получаются хлористый калий и окись алюминия, являющаяся сырьем для получения металлического алюминия. Одновременно используется и хлористый калий.

Значительная часть продукции алюминия в Италии (в 1938 г. она была равна 25,8 тыс. *т*) получается из лейцитовых базальтов.

2. Из *нефелиновых* пород наибольший интерес представляют уртиты Хибинских и Ловозерских тундр в СССР. Эти породы, как исключительно богатые глиноземом (см. анализ в табл. 5), детально изучались Главхимпромом, доказавшим рентабельность получения из них алюминия, при одновременном извлечении щелочей и сырья для портланд-цемента. Схема переработки пород такова: измельченный уртит смешивается с известняком и прокаливается в электрической печи при температуре 1240—1300°. В дальнейшем спекшаяся шихта измельчается и обрабатывается водой с раствором углекислой щелочи, для выщелачивания алюмината калия и натрия, которые фильтрованием отделяются от нерастворимого остатка. Алюминаты разлагаются пропусканием углекислоты на углекислые соли щелочей и гидроокись алюминия последняя выпадает в виде мелкокристаллического, легко фильтрующегося осадка. В дальнейшем гидрат глинозема прокаливается для получения окиси алюминия, а главная масса раствора выпаривается для получения соды и поташа. Отброс производства — нерастворимый остаток путем небольшой обработки дает высококачественный цемент. Таким образом, в результате спекания уртита с известняком получаются три продукта: окись алюминия, щелочи и цемент, причем на 1 *т* окиси алюминия получается 0,98 *т* углекислой щелочи (31% поташа и 69% соды) и 7,1 *т* известкового шламма. Аналогичным образом алюминий может быть извлечен из нефелина, получающегося в качестве отхода при обогащении апатитовой руды, и из нефелиновых песков, образующихся в результате выветривания нефелиновых пород.

3. Алуниты являются интересным видом руд алюминия не только вследствие высокого содержания глинозема, но и благодаря возможности их комплексной переработки с одновременным получением сернокислого аммония, используемого как удобрительный тук. В СССР около ст. Сумгаит (Азербайджанская ССР) начато

строительство завода по переработке загликских алунитов (химический состав см. в табл. 5).

Таблица 5

Компоненты	Лейцитов. базальт. Италия	Та же порода после обогащения	Уртит из Хибинских тундр	Загликск. алунит (порода)	Анортозит (среднее)	Каолинит (минерал)
SiO_2	54,97	57,83	42,47	41,42	54,45	46,5
TiO_2	—	—	1,12	—	—	—
Al_2O_3	20,08	21,73	28,15	20,21	28,05	39,5
Fe_2O_3	7,96	1,46	2,80	4—5	0,45	—
FeO	—	—	1,45	—	—	—
CaO	4,37	1,08	3,02	—	9,68	—
MgO	1,28		0,83	—	—	—
MnO	—	—	0,10	—	—	—
Na_2O	3,96	—	14,15	1,5	6,5	—
K_2O	5,15	17,60	4,92	3,5	1,06	
$+H_2O$	1,42	—	0,71	6,7	1,34	14,0
P_2O_5	—	—	0,14	—	—	—
SO_3	—	—	—	22—23	—	—
Σ	99,39	99,70	99,66	—	100,49	100,0

Сущность метода переработки алунитов, предложенного ВАМИ, заключается в следующем: алунитовая порода подвергается обжигу с целью разрушения алунитового ядра и обрабатывается аммиачным раствором с целью перевода глинозема в осадок, а серного ангидрида и щелочей в раствор. Нерастворимий остаток после удаления фильтрата обрабатывается раствором едкого натрия с целью получения раствора алюмината, который после фильтрования подвергается кальцинации для получения осадка гидрата глинозема. Последний прокаливается с целью получения окиси алюминия. Раствор сульфата аммония с примесью сульфата калия и натрия поступает на выпарку для получения удобрения.

В промышленном масштабе получение алюминия из алунитов в настоящее время осуществляется в Японии.

4. Анортозиты. Опыты по получению алюминия из анортозитов (химич. состав см. в табл. 5) осуществлялись в Норвегии, не имеющей бокситовых руд, но обладающей крупными источниками дешевой электроэнергии. По предложенному способу обработка анортозита осуществляется следующим образом: анортозит обрабатывается азотной кислотой; полученный раствор, содержащий смесь азотнокислых солей кальция, натрия и алюминия, отделяется от нерастворимого осадка. Фильтрат выпаривается досуха и обжигается при умеренной температуре, причем азотнокислый алюминий при этом разлагается на глинозем и окись азота. Азотнокислый кальций и натрий остаются неизменными и легко отделяются от нерастворимого глинозема путем

повторного выщелачивания. Об экономической эффективности использования этого метода данных не имеется.

5. Каолин. Получение алюминия из каолина осуществлялось в Германии во время первой империалистической войны. Каолин (химический состав см. в табл. 5) обрабатывается раствором серной кислоты для получения сульфата алюминия. Последний затем обрабатывается аммиаком, причем получается гидрат глинозема и сернокислый аммоний.

6. Сланцы. В США, в штате Георгия, глинозем получается на базе сланцев Картерсвиля, содержащих в среднем 20,53% Al_2O_3 и 7,13% K_2O, является побочным продуктом производства при солянокислотном методе переработки этого глиноземсодержащего сырья на хлористый калий.

7. Силлиманитовое сырье. После ряда исследований ВАМИ при производстве кремнеалюминиевого сплава—силлумина, для чего раньше использовали металлический алюминий, решено перейти на более выгодное силлиманитовое сырье.

В литературе имеются указания о наличии в Швеции завода по переработке андалузитов на металлический алюминий.

Широкое развитие потребления алюминия человечеством и бурный рост его производства, а также быстрый прогресс техники при сравнительной ограниченности известных запасов бокситовых руд поведет в ближайшем будущем к неизбежному использованию ряда других, богатых глиноземом пород в качестве руд этого металла. Приведенные краткие сведения о некоторых заменителях бокситов показывают, что разработка многих из них рентабельна лишь при комплексном использовании их составных частей. На изучение этих новых видов сырья направлено сейчас внимание ряда крупных научно-исследовательских институтов и лабораторий.

Методы переработки сырья. Бокситы, а также некоторые другие высокоглиноземистые породы занимают обычно большую площадь и добываются большей частью с помощью открытых горных работ. Полученная руда подвергается первоначально переработке для получения из нее глинозема, из которого в дальнейшем уже получается металлический алюминий. Все известные в настоящее время методы получения глинозема могут быть разбиты на три группы: щелочной, кислотный и электротермический, причем щелочной способ получил наибольшее применение. Сущность последнего метода заключается в том, что алюминиевая руда или непосредственно обрабатывается раствором едких щелочей для извлечения в раствор алюминия, или же спекается со щелочами, а затем уже спек подвергается воздействию раствора для извлечения алюмината. Полученный раствор алюмината обрабатывается таким образом, чтобы получить осадок гидрата окиси алюминия, который затем отфильтровывается и прокаливается с целью получения сухой окиси алюминия.

В кислотных методах руда обрабатывается раствором кислот

(HCl, H_2SO_4 и др.), в результате чего содержащийся в них глинозем переводится в соответствующие соли—$AlCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$, из которых затем получается гидрат окиси алюминия и путем прокаливания последнего—безводный глинозем. При электротермическом способе глинозем получается путем плавки руды в электропечи с углем с целью восстановления всех примесей и получения плавленного глинозема, или же вначале получается нитрид алюминия, из которого уже затем извлекается окись алюминия.

4. Условия образования месторождений и их классификация. Характерной для алюминия является способность давать повышенные концентрации в щелочных изверженных породах (нефелиновые и псевдолейцитовые сиениты) и в их жильных отпрысках (пегматит с корундом). Значительно реже алюминий концентрируется в контактово метасоматических месторождениях (минералы группы андалузита) и в гидротермальных образованиях (алуниты).

Наиболее характерна концентрация алюминия при поверхностных процессах или в результате латеритного выветривания, или же в результате осаждения на дне озерных и морских бассейнов. С процессами выветривания связано также образование каолиновых залежей, содержащих крупные запасы глинозема.

Бокситы. В настоящее времл выделяют два основных генетических типа месторождений бокситов. К первому относятся месторождения, образовавшиеся в результате латеритного выветривания горных пород, главным образом, богатых полевым шпатом в условиях влажного и жаркого тропического климата. Обогащение глиноземом происходит в результате удаления более легко растворимых щелочей и кремнезема. Бокситы могут в дальнейшем или остаться на месте, или в результате изменения условий быть растворены и перенесены на другое место.

Ко второму типу относятся месторождения бокситов, которые образовались как морские осадки, в результате осаждения гидрата окиси алюминия, перешедшей в раствор вследствие процессов выветривания. Согласно этой теории большинство крупных месторождений бокситов является морскими осадками. Месторождения этого типа часто наблюдаются среди известняков. Аналогичным образом бокситы могут образоваться в пресноводных озерных бассейнах; здесь они нередко залегают в песчано-глинистых, часто угленосных, свитах.

Нефелиновые и лейцитовые породы образуются в результате кристаллизации магмы или в глубинных условиях, или реже при излиянии на земную поверхность. Указанные породы по сравнению с рядом других изверженных пород редки, но все же иногда слагают достаточно крупные массивы, содержащие громадные запасы алюминия. Обогащенные нефелином и лейцитом участки встречаются в них сравнительно редко, и при техно-экономических расчетах необходимо, главным образом, ориентироваться на среднее содержание металла в породе.

Алуниты образуются под воздействием горячих глубинных вод, богатых серной кислотой и сернистым газом, на породы богатые кремнекислотой и щелочами. В большинстве случаев месторождения алунита наблюдаются в районах развития эффузивных пород и образуются в условиях, сравнительно близких к дневной поверхности. Значительно меньшую роль играют месторождения алунита, создавшиеся в результате воздействия нисходящих сернокислых вод, возникающих в результате окисления сульфидов.

Андалузит, силлиманит и дистен образуют наибольшие концентрации в области контакта кислых интрузивов с вмещающими породами, главным образом сланцами и эффузивами. К контактово-метасоматическому типу относятся почти все промышленные месторождения этих минералов. Кроме того, андалузит, силлиманит, дистен часто наблюдаются в качестве важной составной части многих метаморфических сланцев; значительно реже они встречаются в некоторых изверженных породах и в пегматитах.

Благодаря относительной стойкости указанные минералы хорошо сохраняются при выветривании и иногда образуют осадочные месторождения, которые могут с успехом разрабатываться.

Каолинит и высокоглиноземистые глины образуются в результате выветривания богатых полевыми шпатами изверженных пород.

В зависимости от того, остаются ли образовавшиеся в результате выветривания глинистые минералы на месте или же переносятся в другие места, выделяют автохтонные и аллохтонные месторождения глин и каолинита.

Значительно реже наблюдаются крупные скопления минералов группы каолинита, образовавшихся в результате процессов гидротермального изменения полевошпатовых изверженных пород.

5. Главнейшие месторождения заграницей и в СССР. Ввиду того, что почти во всех странах рудой алюминия является боксит, в литературе в большинстве случаев имеются сведения о месторождениях лишь этой руды алюминия.

Основные зарубежные месторождения бокситов находятся в Европе—во Франции, в департаментах Вар, Буш-де-Рон и Эро с запасами не менее 60 млн. *т*, в Италии, в районах Триеста, в Истрии и в Центр. Апеннинах с запасами 13 млн. *т*, в Югославии (10 млн. *т*), в Венгрии (80 млн. *т*) и в Румынии (20 млн. *т*).

Главнейшие месторождения Америки находятся в США, в штате Арканзас и в Аппалачских горах (запасы 50 млн. *т*) и в Британской и Голландской Гвиане (запасы значительны). Из других стран наиболее известны—месторождения Золотого берега (в Африке), Индии (в Азии) и Нового Южного Уэльса (в Австралии).

Наиболее известные иностранные месторождения богатых нефелиновых пород находятся на Скандинавском полуострове, в Финляндии и Канаде, алунитов—в Китае, США, Венгрии и Италии, лейцито-

вых пород—в США и Италии, андалузитовых пород—в США, каолинов и глин—в США, Германии и Китае.

Наиболее крупные месторождения бокситов в СССР находятся в Тихвинском районе Ленинградской области (запасы около 2,5 млн. *т*), на Северном Урале (Красная Шапочка, запасы около 5 млн. *т*, Издельские и др.), Среднем Урале (Соколовское, запасы более 2,5 млн. *т*) и на Южном Урале.

Наиболее крупные месторождения богатых нефелиновых пород—уртитов и апатит-нефелиновой руды находятся в Хибинах, на Кольском полуострове. Более бедные массивы нефелиновых сиенитов известны в ряде районов СССР. Разведанные запасы нефелина в Хибинах достигают 250 млн. *т*.

Из алунитовых месторождений наибольшей известностью пользуется Загликское месторождение в Азербайджанской ССР, запасы которого достигают 90 млн *т*. Другие, менее известные месторождения алунитов находятся в Сибири, на Украине, на Урале, в Узбекистане и других местах.

Наиболее крупные месторождения минералов группы андалузита находятся в Казахстане (Семиз-Бугу), в Якутии (Чайнитское месторождение), на Урале и Кольском полуострове (Кейвское).

Из месторождений высокоглиноземистых глин и каолинов наибольшей известностью пользуются Просянское, Турбовские и Полочское в УССР и некоторые месторождения Урала.

6. Размеры добычи заграницей и в СССР. Ниже приводятся данные о мировом производстве алюминия с указанием главнейших производящих стран. Следует отметить, что географическое распределение алюминиевых заводов не совсем совпадает с распределением месторождений бокситов; ряд крупных производящих стран (США, Германия, Англия) ввозят руду из других мест.

Таблица 6 (в тыс. т).

№ № п/п	Страны	Годы			
		1935	1936	1937	1938
1	Франция	21,8	27,0	34,5	43,0
2	Швейцария	19,5	13,4	25,0	28,0
3	Германия	62,8	97,4	127,0	180,0
4	Англия	16,0	16,6	19,4	24,0
5	Норвегия	15,5	15,5	23,0	26,0
6	Италия	13,0	15,9	22,9	28,0
7	Канада	20,6	26,9	42,6	55,0
8	США	54,1	102,0	132,0	110,0
9	Япония	4,0	7,9	10,5	20,0
10	Прочие страны	29,7	43,9	9,1	18,0
	Итого	257,0	366,5	446,0	532,0

В СССР алюминиевая промышленность была создана лишь после Великой Октябрьской Социалистической Революции. Первый завод был построен на базе тихвинских бокситов с использованием энергии Волховской ГЭС, затем был построен крупный завод на базе энергии ДнепроГЭСа. После открытия уральских месторождений бокситов алюминиевые заводы были построены и в этой части Союза. Алюминиевая промышленность на Урале стала развиваться особенно бурно после начала великой Отечественной войны. Размеры запасов Уральских месторождений достаточно велики для обеспечения потребности этих предприятий, но это не уменьшает актуальности вопроса о сооружении новых алюминиевых заводов в других частях СССР, например, в Закавказье и особенно в Армении.

II. Специальная часть

Месторождения алюминиевого сырья

Как уже было отмечено, получение алюминия из глинозема является одним из энергоемких процессов цветной металлургии, и, поэтому, затраты на электроэнергию составляют существенную часть себестоимости металла.

Армения с дешевой электроэнергией, получаемой на электростанциях Севано-Зангинской системы, является одним из районов СССР, имеющим благоприятные предпосылки для развития алюминиевой промышленности.

Соответственные техноэкономические расчеты показали, что благодаря дешевизне электроэнергии здесь рентабельно сооружение алюминиевого завода, работающего даже на привозном глиноземе Урала.

В соответствии с постановлением Союзного Правительства в январе 1941 г. было начато строительство Канакерского алюминиевого завода, со сроком пуска предприятия в эксплоатацию во второй половине 1942 г. Однако строительство завода в июле 1941 г. было временно приостановлено в связи с Отечественной войной. Оно начато вновь в марте 1944 г. и проводится с расчетом пуска в эксплоатацию первой очереди, с производительностью 10 тыс. *т* алюминия в год, во втором полугодии 1945 г.

Расширенным проектным заданием, согласно которому осуществлялось строительство, полная мощность предприятия предусматривалась в 20.000 *т* в год.

Обеспечение завода сырьем предусматривается из проектируемого Сумгаитского глиноземного завода, рассчитанного на переработку загликских алунитов. До окончания строительства Сумгаитского глиноземного завода предполагается снабжать Канакерский алюминиевый завод глиноземом с Урала.

Общие капиталовложения определялись в 95.000.000 рублей. Завод должен был базироваться на энергии Канакерской ГЭС.

К моменту начала строительства Канакерского алюминиевого

Таблица 7

	№ 1 Нефелин. сиенит. Памбакск. хребет	№ 2 Псевдолейц. сиенит. Памбакск. хребет	№ 3 Нефелинсодержащий сиенит. Шванидзор (Мегр. р-н)	№ 4 Шелочной сиенит. Шванидзор (Мегр. р-н)	№ 5 Андалузит· порода Парагачайское м-ние, обогащен. участок	Камнеподобная глина. Туманянское (Дсехское) месторождение		№ 8 Зола тквибульск. угля
						серая	белая	
SiO_2	56,91	53,59	55,88	57,64	52	40,48—62,34	63,80—75,37	37,5
TiO_2	0,48	0,59	0,47	0,38	0,8	0,82— 1,02	0,84— 1,17	1,2
Al_2O_3	20,55	21,34	21,10	20,68	43—44	24,19—35,51	18,53—27,31	30
Fe_2O_3	2,21	3,30	2,50	1,86	3,0	0,11— 5,40	0,09— 4,60	6,5
FeO	1,56	1,26	2,20	2,05	—	—	—	—
CaO	3,38	3,50	4,88	3,74	нет	0,31— 1,68	0,30— 0,51	1,95—3,5
MgO	0,68	0,43	1,87	0,81	нет	сл.— 0,75	сл.— 0,21	нет
MnO	0,19	0,27	0,12	—	—	—	—	—
Na_2O	5,65	5,00	4,94	4,62	—	0,19— 0,30	0,23— 0,67	—
K_2O	6,30	8,45	4,81	6,80	—	0,24— 0,70	0,20— 0,45	—
$-H_2O$	1,02	0,85	0,25	0,08	—	—	—	—
$+H_2O$	2,05	2,65	0,94	1,00	2,8	7,73—15,27	4,06— 6,80	—
P_2O_5	—	—	—	—	—	—	—	—
SO_3	—	—	—	—	—	0,50— 7,81	0,09— 1,10	—
Σ	99,96	99,76	100,07	99,66	—	—	—	—

Рис. 6. Карта месторождений алюминиевого и магниевого сырья.

завода вопрос о наличии в Арм. ССР собственных руд алюминия не был достаточно изучен.

В течение 1941—1943 г.г. в результате исследований, произведенных Геологическим и Химическим институтами Академии Наук Арм. ССР и Ереванским Политехническим институтом, были получены новые данные, позволяющие говорить о возможности изыскания в Арм. ССР местного сырья для алюминиевой промышленности (рис. 6).

В качестве местного сырья для получения глинозема должны рассматриваться нефелиновые породы Памбакского хребта и Мегринского района, а также андалузитовые породы в районе г. Капуджих, дсехские (ныне туманянские) огнеупорные породы, анортозиты района оз. Севан и зола тквибульского угля.

Месторождения нефелиновых сиенитов, андалузитов и огнеупорных пород описаны подробно в соответствующих статьях сборника.

Ниже мы ограничиваемся приведением лишь основных данных относительно степени изученности сырья и методов его переработки.

1. Памбакское (Ахтинское) месторождение нефелиновых сиенитов расположено на южных склонах Памбакского хребта (40°42′ с. ш., 44°35′ в. д.) на высоте 1500—3000 *м* и находится в 7 *км* от грунтовой дороги Н. Ахта—Мисхана. От Еревана оно отстоит на 82 *км*, из коих 48 *км* приходится на шоссе Ереван—Н. Ахта, 26 *км* на грунтовую дорогу от с. Н. Ахта к Мисхане и 8 *км* на вьючную тропу до выходов нефелиновых сиенитов. Месторождение представляет собой отдельные, довольно крупные участки обогащенных нефелином и псевдолейцитом пород, расположенных среди сложного комплекса щелочных интрузий, занимающих площадь до 65 *км*^{2}.

Главными минералами нефелиновых сиенитов являются калинатровый полевой шпат (50—70%), плагиоклазы № 20—41 (0—15%), нефелин (0—40%) и щелочная роговая обманка (10—15%).

Псевдолейцитовые сиениты состоят на 50% из кристаллов псевдолейцита, состоящего из нефелина, полевого шпата и слюд, а на 50% из мелкозернистой породы, имеющей состав нормального нефелинового сиенита.

Химический состав нефелинового и псевдолейцитового сиенитов Памбакского месторождения приводится в табл. 7.

Из этих данных видно, что количество глинозема в псевдолейцитовых сиенитах равно 20-21,5% (в отдельных обогащенных участках доходит до 25%) при максимальном содержании щелочей в нефелиновых сиенитах до 12% а в псевдолейцитовых до 13,5%, с заметным преобладанием калия над натрием.

Запасы нефелиновых и псевдолейцитовых пород не подсчитаны, так как месторождение не разведывалось, но учитывая, что эти породы слагают довольно значительную часть Памбакского комплекса щелочных пород, их можно считать практически неисчерпаемыми.

В 6 *км* от выходов нефелиновых сиенитов, около дороги Ахта—Мисхана, у сел. Уляшик расположено месторождение известняка, являющегося необходимым сырьем для получения глинозема по методу спекания.

Для выяснения возможности извлечения глинозема из нефелиновых и псевдолейцитовых пород Памбака Химическим институтом Академии Наук Арм. ССР совместно с Ереванским Политехническим институтом были проведены соответствующие исследования (4).

Лабораторные опыты показали, что выход глинозема из нефелиновых сиенитов составляет 80%, а из псевдолейцитовых сиенитов 72%. Учитывая производственные потери в размере 10%, выход глинозема при проектировании производства может быть принят равным соответственно 70 и 62%.

Схема получения глинозема из нефелиновых и псевдолейцитовых пород приводится на стр. 54. Сравнивая эти данные с материалами ГИПХ'а о результатах получения глинозема из уртитов и нефелиновых концентратов, для которых выход глинозема равен 75%, мы можем считать, что с технологической стороны опыты с памбакскими породами дали благоприятные результаты. В качестве дополнительных продуктов получаются щелочи (выход до 80%), углекислый газ и шламм, имеющий состав, близкий к цементу. Расход сырья, энергии и выход отдельных продуктов при получении одной тонны глинозема дается в таблицах 8 и 9.

Приблизительные экономические подсчеты по основным показателям производства—себестоимости и капиталовложениям, выполнен-

Таблица 8

Нефелин-сиенитовые породы		Псевдолейцитовые породы		Андалузитовые породы	
Расходуется в *т*	Получается в *т*	Расходуется в *т*	Получается в *т*	Расходуется в *т*	Получается в *т*
Порода 5,845	Глинозем 1 *т*	Порода 7,587	Глинозем 1 *т*	Порода 2,6—2,8	Глинозем 1,0
Известняк 10,62	Безводная сода 0,961	Известняк 13,17	Окиси щелочей 0,643	Известняк 5,2	Углекисл. газ 2,2
Сода для начального процесса 1,496	Углекислый газ 4,725	Сода для начального процесса 1,4295	Углекислый газ 5,135	Сода 1,59	
Углекислый газ 0,48	Шламм 10,3	Углекислый газ 0,46	Шламм 11,7	Углекислый газ 0,5	Шламм 5,0
Вода 10,0 примерно	Белый шламм 0,5	Вода 10,0 примерно	Белый шламм 0,5	Вода 8 примерно	—
Известь 0,4—0,5	—	Известь 0,4—0,5	—	Известь 0,4—0,5	

Таблица 9

Наименование сырья и материалов	Требуется в *т* на 1 *т* окиси алюминия	Требуется в *т* на 30,000 *т* окиси алюм.	Место получения	Расстояние до завода
I. Из нефелиносиенитовых пород		в тыс. *т*		
1. Порода	5,845	175,3	на месте	8—10 *км*
2. Известняки	10, 62	318,6	„	0,5—1
3. Сода	1,496	44,8	„	раб. продукт завода
4. Углекислый газ	0, 48	14,4	„	
5. Уголь	1	30	Тквибули	
6. Пар	1	30	на месте	
7. Вода	10	300	—„—	
8. Электроэнергия кв/ч.	500	1500000	Севан ГЭС	
II. Из псевдолейцитовых пород				
1. Порода	7,587	227,6	на месте	8—10 *км*
2. Известняки	13,17	395	„	0,5—1
3. Сода	0,46	13,8	„	Побочн. продукт завода
4. Углекислый газ	1,430	42,9	„	
5. Уголь	1,2	36	Тквибули	
6. Пар	1	30	на месте	
7. Вода	10	300	„	
8. Электроэнергия кв/ч.	0,500	1500000	СеванГЭС	
Выход конечных продуктов				
Окись алюминия тыс. *т*	30,0			
Углекислый газ „	142,0			
Сода безводная „	28,0			
Шлакм для цемента и стр. промышлен.	309,0			

ные Сектором Экономики Академии Наук Арм. ССР, позволяют считать, что производство глинозема на базе нефелин-сиенитовых пород с параллельной выработкой ценных побочных продуктов может быть экономически целесообразным. По подсчетам Сектора Экономики, при постройке завода на месте расположения сырья и находящихся вблизи известняков, ориентировочная себестоимость 1 *т* глинозема, с учетом использования отходов, составит около 230 руб., а без учета отходов—около 350 руб. Размеры капиталовложений на строительство завода с производительностью 30.000 *т* глинозема из нефелиновых сиенитов ориентировочно составят 200—250 млн. рублей.

2. Шванидзорское (Мегринское) месторождение нефелиновых сиенитов расположено в 3 *км* от ст. Астазур Минджеван—Джульфинской ветки Закавказской ж. д им. Берия, на территории с. Шванидзор (Астазур) (38°56′ с.ш., 46° 23′ в. д.), непосред-

ственно у грунтовой автомобильной дороги от селения к станции. Щелочные породы, обогащенные в отдельных участках нефелином, слагают здесь пологие отроги Мегринского хребта с абсолютными отметками 700—1000 *м* и в виде двух изолированных тел занимают площадь в 2,8 и 0,75 *км*². Более крупное тело расположено в районе селений Шванидзор (Астазур) и Алдара, второе находится в 5 *км* севернее. Помимо нефелинсодержащих сиенитов, в этом же участке развито крупное тело щелочных сиенитов площадью свыше 20 *км*², характеризующееся почти таким же содержанием глинозема и щелочей.

Главными минералами нефелинсодержащих сиенитов являются калинатровый полевой шпат (45—55%), плагиоклаз № 30—35 (20—40%), нефелин (0—15%, редко до 40%) и щелочная роговая обманка (10—20%). Щелочные сиениты характеризуются большим содержанием полевых шпатов, несколько меньшим содержанием роговой обманки и отсутствием нефелина.

Химический состав нефелинсодержащих и щелочных сиенитов приводится в табл. 7.

Из этих данных видно, что обе разновидности характеризуются довольно сходным составом и содержат глинозем в количестве от 19 до 21%, а щелочей от 8,5 до 11,5% при некотором преобладании калия над натрием. Запасы щелочных пород не подсчитывались, т. к. это месторождение не разведывалось; однако, учитывая большую площадь распространения пород, их можно считать практически неограниченными.

Вопрос о качестве и размерах выходов известняков вблизи месторождения никем не изучался; судя по отрывочным данным, ближайшие выходы известняков находятся в 6—7 *км* к СВ от с. Шванидзор (Астазур). Ближайшие выходы известняков вдоль железной дороги находятся в 20 *км* к В от ст. Астазур, где упомянутая ранее полоса известняков выходит у р. Аракс. Другие ближайшие выходы известняков, расположенные вблизи от железной дороги, находятся между ст. ст. Ордубад и Карчеван, а также ст. ст. Минджеван и Кафан Баку—Джульфинской ветки Закавказской железной дороги им. Л. Берия.

Лабораторные опыты по получению глинозема из нефелиновых сиенитов Шванидзорского месторождения еще не закончены, но учитывая сходство минералогического и химического состава с породами Памбакского месторождения, можно считать, что схема, предложенная для последних, вполне приемлема и для сиенитов Шванидзорского месторождения, и производство будет характеризоваться теми же техно-экономическими показателями.

Преимуществом Шванидзорского месторождения, по сравнению с Памбакским, является его положение вблизи от железной дороги и непосредственно у автомобильной дороги, что значительно сокращает капиталовложения на транспорт и облегчает освоение нового производства. Наряду с этим, оно по степени распространения обо-

гащенных нефелином участков значительно уступает Памбакскому.

3. Месторождения андалузитов. В Арм. ССР андалузитоносные породы известны в районе селения Кохб (Кульп), Ноемберянского района, и в районе среднего течения р. Памбак, где они простираются в виде полосы длиной около 20 *км*, начиная от среднего течения р. Заманлу до района Шагали-Эйларского медного месторождения. Оба эти месторождения приурочены к области контакта вулканогенных пород с интрузиями гранитоидов и представляют собой кварциты, содержащие андалузит обычно в количестве не свыше 26%. В обоих месторождениях при поверхностном исследовании не были обнаружены крупные участки, обогащенные андалузитом, на которых можно было бы базировать рентабельные разработки, и поэтому на основании имеющихся материалов указанные месторождения промышленного интереса не представляют. Однако не исключена возможность нахождения в Арм. ССР новых промышленных месторождений андалузита, как на новых участках, так и при более детальной разведке уже известных месторождений андалузитоносных кварцитов.

Отдельные указания на наличие андалузита имеются для Азизбековского, Кафанского и Сисианского районов. Значительно бóльший интерес представляет Паракачайское месторождение андалузита, расположенное в пределах Нах. АССР, в верховьях р. Парака, (39°09′ с. ш., 45°59′ в. д.), на границе с Кафанским районом Арм. ССР. Оно находится на высоте 2700 *м*, в 3 *км* от разрабатываемого Паракачайского молибденового месторождения. Последнее находится в 45 *км* от ж.-д. станции Джульфа, по грунтовой дороге, пригодной для автомобильного сообщения.

Месторождение приурочено к зоне контактово-метасоматических кварцитов, развившихся за-счет изменения вулканогенных пород под действием интрузивных пород крупного Конгуро-Алангязского (Зангезурского) плутона. Контактово-измененные породы представлены кварц-серицит-андалузитовыми роговиками, главными минералами которых являются: кварц, серицит и андалузит, причем количество последнего колеблется от 25 до 80—90%. В результате разведочных работ, проведенных в 1940 году Азербайджанским геологическим управлением, были выявлены три обогащенных андалузитом участка и подсчитаны запасы андалузитового сырья в колич. 226 тыс. $м^3$, с содержанием минерала андалузита от 15 до 27%. Однако, это количество далеко не исчерпывает все запасы месторождения.

Считая средний объемный вес андалузитовой породы равным 2,75, можем приблизительно оценить разведанные запасы андалузитовой породы в 450—500 тыс. *т* со средним содержанием андалузита в 20%, что при пересчете на глинозем дает запасы окиси алюминия порядка 55—60 тыс. *т*.

Учитывая минералогический состав породы и опыты по обогащению андалузитовых пород других месторождений, можно предпо-

ложить, что благодаря разнице в объемных весах андалузита, кварца и серицита андалузитовые породы могут быть сравнительно легко обогащены.

Химическим институтом Академии Наук Арм. ССР были проведены лабораторные опыты по получению глинозема из богатых андалузитом пород Паракачайского месторождения, содержащих 43—44% глинозема.

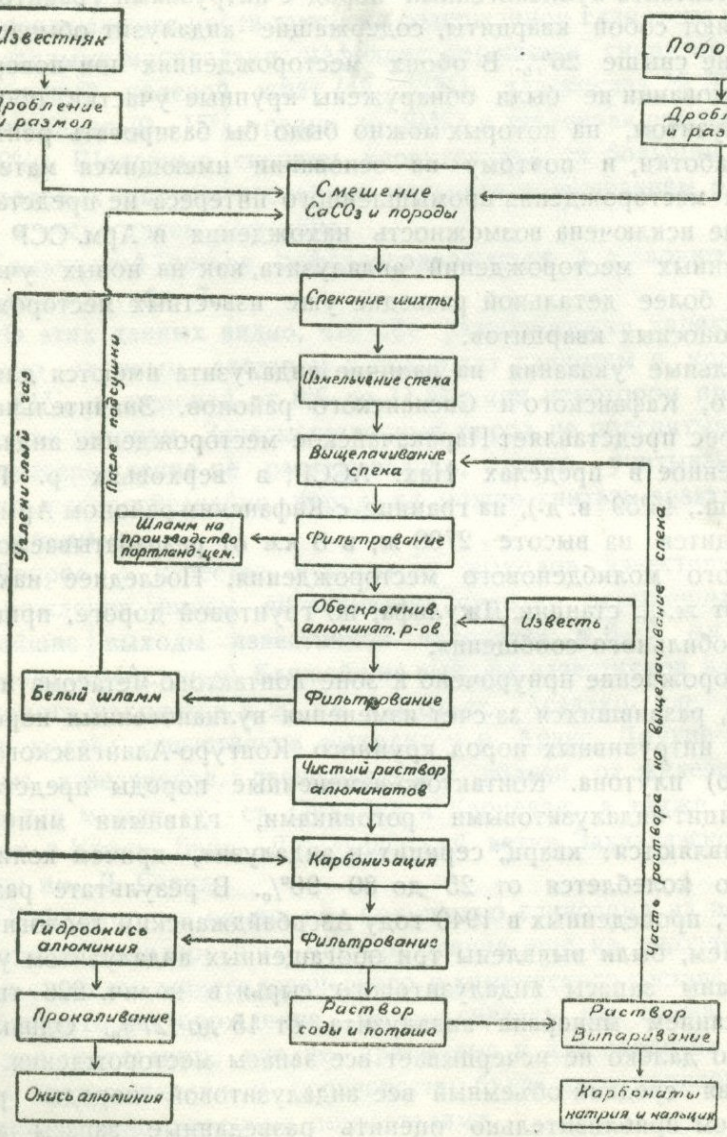


Рис. 7

Схема получения глинозема из нефелиновых и псевдолейцитовых сиенитов.

Схема технологического процесса аналогична примененной для нефелиновых сиенитов (см. рис. 7), причем в качестве исходных про-

дуктов были взяты андалузитовая порода, известняк и сода в следующих соотношениях: 2 моля извести на каждый моль кремнекислоты и 1,25 моля соды на каждый моль глинозема. В лабораторных условиях извлечение глинозема достигало 90% (в производственных условиях оно будет не выше 80%), причем расход соды в условиях производства не должен превышать 10%, т. к. остальная часть возвращается обратно.

Расход и выход отдельных продуктов показаны в табл. 8.

Уточненные техно-экономические расчеты себестоимости одной тонны глинозема специально не подсчитывались; ориентировочно она может быть определена в 300 рублей.

Из приведенных данных видно, что андалузитовая порода Паракачайского месторождения должна рассматриваться, как возможная для получения глинозема руда, но вследствие отдаленности от железной дороги, трудных высокогорных условий эксплоатации и относительно незначительных запасов, имеющихся в разведанной части месторождения, она представляет значительно меньший интерес по сравнению с нефелиновыми сиенитами. Однако, паракачайские андалузиты представляют большой интерес, как возможная руда для непосредственного получения силумина, и поэтому как само месторождение, так и сырье безусловно заслуживают дальнейшего изучения.

4. Огнеупорные породы. В 1940 г. Украинским институтом огнеупоров были проведены лабораторные опыты по извлечению глинозема *из туманянской (дсехской) огнеупорной породы.* Этот способ в основном сводится к тому, что породы обжигаются при температуре 600°С, а затем обрабатываются крепкой серной кислотой. Отфильтрованный сернокислый алюминий затем обрабатывается аммиаком с целью осаждения гидрата глинозема и удаления сернокислого аммония. Гидрат окиси глинозема прокаливается и получается окись алюминия.

Однако, следует отметить, что туманянская камнеподобная глина является исключительно ценным сырьем для получения бесшамотного огнеупора, потребность в котором, учитывая перспективы развития промышленности Закавказья в ближайшее десятилетие, ориентировочно оценивается в 75—100 тыс. *т* в год. В связи с этим, к вопросу об использовании дсехской породы (у с. Туманян) в качестве сырья для получения глинозема нужно подходить с большой осторожностью, т. к. перспективные запасы месторождения ограничены, и оно не может одновременно обеспечить потребность промышленности в огнеупорах и потребности будущего глиноземного завода.

Кроме того, получаемый из огнеупорных пород Дсеха глинозем, из-за высокого содержания железа, является некондиционным.

5. Анортозиты известны в Армянской ССР в районе сев.-вост. побережья оз. Севан. Они здесь наряду с оливиновыми породами и другими продуктами раскристаллизации основной

магмы слагают отдельные небольшие участки среди габбровых массивов. Более точных данных о площади распространения и возможных запасах породы нет.

Анализ образца анортозита дал следующие результаты:

Al_2O_3	SiO_2	TiO_2	FeO	MnO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	$+H_2O$	Σ
33,76	45,84	сл.	0,34	0,01	16,80	0,57	0,44	1,18	0,83	99,57

Учитывая эти данные, а также то, что технология извлечения глинозема из анортозитов разработана, анортозиты Армянской ССР следует рассматривать как один из перспективных видов сырья для получения глинозема.

В качестве возможного источника глинозема должна рассматриваться также *зола тквибульского угля,* обжигаемого на комбинате им. Кирова в Ереване. Количество золы, получаемой ежедневно на заводе, определяется в 40—50 *т*, что составляет 150—180 тыс. *т* в год. Учитывая, что по данным анализов золы тквибульского угля количество в нем глинозема опредляется в 30%, годовая продукция окиси алюминия из золы угля может достигать 50—60 тыс. *т*.

В лаборатории Ереванского Политехнического института проводились опыты по получению глинозема из золы угля электротермическим методом, с прибавлением известняка и железных стружек, причем в качестве продуктов были получены ферросилиций в виде порошка (при выходе 30—36%) и алюминат кальция в виде шлака. Последний в дальнейшем обрабатывается содовым раствором для получения алюмината натрия, кальцинируется для обескремнивания и карбонатизируется для осаждения гидрата глинозема. Для уточнения расхода исходных веществ, выхода продуктов и выяснения техно-экономических показателей лабораторные опыты должны быть продолжены. Тем не менее, учитывая, что зола является отходом привозного угля, качество и размеры доставки которого могут измениться, она не может рассматриваться как постоянная база для глиноземного завода, а должна учитываться лишь как вспомогательный источник получения глинозема.

III. Основные выводы

Из приведенного материала видно, что наличие и возможности получения дешевой электроэнергии благоприятствуют развитию в Армянской ССР такой энергоемкой промышленности, как производство металлического алюминия из глинозема. Исходя из этого, в 1941 г. было начато строительство Канакерского алюминиевого завода вблизи Еревана, которое, однако, было временно приостановлено в связи с Отечественной войной и вновь начато в марте 1944 г. Завод расчитан на переработку привозного глинозема, в первое время с Урала, а в последующем, после построения и пуска в эксплоатацию Сумгаитского глиноземного завода (на базе загликских алунитов), из Сумгаита.

Перевод начатого строительством Канакерского алюминиевого завода на местное сырье позволил бы значительно сократить транспортные расходы, связанные с переброской глинозема из Сумгаита до Канакера, и облегчил бы грузооборот по южным веткам Закавказской ж. д. им. Л. Берия. Таким образом, проблема выявления собственной сырьевой базы глинозема имеет большое народнохозяйственное значение.

Ввиду отсутствия в Армении выявленных месторождений бокситов, в настоящее время, как сырьевая база алюминия, могут рассматриваться следующие заменители боксита: нефелиновые и псевдолейцитовые сиениты, андалузитовые породы, дсехские огнеупорные породы, анортозиты и зола тквибульского угля.

Из этих источников сырья андалузиты Паракачая, вследствие ограниченности запасов, выявленных в разведанной части месторождения, и зола тквибульского угля, являющаяся отходом привозного топлива, не могут рассматриваться, как сырьевая база, обеспечивающая глиноземный завод.

Однако, андалузиты представляют большой интерес, как руда, из которой непосредственно может быть получен силумин. Поэтому следует продолжить разведку Паракачайского месторождения с целью выявления новых, богатых андалузитом тел, и одновременно провести широкие поисковые работы в других районах с возможной андалузитоносностью. Эти работы должны быть увязаны с опытами по обогащению андалузитовых кварцитов и получению силумина из андалузитов Закавказских месторождений.

Огнеупорные породы Дсехского месторождения, хотя и обладают запасами, обеспечивающими амортизационный срок работ глиноземного завода, однако, они не могут быть рекомендованы для использования их в качестве руды алюминия, так как благодаря ряду свойств они являются исключительно ценным сырьем для получения бесшамотного огнеупора, необходимого для ряда промышленных предприятий Закавказья.

Большой интерес представляют анортозиты района побережья оз. Севан, но мы в настоящее время не имеем точных данных о возможных запасах этой породы.

Таким образом, наиболее интересным и реальным источником глинозема являются в настоящее время нефелиновые и псевдолейцитовые сиениты Памбакского и нефелиновые сиениты Шванидзорского месторождений, запасы которых практически неограничены. Первые лабораторные опыты с этим сырьем дали благоприятные результаты, однако, учитывая, что соотношение между глиноземом и кремнекислотой в этих породах значительно ниже, чем в обычных алюминиевых рудах, и что получение глинозема из подобных пород еще нигде до настоящего времени не было освоено в крупных размерах, к решению проблемы получения глинозема из нефелиновых сиенитов

нужно подойти с большой осторожностью, т. к. техно-экономические показатели в производственных условиях могут сильно отличаться от данных лабораторных опытов.

Предварительные техно-экономические расчеты (1), произведенные на основании лабораторных опытов, показывают, что, по сравнению с другими проектируемыми и выстроенными глиноземными заводами (см. табл. 10), себестоимость продукции на базе нефелиновых сиенитов не дает резкого отклонения.

Таблица 10

Наименование завода	Вид сырья	Себестоимость 1 *т* глинозема (в руб.)
1. Сумгаитский (проект)	Алунит	242
2. Днепропетровский	Боксит	317
3. Уральский	Боксит	240
4. Тихвинский	Боксит	389
5. Кандалакшский	Уртит	430
6. Волховский	Боксит	870
7. Памбакский (проект)	Неф. сиенит	250

Учитывая приведенные данные, в целях дальнейшего изучения проблемы получения глинозема из местного сырья рекомендуем следующие основные мероприятия:

1. Проведение в полузаводском масштабе опытов по получению глинозема из нефелиновых и псевдолейцитовых сиенитов Памбакского и Шванидзорского месторождений для получения более точных техно-экономических показателей.

2. Проведение геолого-разведочных работ на месторождениях нефелиновых сиенитов с целью выявления наиболее обогащенных нефелином участков, увязки этих работ с изучением качеств и ориентировочных запасов ближайших месторождений известняков.

3. Проведение полузаводских испытаний и уточнение данных по сырью, составление проектного задания, содержащего более обоснованные техно-экономические расчеты по намечаемому заводу.

4. Проведение ревизии всех имеющихся месторождений андалузитовых кварцитов с целью выявления в них обогащенных андалузитом участков. В первую очередь следует продолжить поисково-разведочные работы в районе Паракачайского месторождения и в районе р. Заманлу и Шагали-Эйларского медного месторождения. Работы по поискам андалузитов должны быть увязаны с опытами по их обогащению и непосредственному получению из них силумина.

5. Проведение детальной геологической съемки района распространения ультра-основных пород побережья оз. Севан с целью выявления площади распространения анортозитов, подсчета их возможных запасов и более точной качественной характеристики. Эти работы должны быть тесно увязаны с работами по изучению других разновидностей тех же основных пород—дунитов и серпентинитов, как

возможного сырья для получения металлического магния, и форстеритовых огнеупоров, а также с изучением вопросов извлечения связанных с этими породами хромитов, платины и никеля.

6. Организация изыскания в Армянской ССР других, возможных источников глинозема и, в первую очередь, исследование алунитов южного склона горы Арагац (Алагез), а также метаморфических сланцев древнего комплекса Арзакан (Арзакенда) и других районов в отношении содержания в них минералов группы силлиманита. Продолжение геолого-поисковых работ на бокситы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алахвердов Г. О.* Краткий ориентировочный расчет себестоимости производства глинозема на местном сырье. Рукопись. Фонд Сектора Экономики Акад. Наук Арм. ССР. 1942 г.

2. *Антипов П. А., Вартапетян Б. С., Пилоян Г. А.* Глины и каолинит. Сб. Минеральные ресурсы Армении. Рукопись. Фонд ИГН Акад. Наук Арм. ССР. 1943 г.

3. *Арапов Ю. А.* Нефелиновые и псевдолейцитовые сиениты. Сб. Минеральные ресурсы Армении. Рукопись. Фонд ИГН Акад. Наук Арм. ССР. 1943 г.

4. *Багдасарян Г. П.* Тежахметский щелочной интрузив. Рукопись. Фонд ИГН АН Арм. ССР. 1944 г.

5. *Манвелян М. и др.* Отчет о возможности применения местных сырьевых материалов в глиноземной промышленности. Фонд Хим. института Акад. Наук Арм. ССР. 1942 г.

6. *Мовсесян С. А.* Андалузит. Сб. Минеральные ресурсы Армении. Рукопись. Фонд ИГН Акад. Наук Арм. ССР. 1943 г.

Н. А. АКОПЯН

ЖЕЛЕЗО

I. Общие сведения

Общая характеристика железа и его свойства. Железо известно с глубокой древности и в течение длительного времени является главным металлом, используемым в технике. Основными ценными свойствами железа являются его размягчаемость, тягучесть, ковкость при температуре значительно более низкой, чем температура плавления. Другими ценными свойствами железа являются его прочность, высокая устойчивость против коррозии и способность давать ряд сплавов с высокими техническими показателями.

Физические свойства железа приведены в табл. 11. Кроме углерода в продуктах железного производства содержится некоторое количество других восстанавливающихся химических элементов: кремния, марганца, фосфора, серы и др.

Таблица 11

Атомный вес	Удельный вес	Температура плавления	Температура кипения	Теплопроводн. в кал. при 0^0	Теплоемкость в кал. при 0^0	Линейн. коэф. расширения при 20^0	Прочность на разрыв *кг/мм*	Удлинение	Твердость по Бринеллю в *кг/мм²*	Магнитная проницаемость
55.84	7.85	1528^0	2450^0	0.207	0,111	1166×10^{-8}	25	60%	60—70	Высокая

Сера и фосфор являются вредными примесями, т. к. первый элемент делает железо, в горячем его виде, ломким, а второй—ломким и хрупким. В последнее время широкое применение получили специальные сорта стали, в которых, с целью повышения технических качеств железа, к последнему в различных количественных соотношениях примешиваются хром, марганец, кремний, никель, вольфрам, молибден, ванадий и др. металлы.

По химическим свойствам железо отнесено к VIII группе таблицы Менделеева и чаще всего выступает в природе как двух- или трехвалентный элемент. Железо легко соединяется с кислородом и образует ряд химических соединений с другими элементами, вследствие чего в самородном виде в природе встречается редко.

Область применения и требования к сырью. Применяемое в технике железо всегда содержит в себе небольшое количество углерода—от 0.4% до 7% и реже больше. Если содержание углерода в железе превышает 2%, то такой сплав называется чугуном. Если в сплаве железа с углеродом последнего заключается меньше 0.45%, то продукт называется ковким железом. При содержании в железе углерода от 0.45% до 1.75% получается сталь. Углерод в железе и стали находится в химически связанном состоянии в виде карбида, в чугуне частью связан с железом, а частью смешан с ним механически (находится в виде графита).

Помимо этого в технике широко употребляются многочисленные сплавы железа с некоторыми металлами, так называемые ферросплавы—феррохром, ферросилиций, ферромарганец и др.

Минимальное содержание железа в рудах, применяемых для непосредственного получения металлического железа, весьма различно для руд разного минерального состава. Магнетитовые и гематитовые руды должны содержать 55—57% железа, лимонитовые 38—40%, сидеритовые 30—35%. Руды с небольшим содержанием железа всегда подвергаются предварительному обогащению; из методов обогащения железных руд наибольшее значение получили магнитная сепарация, промывка и обжиг.

Ценной примесью в железных рудах является небольшое содержание марганца, а также никеля, хрома, ванадия и титана. Вредными примесями являются, кроме фосфора и серы, также и цинк, свинец, мышьяк.

Существует несколько различных систем классификации железных руд в зависимости от характера их технического использования. При классификации принимается во внимание минералогический состав, содержание железа и различных примесей, в первую очередь вредных (сера, фосфор) и легирующих (Cr, Ni, Cu, V, Ti и др.), кусковатость, обогатимость и т. д.

Цена на тонну 60% железной руды, пригодной для бессемеровского процесса, в США в 1942 г. равнялась 24 руб. 38 коп. Одна тонна железа стоила 124 руб. 55 коп. по твердому курсу.

Для получения металлического железа, руды подвергаются плавке в доменных печах. Выплавка железа производится из природной чистой руды или же из руды, предварительно очищенной от посторонних нежелезистых минералов. В последнее время для выплавки чугуна вошли в употребление электрические печи. Полученный из доменной печи чугун или прямо идет на отливку чугунных изделий, или подвергается дальнейшей переработке на сталь и железо. Для переработки чугуна на сталь или железо применяется несколько способов, главнейшими из которых являются: кричный, пудлингование, бессемерование и мартеновский.

Условия нахождения и типы месторождений. Железо широко распространено в природе и по процентному весовому количеству

занимает четвертое место в составе земной коры—его кларк равен 4,2% (в ультраосновных породах до 8%). Считают, что ядро земного шара состоит в основном из железа; в таком случае железо составляет около $^1/_3$ земного шара. В природе известно около 300 минералов железа. Кроме того, железо присутствует в почве, составе растений, животных и, в частности, играет важную роль в гемоглобине крови животных.

Наиболее важные минералы железа, используемые в технике в качестве его руды, приведены в табл. 12.

Таблица 12

Название минерала	Химический состав	Содерж. железа в %	Сингония	Твердость	Уд. вес	Цвет
Магнетит	$FeO.\ Fe_2O_3$	72	Кубич.	5.5—6.5	4.9—5.2	Железо черн.
Гематит	Fe_2O_3	70	Гексагональн.	5.5—6.5	4.9—5.3	Стальносерый, железо-черный
Лимонит	Приблизительно $1—3Fe_2O_3.3H_2O$	59.8	Скрыто кристалл. коллоидальн.	5—5.5	3.6—4.0	Разные оттенки коричн.
Сидерит	$FeCO_3$	48.2	Гексагон.	3.5—4	3.83—3.88	Желтовато-серый розовато-желтый
Шамозит тюрингит	Состав близок формуле $H_6Fe_3Al_6Si_2O_{19}$ $H_{18}\ Fe_8\ (Al, Fe)_8\ Si_6O_{41}$	30—40	Скрытокристал.	2.5—3	3—3.5	Зеленовато-черный

Из различных типов месторождений железных руд главнейшими являются: 1) магматические—генетически связанные с основными, реже кислыми магматическими породами, 2) контактово-метасоматические—связанные обычно с интрузиями кислых пород гранито-диоритового ряда, 3) гидротермальные (гипо- и мезозоны), 4) железные шляпы зон окисления сульфидных и сидеритовых месторождений, 5) месторождения латеритового выветривания—связанные с ультраосновными породами и серпентинитами, 6) инфильтрационные месторождения, образующиеся в основании рыхлых и пористых поверхностных отложений, как современных, так и более древних, в зоне грунтовых и почвенных вод, 7) россыпные месторождения, сопровождающие коренные залежи железных руд в виде элювиально-делювиальных россыпей, 8) осадочные месторождения, возникающие на дне болот, озер и морских бассейнов, 9) метаморфогенные месторождения, образующиеся за счет метаморфизма каждого из вышеуказанных типов месторождений. Среди них наибольшее количество промышленных скоплений железной руды дают: 1) магматические (Кируновара в Шведской Лапландии, в СССР—месторождения Среднего и

Южного Урала, гора Благодать, гора Высокая и ряд других), 2) контактово-метасоматические—очень распространены и часто образуют промышленные скопления (г. Магнитная, Дашкесан и др.), 3) осадочные месторождения—тоже очень распространены—образуют огромнейшие скопления железа, измеряемые миллиардами тонн (в СССР—Керченские, из иностранных в Лотарингии и Люксембурге и ряд др.), 4) метаморфогенные; из них наиболее промышленное значение имеют метаморфизованные осадочные месторождения (в СССР месторождения Кривого Рога, района Курской магнитной аномалии, из иностранных крупнейшие железо-рудные месторождения Северной Америки, в районе оз. Верхнего, месторождения Южной Манчжурии, Индии и др.). Последние две группы месторождений дают главную массу мировых запасов железа.

Запасы и размеры добычи железных руд в СССР и заграницей. По данным последнего подсчета, произведенного в 1926 г., мировые запасы железных руд по отдельным частям света, без СССР, распределялись следующим образом:

Европа —	36,7	млрд. *т*
Америка—	146,9	„ *т*
Азия —	26,9	„ *т*
Африка —	11,3	„ *т*
Австралия и Новая Зеландия	1.0	„
Итого	222.8	млрд. *т*

В результате разведочных работ, проведенных в СССР после Великой Октябрьской Социалистической революции, запасы железных руд увеличились более чем в 120 раз, а, именно, с 1.9 млрд. *т* до 266 млрд. *т*. Таким образом, запасы железных руд в СССР превышают зарегистрированные в 1926 г. мировые запасы. Главная масса железных руд в СССР сосредоточена в районе Курской магнитной аномалии—более 200 млрд. *т*, в Криворожском месторождении—несколько десятков миллиардов тонн. Из других месторождений в СССР наиболее известными и промышленно важными являются: ряд месторождений Урала—Магнитная, Благодать, Высокая, Алапаевское, Бакальское, Халиловское, Кусинское; Западной Сибири—Тельбесское и другие месторождения, тяготеющие к Кузнецкому металлургическому комбинату; Восточной Сибири—Ангаро-Илимские и другие; Дашкесан в Закавказье.

В мировой горнодобывающей промышленности добыча железа занимает третье место. В табл. 13 приводятся размеры добычи железной руды и выплавки чугуна и стали в главнейших капиталистических странах. При учете размера выплавки стали необходимо принимать во внимание, что от $^1/_4$ до $^1/_3$ стали в последнее время получается в качестве вторичного металла из лома. Из таблицы видно, что ведущее место в черной металлургии заграницей принадлежит четырем крупнейшим странам, производящим свыше 75% стали и

чугуна. Среди других стран существенное значение имеет металлургия в Японии, Италии и Бельгии. В развитии черной металлургии характерен в последние годы сдвиг в сторону потребления более бедных (30%) руд, которые обычно перед плавкой обогащаются. Вторым характерным моментом является резкое возрастание выпуска легированных сталей, облагороженных добавлением марганца, хрома, никеля, кобальта, молибдена и других металлов.

(в млн. т) *Таблица 13*

Страны \ Годы	1913	1918	1929	1939
Железная руда	168.1	—	193.3	—
Чугун	73.5	64.95	93.49	85.42
Сталь	70.40	75.99	113.72	115.46
В том числе:				
США—чугун /сталь	30.97 / 31.30	39.06 / 44.46	42.61 / 56.43	31.94 / 47.53
Англия—чугун/сталь	10.26 / 7.66	9.09 / 9.54	7.59 / 9.64	8.20 / 13.50
Германия—чугун/сталь	16.49 / 17.32	10.51 / 13.87	15.26 / 18.16	20.00 / 24.00
Франция—чугун/сталь	5.21 / 4.61	1.29 / 1.78	10.20 / 9.55	7.80 / 8.40

В СССР добыча железной руды, после Великой Октябрьской Социалистической революции и коренной реорганизации нашей промышленности в результате первой и второй пятилеток и создания ряда новых крупных металлургических заводов, увеличилась к 1937 г. по сравнению с 1933 г. в 3 раза. Соответственно возросли и размеры выплавки чугуна и стали, что характеризуется приводимой ниже таблицей 14.

Таблица 14

Производство в млн. т \ Годы	1913	1929	1932	1937
Добыто железной руды	9.213	7.997	12.085	27.770
Выплавлено чугуна	—	—	6.161	14.487
Выплавлено стали	—	—	5.927	17.729

II. Специальная часть

Месторождения железных руд

Несмотря на многочисленные проявления железных руд на территории Арм. ССР (рис. 8), вопрос практической роли железа в общей сумме металлических полезных ископаемых до сих пор не

является достаточно изученным. Редко, когда месторождение или проявление железной руды прошло стадию хотя бы предварительной разведки.

Из известных в Арм. ССР месторождений и проявлений железных руд, относящихся преимущественно к контактово-метасоматическому типу, большинство приходится на северную часть республики, хотя они встречаются и в других районах. Ниже приводим описание наиболее крупных месторождений и проявлений железных руд.

1. Привольненская группа железных месторождений находится в Калининском районе, у с. Привольное. Среди месторождений этой группы следует отметить:

а) Месторождение „Медная гора"—находится в 2 *км* к В от с. Привольное, на правом берегу р. Мисханки (41°10¹ с. ш. и 44°19¹ в. д.). Сел. Привольное сообщается хорошей грунтовой и шоссейной дорогами с ж.-д. ст. Колагиран, через Степанаван. Расстояние от месторождения до Степанавана 18 *км*, а из Степанавана до ж.-д. ст. Колагиран 30 *км*. В 1913 г. месторождение разведывалось французским геологом Циммером, в 1932 г. было осмотрено Пилояном, а в 1934 году разведано геологом Баркановым.

Геологическое строение месторождения, по Барканову (4, 5), представляется в следующем виде: верхняя часть „Медной горы" сложена туфопесчаниками, мощность которых достигает 120 *м*. Туфопесчаники подстилаются порфиритами, в которых намечаются два участка слабо охристых вторичных кварцитов, происшедших, по всей вероятности, из этих же порфиритов. Туфопесчаники залегают в виде ясно выраженной синклинальной складки. В толще туфопесчаников можно наметить до 6 оруденелых медью и железом пластов. Нижние пласты приурочены к основанию толщи песчаников и вскрыты в 1910—1911 г.г. французскими штольнями, а также более древними выработками. Мощность двух нижних пластов колеблется от 0,3 до 0,4 *м*. Пласты слабо насыщены гематитом и медью.

Мощность третьего пласта, бедного железом, достигает 0,15—0,2 *м*. Четвертый и особенно пятый пласты, со средней мощностью 0,5—0,6 *м*, обладают хорошей насыщенностью гематитом. На 30 *м* выше проявляется слабо оруденелый шестой пласт.

Гематитово-медные руды имеют слоистую текстуру; состоят из кварцево-хлоритовой массы, переслаиваемой гематитом, содержащим рассеянную вкрапленность халькопирита и в меньшем количестве пирита. Ниже приведен анализ руды из пятого пласта в процентах.

SiO_2	FeO	Fe_2O_3	P_2O_5	Cu	S	Au г/т	Ag г/т
40.15	нет	42.67	0.16	0.69	0.67	1.2	15.6

Судя по другим отдельным анализам проб руды из четвертого и пятого пластов, содержание окиси и закиси железа также превышает 40%, доходя иногда до 50%.

В наиболее богатых гематитом участках можно рассчитывать на содержание окислов железа порядка 40%. Резкие колебания содержания железа и небольшое количество произведенных анализов затрудняют определение среднего качества и подсчет запасов руды.

Генезис месторождения, по Барканову, связан с наличием в подстилающих туфопесчаниках порфиритах крутопадающих трещин, по которым поднимались гидротермы, выносившие железо и медь и обусловившие образование в туфопесчаниках метасоматических пластовых залежей.

б) Месторождение „Черемша" находится на расстоянии 1,5 *км* к ЮВ по воздушной линии от вышеописанного месторождения „Медной горы" и по характеру оруденения сходно с последним. По правобережному хребту Черемшинки расположен участок с рядом мелких выработок французов, носящий название „Гора Черемша". Месторождение представлено двумя пластообразными телами. Нижний пласт выражен неотчетливо и представляет собой отдельные прослои песчаника среди порфиритов с гематитом и со следами меди. Верхний гематитовый пласт, мощностью 0,5—0,7 *м*, выражен более отчетливо.

В верховьях р Черемшинки, по обоим ее берегам, в туфопесчаниках местами заметно пластовое оруденение гематитом.

К западу от этих выходов на левом берегу р. Урут (Агзы-беюк), в Тельячьей балке в туфопесчаниках снова проявляется гематит-халькопиритовое оруденение с мощностью пластов до 0,3—0,5 *м*.

Кроме этих пластовых залежей в районе вышеописанных месторождений Привольненской группы оруденение приурочивается к крутопадающим трещинам, обнаруживаемым, главным образом, в порфиритах и туфобрекчиях. Жильным минералом является кварц, реже кальцит, а из рудных преобладает гематит при том или ином количестве пирита и халькопирита.

Часть многочисленных выходов трещинных жил вскрыта работами французских предпринимателей. Мощность жил не превышает 10—15 *см*, но и эта незначительная мощность не выдерживается по простиранию. Ниже приведен список ряда проявлений трещинных жил, которые, по Барканову, имеют наибольшие размеры:

1) Коростелева балка, в 3 *км* к С от с. Привольное; 2) местность „Верблюд", в 2 *км* к Ю от с. Привольное, по правому берегу р. Урут (Агзы-беюк); 3) ущелье „Малая щель", спускающееся в долину р. Урут, в 4 *км* к Ю от с. Привольное; 4) Коровья балка, в 2 *км* к Ю от с. Привольное, на левом берегу р. Урут; 5) правый склон ущелья Дальбантлы, выходящего в долину р. Урут, и 6) верховья Черемшинского ущелья, по левому его склону.

Барканов, давая оценку всей Привольненской группе месторождений с гематитовым оруденением, считает, что месторождения типа трещинных жил не представляют интереса для дальнейшей разведки, но месторождения пластового типа, подчиненные туфопесчаникам,

по его мнению, несколько интереснее, благодаря значительной площади их распространения. Отрицательными элементами для этих месторождений являются сравнительно небольшая мощность, невыдержанность пластов и прослоев и пестрота минералогического состава руд (гематит, халькопирит, пирит, сфалерит, галенит). По мнению Барканова, насыщенность гематитом лишь в отдельных участках достигает кондиций для железной руды, и на основании всех перечисленных отрицательных моментов он считает, что пластовые месторождения Привольненской группы также малоценны.

Барканов предлагает использовать некоторые сорта гематитово-медных руд, в частности месторождения „Медная гора", в качестве флюса на Алавердском медеплавильном заводе.

2. Карцахское месторождение находится в Ноемберянском районе, на северном лесистом склоне г. Карцах. Оно описано впервые Грушевым (9) (41°04′ с.ш. и 44° 51′ в. д.). Месторождение находится в порфиритах, в одном километре к Ю от контакта с кульпинской интрузией кварцевых диоритов. Ниже дороги, поднимающейся на кочевку, расположено множество старинных больших ям, служивших когда-то местом добычи руды. В отвалах ям встречены крупные куски контактово-измененного порфирита, гранато-эпидотовой породы с магнетитом и почти чистого магнетита. Участок встреченных старинных ям находится в лесу, в котором почти нет обнажений. Площадь, на которой встречаются ямы, занимает 2—3 *га*.

3. Цакеридошское месторождение находится в Ноемберянском районе у сев..вост. окраины упомянутого выше кварц-диоритового интрузивного массива (9), на восточном конце водораздельного хребта (хр. Козман), между долинами р. р. Дебед и Кохб, к З от вершины Вардигех, у перевала шоссейной дороги со ст. Айрум в с. Кохб. В сильно лесистой местности, на площади в 3 *га* обнаруживается множество старинных ям и несколько наклонных выработок, в отвалах которых встречены туфовые измененные эпидотизированные заохренные породы, содержащие магнетит. Иногда последний образует отдельные богатые участки. По расположению нескольких больших ям в сев.-вост. направлении Грушевой заключает, что и рудная залежь, по всей вероятности, имеет такое же простирание.

К СВ по этому же простиранию, в 200 *м*, обнаружена мощная кальцитовая жила (?) с прожилками магнетита и гематита.

Описанные выше железо-рудные проявления, по мнению Грушевого, заслуживают более детального изучения путем производства на них магнитометрической съемки, которая могла бы выявить направления и примерные размеры рудных тел. Рядом магнитометрических ходов, вкрест контактовой зоны, можно было бы выявить наличие магнетитового оруденения на соседних участках.

В 1944 г. экспедиция Магакьяна довольно детально осмотрела м-ие Цакери-дош, обнаружила коренные выхода руд, проследила ряд жилоподобных тел, мощностью 1—2 *м* (17). Магакьян оценивает гео-

логически вероятные запасы железной руды м-ия, содержащей в среднем 40—45% железа, в несколько миллионов тонн и предлагает постановку магнитометрических и разведочных работ.

4. Бовериташское месторождение находится в Ноемберянском районе, в кварц-диоритовом интрузивном массиве. Оно также описано Грушевым (9) (41° 11′ с. ш. и 44° 56′ в. д.). По Грушевому, по склонам хребта, вокруг вершины Бовериташ обнажается ряд мощных жил сев.-вост. простирания, сложенных окварцованной и карбонатизированной массой с жилами и гнездами крупно-кристаллического железного блеска. По рассказам старожил, на этом участке с 1900 по 1913 г.г. частными лицами велись небольшие разведочные работы. В 1900 г. инж. Гриневым была пройдена на северном склоне хребта, под одну из жил, небольшая штольня длиной в 25 *м*. Выработка сохранилась и поныне. Грушевым были взяты пробы из рудной жилы по обеим стенкам штольни, через всю 2,5-метровую мощность жилы. Анализы проб дали содержание железа от 23,0 до 25,8% и серы 0,03%. В пробах были захвачены и бедные краевые части жилы, но при уменьшении длины пробы до 1,5—1 *м* содержание железа увеличилось бы, повидимому, до 40%.

На расстоянии 2 *км* от Бовериташского месторождения, на южном склоне этого же хребта обнажаются два выхода мощной кварцевой жилы с обильными чешуйками гематита и редкими зернами пирита. Грушевой считает, что площадь развития гематитовых жил на горе Бовериташ заслуживает более детальных поисковых работ. Магакьян, посетивший в 1944 г. м-ие Бовериташ, приводит описание осмотренных 8 жил (17) и дает ориентировочный запас руды по всем жилам в несколько миллионов тонн. Месторождение им расценивается как вполне заслуживающее первоочередной постановки поисково-разведочных работ.

5. Месторождение в районе горы Мисхана. По устному сообщению Арапова, на г. Мисхана (Ноемберянский район), восточнее зимовья Мисхана, на левом склоне ручья, являющегося одним из притоков р. Улхани, около грунтовой дороги от зимовья в с. Ноемберян, обнаружено более 30 древних выработок, расположенных на площади приблизительно 500×200 *м*. Большинство выработок завалено; некоторые из них сохранились хорошо и представлены наклонными штольнями. Вмещающими породами данного проявления являются порфириты и скарны; оруденение представлено преимущественно гематитом, который образует в скарнах прожилки и вкрапленники. Кое-где в железной руде встречается медная зелень. В отвалах штолен наблюдаются отдельные куски сплошного гематита размером 30×20×10 *см*. Генезис месторождения неясен. По рассказам старожил, описанный участок разведывался в 1900 г. инж. Гриневым. По мнению Арапова, месторождение заслуживает более детальных исследований в дальнейшем.

6. Месторождение в районе г. Беюк-Гекдаг. По данным

Паффенгольца (19), в 15 *км* к ЮЗ от с. Кохб, на западном склоне главного водораздела р.р. Акстафа и Дебед, в 1,5 *км* к С от вершины Беюк-Гекдаг, на площади около 50—150×200 *м* встречены старые ямы с отвалами, в которых находится магнетитово-гранатовая порода с примесью железного блеска. Магнетит и железный блеск крупных скоплений не дают. Среди ям наблюдаются куски шлака, указывающие на старинную плавку руды. Паффенгольц считает, что рудная толща, по всей вероятности, залегала в виде тонкой линзы среди порфиритов; руда по ассоциации минералов и отношению к обнажающимся в 1 *км* ниже (по вертикали около 200 *м*) гранодиоритам—явно контактово-метаморфического происхождения и произошла, вероятно, за счет замещения известковистого туфогенного прослоя в порфиритах. На этом участке других железорудных скоплений не обнаружено, а вследствие тяжелых условий рельефа местности одно такое проявление вряд ли может иметь практическую ценность.

7. Марганцево-железистые месторождения Ноемберянского и Иджеванского районов:

а) Калачинское месторождение находится в Ноемберянском районе, в 8 *км* к СВ от с. Калача, по левому склону балки, берущей начало с северных склонов отрога г. Каймахли (41°15′ с. ш. и 45°0′ в. д.). По Паффенгольцу (19), проявление выражено пластом кремнистой марганцево-железистой породы мощностью до 1 *м*, залегающей над зелеными глауконитовыми толстослоистыми песчаниками верхнего (?) турона. Рудный слой по простиранию прослеживается на 30—40 *м*.

б) Котигехское и Даш-салаглинское проявления находятся близ сс. Котигех (Ноемберянский район) и Даш-салагли (Аз. ССР) (41°9′ с. ш. и 45°13′ в. д.). Эти проявления также описаны Паффенгольцем (19). В основании верхне-туронских мергелей, лежащих трансгрессивно на нижне-туронских порфиритах и туфобрекчиях, наблюдаются неправильные линзы убогой марганцево-железистой руды метасоматического происхождения. Здесь встречены штольнеобразные выработки, обнаружившие двухметровую убогую рудную зону с простиранием до 16—20 *м*.

Для Калачинского, Котигехского и Даш-салаглинского проявлений Паффенгольц дает отрицательную оценку, считая, что дальнейшей разведки они не заслуживают. При выявлении же новых выходов аналогичной руды, приуроченных к той же меловой известняково-мергельной толще, их возможно было бы использовать попутно с рудами Чатахского месторождения в Грузии.

Прочие проявления железного оруденения в центральной и северной Армении

1. Проявления в районах, примыкающих к Чибухлинскому медному месторождению. В небольшом отчете о Чибухлин-

ском медном месторождении (Степанаванский район) Далакян (11) приводит некоторые данные и о его железорудных проявлениях. Так, по левобережному склону долины р. Чибухлинки в одном из логов обнажаются окварцованные, каолинизированные, лимонитизированные порфириты со значительной вкрапленностью пирита, с прожилками кварца и гематита. В этом же логу обнаружен участок марганцовистого черного железняка.

Далее Далакян отмечает проявление железного оруденения на северном склоне Бзовдальского хребта: вблизи Лорибердской кочевки наблюдается выделение гематита, приуроченное к метаморфическим породам, и на юго-зап. склоне холма Габр-Сайлак—примазки железной слюдки.

Все перечисленные проявления, по мнению Далакяна, заслуживают детальных поисково-разведочных работ.

2. Агарцинское железорудное месторождение находится в Дилижанском районе, в местности Агарцин, примерно в 6 *км* к СВ от Дилижана. Месторождение подробно описано в 1911 г. Смирновым (21). Согласно его данным, в 1 *км* от устья р. Агарцин, по левому склону долины отмечены три пласта железной руды; мощность верхнего пласта от 0,90 *м* до 1,2 *м*, среднего и нижнего—около 0,65 *м*, причем расстояние между ними около 0,65 *м*; длина по падению 130 *м*, видимая длина по простиранию 20 *м*. Руда пластов содержит магнитный и бурый железняки; содержание железа равно 43—47%. Произведенный анализ одного образца показал: содержание серы 0,26% и фосфора 0,21%.

На том же склоне, на расстоянии 1 *км* от описанного участка, среди песчаников и туфов обнаружены в пяти пунктах наклонные выработки, по стенкам которых обнажаются железистые песчаники и туфы с незначительным содержанием железной руды. Очевидно, имеющиеся здесь рудные залежи разрабатывались.

Об Агарцинском месторождении упоминает и Котляр (14), как о незаслуживающем какого-либо дополнительного исследования, в силу слабой интенсивности оруденения и малых размеров его.

3. Демирчидагское месторождение магнитного железняка находится в Красносельском районе, в 3—3,5 *км* к Ю от с. Ст. Башгюх (40°40' с. ш. и 45°16' в. д.). Месторождение, по Паффенгольцу, приурочено к лежачему боку верхнеюрских известняков, протягивающихся в широтном направлении между селениями Ст. Башгюх и Ново-Ивановка. Здесь в 3—4 *км* к ССЗ от с. Ново-Ивановка в контакте габбро с верхнеюрскими известняками констатированы проявления магнитного железняка, слагающего, судя по древним выработкам (ямам), небольшие разрозненные гнезда. В старых отвалах и по склонам ущелий встречаются отдельные куски руды размером до 20 *см* и более. Общие геологические данные не позволяют предполагать здесь наличие крупных запасов, но все же желательно это месторождение подвергнуть предварительной разведке. В первую

очередь необходима магнитометрическая съемка вдоль всего контакта (до 1 *км*) интрузии габбро с известняками.

4. Гелькендское проявление железного блеска находится в Красносельском районе, в 1,5 *км* к С от с. Гелькенд, на правом склоне оврага, промытого р. Мурхуз (40°41′30″ с. ш. и 45°11′ в. д.). Судя по описанию Гухман (10), по обоим склонам оврага обнажаются хлоритизированные роговообманковые среднеюрские порфириты с значительным содержанием магнетита. Помимо магнетита здесь встречен прожилок железного блеска мощностью 10—15 *см* приуроченный к небольшой трещине.

5. Ачеркути-глухское проявление железного блеска находится в Алавердском районе, близ. с Лорут; кратко описано в докладной записке Вартапетяна (6), впервые его установившего. Оно расположено на расстоянии 4—5 *км* к С от с. Лорут, в местности Осеп-Аги-Нав, на участке г. „Ачеркути-глух". Приурочено к среднеэоценовой толще порфиритов, их туфов и туфобрекчий. Анализ одного образца руды, по внешнему облику напоминающего железный блеск, показал содержание Fe_2O_3 свыше 70%; уд. в. 4,3. Вартапетян считает, что установленное проявление заслуживает дальнейших поисково-разведочных работ, т. к. наличие в наносах глыб железной руды дает основание сделать вывод о возможном нахождении здесь коренного тела богатой железной руды.

6. Сисимаданское и Антоньевское месторождения находятся в Кироваканском районе, недалеко от с. Сисимадан. Более подробно описаны в статье о медных месторождениях Армении. Оруденение приурочено к скарнам, развитым в области контакта известняков с гранодиоритами, и выражено неправильными гнездами и жилообразными сульфидно-гематитовыми зонами, а также гематитовыми штоковыми залежами среди скарнов (16). Основными рудными минералами являются: гематит, пирит, халькопирит и отчасти магнетит. Сисимаданское месторождение разрабатывалось в древности и на медь и на железо, причем отработаны, в основном, верхние горизонты. В настоящее время месторождение не разрабатывается. Промышленное значение месторождения выявлено недостаточно.

7. Судагянское месторождение магнитного железняка находится в Ахтинском районе на восточном склоне г. Судагян, между сс. Н. Ахта и Атарбекян (бывш. Карвансара); представлено магнетитово-гранатовой породой. По данным Багдасаряна (3), месторождение в прошлом разрабатывалось, о чем свидетельствуют имеющиеся здесь следы выработок и шлаков.

8. Капутанское проявление магнитного железняка находится в Котайкском районе, на зап. склоне г. Гадис, в районе с. Капутан (бывш. Гек-килиса). По устному сообщению Паффенгольца, производившего здесь геологическое картирование, при проходке „кягризов„ в делювии были встречены отдельные куски магнитного железняка. В коренном же залегании последний обнаружен не был. Место-

рождение представляет интерес в связи с установлением в прилегающих участках неизученной магнитной аномалии.

9. Молла-Кишлагское медно-магнетитовое месторождение находится в Кироваканском районе, на сев. склоне Памбакского хребта, в районе р. Вост. Карачобан; по данным Котляра (13), приурочено к полосе гранатовых скарнов меридионального направления в контакте гранодиоритов и сенонских известняков. Длина полосы 130 *м*, ширина от 2 до 5 *м*. В полосе этих скарнов наблюдаются значительные по величине, но изолированные между собой скопления магнетита и гематита с подчиненной вкрапленностью пирита и халькопирита.

Подобное же оруденение скарнов, но с меньшим содержанием магнетитовых скоплений, отмечено Котляром (13) для верховьев р.Вост. Карачобан, в так наз. Дебаклинском месторождении.

В большой группе гидротермальных месторождений Геджалинского интрузивного массива (Кироваканский район) Котляр (13, 14, 15) выделяет целый ряд медно-магнетитовых жилообразных месторождений, не имеющих промышленной ценности ввиду непостоянства и малых размеров оруденения. Из минералов железа присутствуют магнетит и гематит, из других рудных минералов—пирит, халькопирит и сфалерит. К данной группе относятся месторождения *Якшатова* балка (самое крупное месторождение), у Ягублинской кочевки, *Блдарган-юрт*, *Вартан-юрт*, *Хачаги-дзорское*, *Геджалинское*.

По оценке Котляра все эти проявления железного оруденения промышленного значения не имеют.

Проявления железного оруденения в южной Армении

1. Калакарское (Каладашское) месторождение магнетита. Из всех железорудных месторождений и проявлений южной Армении наиболее значительным является месторождение магнитного железняка в верховьях р. Калакар (Каладаш), в Мегринском районе. Район г. Калакар (Каладаш) находится прибл. в 18 *км* от ж.-д. ст. Алдара, сообщаясь с ней вьючной тропой (39°0′ с. ш. и 46°17′ в. д.). Месторождение впервые было описано в 1932 г. геологом Соколовым (8). В 1940 г. Араповым произведено в районе г. Калакар петрографическое исследование сиенито-диоритов и связанных с ними основных и ультраосновных пород, к которым приурочены скопления магнетита (2). По Соколову и Арапову, геологическое строение месторождения представляется в следующем виде: в основных габбровых, оливино-плагиоклазово-пироксеновых и оливино-пироксеновых пикритовых породах, магнетитовых оливинитах, образующих большие шлиры в сиенито-диоритах и диоритах наблюдаются скопления и жилки магнетита, мощность которых колеблется от 1—2 до 20—30 *см*. Размеры шлиров и выделений основных пород, с которыми связано оруденение, колеблются от нескольких сантиметров поперечного сечения до интрузивных тел размером до 0,5—1 *км* попе-

речного сечения (2). Полоса основных пород с магнетитовым оруденением, с изменчивой шириной от 160 до 400 *м* и до 1 *км* длиной пересекает оба верховья р. Калакар. Отдельные выходы аналогичных основных пород с магнетитом обнаруживаются на склоне водораздельного хребта между рр. Калакар и Малев к ЮВ от с. Апкес.

Возможное продолжение этих пород среди сиенитов можно предположить и к ЮВ от г. Калакар. Наиболее обогащены магнетитом основные породы в правом верховье ручья Калакар. Здесь на протяжении всего выхода по ручью (примерно 250—300 *м*) порода содержит густую сеть магнетитовых жилок. В левом верховье ручья оруденелая полоса уменьшается до 150 *м*; содержание магнетита здесь незначительное.

Изучение отдельных участков основных и ультраосновных пород показало, что магнетит в них составляет до 30—50% породы (2); магнетитовые же руды представляют собой породу, состоящую уже на 80—95% из магнетита, среди массы которого попадаются зерна, апатита, пироксенов и других минералов. Для уточнения минералогической характеристики магнетита Араповым был произведен полный химический анализ одного чистого образца минерала, результаты которого таковы:

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Cr_2O_3	FeO	Mgo	Σ
1,00	8,05	60,64	0,05	27,97	2,65	100,36

Судя по результатам пересчета анализа, магнетит г. Калакар следует относить к магнезио-ферриту (2).

По всей вероятности, описанный участок в старину разрабатывался, о чем свидетельствуют шлаки, обнаруженные на левом склоне ущелья р. Калакар, у перевала в с. Малев.

Генетически месторождение относится к типу магматических месторождений. Соколов предлагает провести более детальное обследование месторождения ввиду возможности выявления богатых участков в продолжении рудной зоны в юго-зап. направлении.

2. Шишкертское рудопроявление (39°4′ с. ш. и 46°20′ в. д.). Наличие здесь старых разработок железа отмечено в 1911 году Конюшевским (12), позже, в 1917 г., Меллером и Денисовым (18) и, наконец, в 1932 г. Грушевым и Соколовым (8). В районе с. Шишкерт и Гоман-Куча (местными жителями окружающая местность называется Дашкесан) обнаруживается множество старых ям и шлаков. Конюшевский предполагает, что производство железа базировалось на магнетите, глыбы которого, в виде валунов до 32 *кг* весом, встречаются в русле р. Шишкерт. Им же в верховьях р. Шишкерт было обнаружено одно коренное месторождение магнитного железняка, залегающего в виде небольших включений в метаморфических породах.

Далее имеются отдельные указания о нахождении железных руд на площади бывш. Шикахохской дачи (Кафанский район), в р-не сс. Кущулу, Тунус и около с. *Гюлаберд* (12).

Как и для северной и центральной Армении, на территории южной Армении есть небольшие месторождения железа, связанные в той или иной степени с рудами других металлов, в частности меди и молибдена.

Приводим описание двух таких характерных месторождений.

3. Саак-юртское железо-молибденовое месторождение находится в Мегринском районе, на восточном склоне г. Сари-даг (одна из вершин Дебаклинского перевала). Здесь, в грубозернистых роговообманковых биотитовых гранитах наблюдается обильная сеть аплитовых и пегматитовых жил, в которых наряду с крупнокристаллическим железным блеском встречаются выделения молибденита. Наиболее интересен раздув пегматитовой жилы, обнаруживаемой на тропинке, ведущей из с. Личк к вершине Саак-юрт. Мощность раздува—1,5 *м*, протяженность выхода—20 *м*; жила выклинивается в обе стороны. Магнетит расположен в зальбандах сплошными зонами (до 20 *см* каждая), а в центральной части жилы—в виде обильных выделений железного блеска в кварце. Вместе с железным блеском присутствуют чешуйки молибденита (22).

Вблизи описанного раздува отмечается еще ряд аналогичных оруденелых жил.

4. Мисмаданское медно-магнетитовое контактовое месторождение находится в Кафанском районе, в верховьях р. Гехи, левого притока р. Охчи (39°14′ с. ш. и 46°6′ в. д.). Впервые описано Флоренским (22), по данным которого геологическое строение месторождения рисуется в следующем виде: в контакте между гранодиоритовым интрузивом и свитой известняков протягивается ряд мелких контактовых метаморфических месторождений, заключенных в толщу эпидотовых скарнов. Самое значительное из них—месторождение Мисмадан, находящееся на левом склоне ущелья р. Гехи в 1 *км* выше с. Кефашен. Месторождение в прошлом, повидимому, подвергалось эксплоатации, о чем свидетельствуют наклонные штольни, расположенные в двадцатиметровой скарновой толще. В руде преобладает магнетит, и она содержит мало пирита и халькопирита.

Флоренский дает отрицательную оценку месторождению, считая, что рудные проявления Мисмадана не могут иметь практического значения ни по качеству и количеству, ни по условиям транспорта.

В настоящее же время эта скарновая полоса представляет большой интерес, в связи с обнаружением в ней ценного вольфрамового минерала—шеелита (см. „Редкие минералы“).

Мелкие месторождения и проявления железных руд

Помимо указанных месторождений и проявлений железа в Армении, согласно архивным данным и кадастра полезных ископаемых, зарегистрированы следующие проявления железного оруденения.

Алавердский район

1. Близ с. Ахпат (правый берег р. Дебед, по дороге в с. Сари-хач).
2. В бывш. Ахтальском имении (левый берег р. Дебед).
3. В Шнохской лесной даче (с. Шнох, по правую сторону р. Дебед).
4. Около восточной границы бывш. Ахтальского имения, близ г. Птак-бурун.
5. В местности Агри-юрт, в уроч. Халат.
6. В районе с. Мгарт.
7. Старый рудник Магазимат, в 6 *км* к ЮВ от с. Лорут.
8. Сары-булах, в 2—3 *км* ниже фермы с. Лорут.

Ахтинский район

9. В районе с. Рндамал (местн. Чикнавори-сар).
10. В верховьях р. Соух-булах (правый приток Занги).

Дилижанский район

11. В 2 *км* от Дилижана, в балке Коштаган.

Иджеванский район

12. В местн. Ревазли-юрт (басс. р. Акстафы).
13. В местн. Цокери-кенд и Вардигех, в районе с. Джогаз (р. Джогаз, левый приток р. Акстафы).
14. В местн. Клор-Кар-Дайнал и Качал-Кркуни (у с. Узунтала).
15. В местн. Соутах (около с. Ревазлу) Шенкари-шлор-бердицар, Сурен-тегери, Налтекян-джур, ущелье Будур, Агви-тала, Данели-юрт.
16. В окрестностях р. Ц. Иджеван и с. Навур.

Ноемберянский район

17. В уроч. Трмут, на г. Трмут, в 2 *км* к СВ от с. Личкадзор.
18. Вартигехское, в 2 *км* к СЗ от с. Кохб.
19. Мец-ракума, в 2 *км* к С от м-ия Цакери-дош.
20. Байрам-тала, в 2 *км* к СВ от Бовериташ.

Степанаванский район

21. В местн. Абнаклол-сар.

Шамшадинский район

22. В местн. Гол-Неги.
23. В ущелье Хаваргуни-дзор, в районе с. Мосесгех в районе Татли.
24. К З от с. Айгедзор (Кулали), в местн. Эри-шори-дзор.
25. Около местн. Клич-Кенд.
26. В местн. Саджагатан, в 11 *км* к Ю от с. Навур.

III. Основные выводы

Из приведенных сведений видно, что, несмотря на довольно значительное количество зарегистрированных проявлений железного оруденения в Армении, до настоящего времени не установлены крупные промышленные месторождения железа. Однако, в связи со строительством в Закавказье металлургического завода, базирующегося в основном на рудах Дашкесанского месторождения, необходимо подвергнуть ревизии ряд других перспективных проявлений железного оруденения, которые могут явиться подспорной базой для завода. В этом отношении из месторождений Армении наибольший интерес представляет Привольненская группа, где на широкой площади зарегистрированы довольно многочисленные рудопроявления туфогенных пород, и группа месторождений Ноемберянского и Алавердского районов—Карцахское, Цакери-дошское, Бовериташское, Мисханское, Беюк-гекдагское, расположенных, главным образом, в контактовом ореоле Кохбского интрузива. Кроме того, заслуживает серьезного внимания Капутанское проявление магнитного железняка в связи с установлением в этом районе магнитной аномалии на довольно значительной площади.

Необходимо отметить, что железо-рудные проявления Армении специально никем не изучались и поэтому первоочередным мероприятием является проведение геологического изучения наиболее интересных месторождений, сопровождаемого обязательной магнитометрической съемкой. Некоторые более мелкие проявления железного оруденения могут явиться сырьевой базой для развития других областей потребления, использующих минералы железа—лакокрасочная промышленность, производство легковоспламеняющихся смесей и. т. д.

Таким образом, железорудные месторождения Армении, несмотря на отсутствие здесь крупных месторождений общесоюзного значения, могут все же представить промышленный интерес и заслуживают дальнейшего более детального изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрамян А. Ф.* Сведения о месторождениях железа в Арм. ССР. Составлены на основании архивных и др. материалов. Рукопись. Фонд Арм. ГУ.

2. *Арапов Ю. А.* К петрографии сиенито-диоритов в районе Каладаш (Армения). Рукопись. 1941 г. Фонд Инст. Геол. Наук Арм. ССР.

3. *Багдасарян Г. П.* Отчет о работе Агверанской геологической экспедиции в период полевых исследований 1939 и 1940 гг. Рукопись. Фонд Инст. Геол. наук АН Арм. ССР.

4. *Барканов И. В.* Предварительный отчет о работах Алавердской геологоразведочной партии Зак. Г.-Р. Треста. 1934 г. Рукопись. Фонд Арм. ГУ.

5. *Барканов И. В.* Очерк геологии и рудных месторождений северной части Степанаванского района и соседних частей Алавердского района ССР Армении и Башкичетского района ССР Грузии. Рукопись. 1934—1935 г. Фонд Арм. ГУ.

6. Вартапетян Б. С. Докладная записка о вновь открытом месторождении железа Ачеркути-глух. 1940 г. Докладная записка. Фонд Арм. Г. У.

7. Галадж К. С. Геолого-разведочные работы в ССР Армении. Рукопись, 1930 г. Фонд Арм. Г. У.

8. Грушевой В. Г. Соколов В. А. Кржечковский А. В. Геологический очерк и медные месторождения Мегринского и Кафанского районов ССР Армении. Рукопись. 1932 г. Фонд Арм. Г. У.

9. Грушевой В. Г. Интрузия кварцевого диорита у селений Кульп и Шиних Алавердского района Арм. ССР. ЦНИГРИ. Рукопись. 1938 г. Фонд Арм. Г. У.

10. Гухман Н. Е. Отчет о работах Красносельской геолого-поисковой партии Армгеобазы ЗГРТ за 1932 год. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

11. Далакян Г. А. О Чубухлинском медном месторождении. Рукопись. 1937 г. Фонд Арм. Г. У.

12. Конюшевский Л. Отчет о геологических исследованиях месторождений медных руд в Зангезурском уезде, Елисаветпольской губернии. Материалы для геологии Кавказа. Кн. X. Изд. Кавк. Горн. Упр-ния. 1911 г.

13. Котляр В. Н. Памбак (геология, интрузивы и металлогения Памбакского хребта и смежных районов Армении. Рукопись. 1939 г. Фонд Арм. Г. У.

14. Котляр В. Н. Материалы к изучению рудных месторождений северной части ССР Армении. Труды Всесоюзн. геол.-развед. отделения НКТПС ССР. 1934 г.

15. Котляр В. Н. Предварительный отчет о полевых работах, проведенных в 1938 г. по исследованиям Памбакского комплекса интрузивов в сев. части Арм. ССР. Рукопись. 1938 г. Фонд Арм. Г. У.

16. Магакьян И. Г. Алавердский рудоносный район. Рукопись. 1943 г. Фонд Инст. Геол. наук Арм. ССР.

17. Магакьян И. Г. Отчет о шлиховой съемке и поисковых работах на редкие металлы в северных районах Армянской ССР. 1944 г. Рукопись. Фонд Инст. геол. наук. АН Арм. ССР.

18 Меллер В. и *Денисов Д. М.* (с изменениями и дополнениями горн. инж. Конюшевского Л., Круга Е. и геолога Богачева В.). Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказского края. Тифлис. 1917 г.

19. Паффенгольц К. Н. Армутли-Кульп. (Геол. очерк междуречья средн. и нижн. течений р. р. Акстафа-чай и Дебеда-чай (ССР Армения). Труды Всесоюзного геолого-разведочного объединения НКТП СССР. 1934 г.

20. Пилоян Г. А. Предварительный отчет по работам Степанаванской геол. поиск. партии. Рукопись. 1932 г. Фонд Арм. Г. У.

21. Смирнов Г. М. Геологическое описание части Казахского уезда Елисаветпольской губернии. Материалы для геологии Кавказа. Кн. X. Изд. Кавказского Горн. Упр-ния. 1911 г.

22. Флоренский А. Отчет о работе Зангезурской геол. экспедиции в период полевых исследований 1939 и 1940 г.г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

Н. А. Акопян

Золото

I. Общие сведения

Общая характеристика золота и его свойства. Золото известно человеку с древних времен. Благодаря редкости нахождения, стойкости в отношении действия кислот, ковкости, красоте цвета золото издавна служит мерилом стоимости при торговых расчетах и используется для изготовления различных украшений.

Физические свойства. По внешнему виду золото представляет собой желтый металл, выделяющийся в кристаллах кубической сингонии. Самородное золото чаще всего встречается не в виде кристаллов, а в форме пластинок, чешуек, дендритов и других ветвистых агрегатов. Твердость золота по шкале Мооса 2,5—3. Уд. в. 19,26. Мягкий, тягучий и прочный металл. Прочность на разрыв 27 *кг/мм.* Т. пл. 1064°. Т. кип. 2530°. Электропроводность высокая—76.7 *ом.*

Химические свойства. Важным из химических свойств золота является его малая способность к образованию химических соединений; вследствие этого золото считается одним из стойких металлов; в природе чаще всего оно встречается в самородном виде. Из химических соединений золота наиболее известны его галоидные и цианистые соединения. В природе чаще всего встречаются теллуристые соединения золота. Природное золото никогда не бывает химически чистым и содержит примеси серебра, висмута, меди, родия, палладия и др. элементов. Наиболее характерна изоморфная смесь золота и серебра, в связи с чем золото, содержащее свыше 25% серебра, выделено под названием минерала *электрум.* Из других химических свойств важным для техники является способность золота растворяться в ртути с образованием амальгамы.

Область применения и требования к сырью. Как уже отмечено, золото применяется, в основном, как мерило стоимости при международных торговых операциях; при этом оно используется как в виде монет, так и в виде слитков. Кроме того, золото используется для изготовления различных украшений и предметов роскоши, некоторых специальных физических и химических приборов, при золочении, в зубоврачебном деле, в медицине, в фотографии, в производстве химических реактивов. Минимальное промышленное содержание золота в рудах зависит от многих факторов. Обычно считается рентабельным разрабатывать коренные месторождения с содер-

жанием золота в несколько *г/т* породы, но известны месторождения, которые разрабатывались при содержании всего 1 *г/т*. В россыпях обычно рентабельны месторождения уже с содержанием 0,1, а иногда даже 0,01 *г/т*.

Руды золота, в зависимости от содержания в них других минералов и характера распределения в них золота, обогащаются различными способами. Чаще всего используют или обычное мокрое обогащение с амальгамацией, цианирование, или же довольно широко применяемую в последнее время флотацию.

В тех случаях, когда золото в рудах является спутником других, главным образом, цветных металлов, оно при плавке руды уходит в основной металл и извлекается из него позже, при рафинировании.

Алавердский медеплавильный завод принимал золото в медной руде по 6 руб. за 1 *г* и отпускал золото в черновой меди по 20 руб. 04 коп. за 1 *г*.

Условия образования и типы месторождений. Золото сравнительно редкий элемент, и его содержание в земной коре не выше 0,000005 %. Однако, несмотря на такое низкое содержание, общее количество золота, содержащееся в земной коре, превышает 100 млрд. *т*. а в морской воде его насчитывается более 10 млрд. *т*. Из известных на сегодня более 20 минералов золота промышленное значение имеют *самородное золото* и *электрум* (AuAg); среди остальных золотых минералов наиболее известны *силиванит* $(AuAg)Te_2$, калаверит $(AuTe_2)$ и другие теллуриды. Золото встречается в рудах, горных породах и россыпях в зернах самого различного размера, от микроскопических (сотых долей миллиметра) до видимых простым глазом. Нередко оно образует и самородки, наиболее крупный из которых весил 64 *кг*.

Коренные месторождения золота генетически связаны преимущественно с интрузиями гранитоидов. Среди них преобладают *гидротермальные* месторождения, представленные кварцевыми и кварцево-сульфидными жилами, в то время как *контактово-метасоматические* месторождения играют подчиненную роль. Гидротермальные жильные месторождения золота образуются на различных глубинах и температурных условиях, начиная от гипотермальных и кончая эпитермальными. Часть из этих месторождений, чисто золотые или в которых среди других металлов в ценностном отношении преобладает золото, разрабатывается самостоятельно. В тех месторождениях-сульфидных жилах, в которых золото проявляется среди других металлов, как второстепенная примесь, оно извлекается попутно при добыче и переработке руд на тот или иной основной металл. Во многих коренных месторождениях характерно значительное обогащение руд золотом в зонах окисления и сульфидного обогащения.

Россыпные месторождения золота, также имеющие крупное

промышленное значение, по условиям образования разделяются на следующие типы: *элювиальные*, расположенные на месте разрушения коренных месторождений; *аллювиальные*, представляющие собой речные отложения, расположенные по долинам древних и современных рек; *морские*, образовавшиеся в результате размыва берегов морей; *террасовые*, представляющие собой древние погребенные россыпи аллювиального или другого происхождения, и т. д. Как особенно интересный тип среди россыпных месторождений должны быть выделены *золотоносные конгломераты*, представляющие собой погребенные россыпи с переотложенным в них золотом. К этому типу относятся крупнейшие в мире месторождения Южной Африки.

Главнейшие месторождения и размеры добычи заграницей и в СССР. Главнейшие месторождения золота заграницей находятся в Южн. Африке, Канаде и США. Эти три страны дают свыше 70% общей добычи в капиталистических странах. Менее крупные месторождения находятся в ряде других капиталистических стран—в Австралии, Южн. Родезии, Мексике, Японии, Филиппинах, Конго и др.

В СССР месторождения золота известны в ряде областей и республик. Наиболее крупные месторождения находятся на Урале, в Зап. и Вост. Сибири; к числу их относятся известные месторождения Колымы, Амура, Вилюя, Забайкалья, Алтая, Ленского и Енисейского районов. Довольно много золота дает также Казахская ССР.

На Кавказе и в Закавказье золото было установлено еще в глубокой древности. Вне Армении наиболее известны месторождения по р. р. Лабе, Куре, Ингури, Цнорис-цхали и Риону.

Золото добывается человечеством с древнейших времен, но в широких размерах оно стало добываться лишь в XIX веке, когда в технике горной промышленности произошли крупные изменения. Вся мировая добыча золота со времени открытия Америки (1493) по 1929 г. исчисляется в 625,4 млн. *кг*. Данные о добыче золота по главнейшим капиталистическим странам приведены в табл. 15

Таблица 15

Страны	1912 (в *т*)	1929 (в *т*)	1936 (в *т*)
Ю. Африк. Союз	283	323	352
Канада	19	60	116
США	140	64	116
Австралия	32	13	36
Родезия	21	17	25
Мексика	37	20	24
Прочие	179	78	190
Всего	711	575	859

Царская Россия перед империалистической войной занимала 4-ое место по добыче золота после Южн. Африки, США и Австралии.

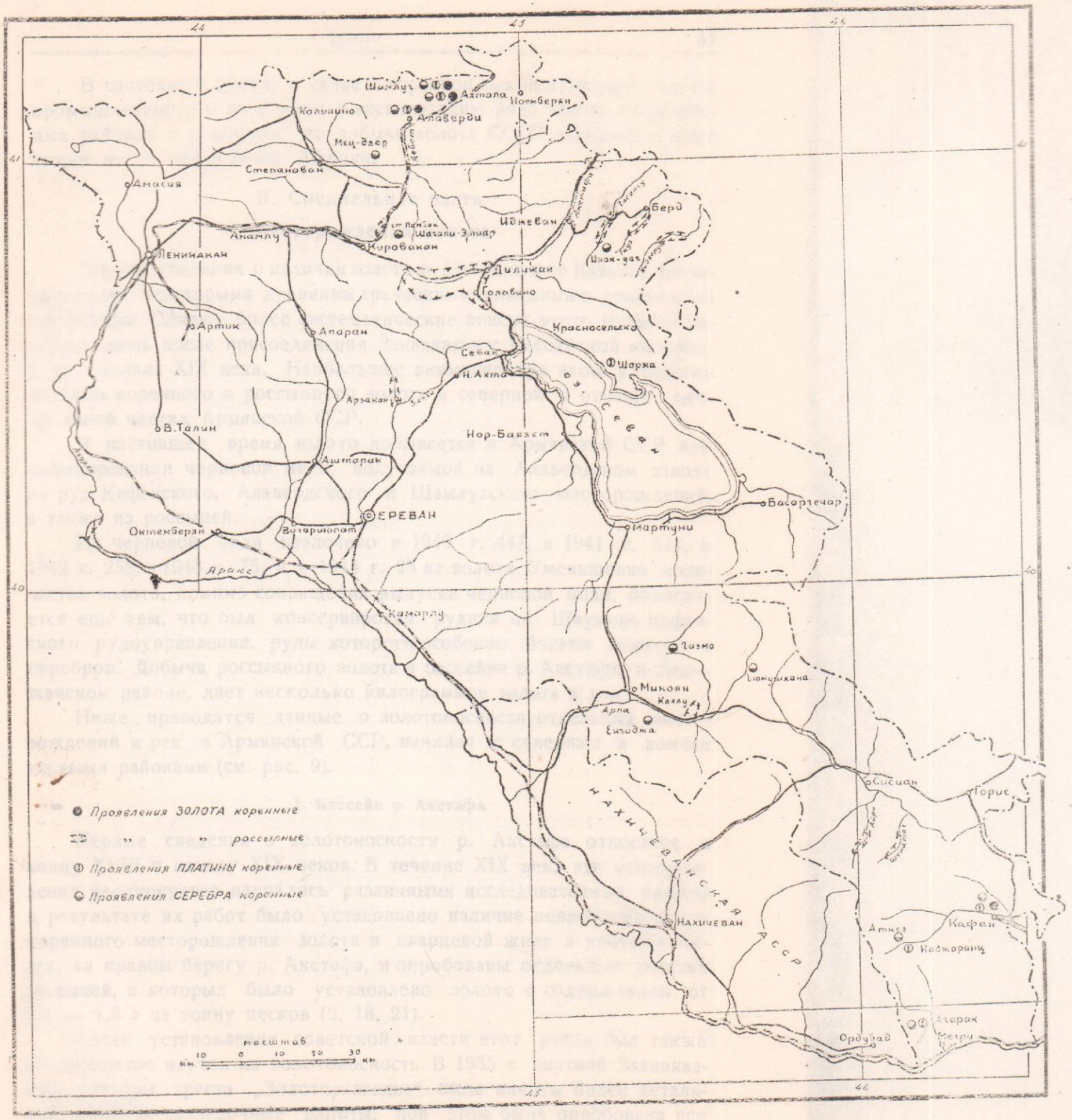


Рис. 9. Карта месторождений благородных металлов.

В настоящее время, в связи с коренной реконструкцией золотопромышленности и введением в эксплоатацию ряда новых золотоносных районов и рудников, по добыче золота СССР занимает в мире второе место после Южн. Африки.

II. Специальная часть

Месторождения золота

Первые сведения о наличии золота в Армении и на Кавказе приводятся уже некоторыми древними греческими, римскими и армянскими писателями. Однако, более систематические поиски этого металла начались лишь после присоединения Закавказья к Российской империи, т. е. с начала XIX века. Наибольшее внимание при этом уделялось поискам коренного и россыпного золота в северной и отчасти центральной частях Армянской ССР.

В настоящее время золото добывается в Армянской ССР при рафинировании черновой меди, получаемой на Алавердском заводе из руд Кафанского, Алавердского и Шамлугского месторождений, а также из россыпей.

Из черновой меди извлечено в 1940 г. 447, в 1941 г. 541, в 1942 г. 258, в 1943 г. 75, и в 1944 г. 28 *кг* золота. Уменьшение количества золота, помимо сокращения выпуска черновой меди, объясняется еще тем, что был консервирован рудник им. Шаумяна Кафанского рудоуправления, руды которого особенно богаты золотом и серебром. Добыча россыпного золота в бассейне р. Акстафа, в Дилижанском районе, дает несколько килограммов золота в год.

Ниже приводятся данные о золотоносности отдельных месторождений и рек в Армянской ССР, начиная с северных и кончая южными районами (см. рис. 9).

1. Бассейн р. Акстафа

Первые сведения о золотоносности р. Акстафа относятся к концу XVIII и началу XIX веков. В течение XIX века эти месторождения неоднократно изучались различными исследователями, причем в результате их работ было установлено наличие непромышленного коренного месторождения золота в кварцевой жиле в урочище Казах, на правом берегу р. Акстафа, и опробованы отдельные участки россыпей, в которых было установлено золото с содержанием от 0,1 до 1,3 *г* на тонну песков (2, 18, 21).

После установления советской власти этот район был также неоднократно изучен на золотоносность. В 1935 г. партией Закавказской конторы треста „Золоторазведка“ были начаты более детальные поисково-разведочные работы, при этом была опробована вся р. Акстафа, от верховьев ее до г. Казаха, общим протяжением в 100 *км*. В результате этих работ установлен в районе Дилижана наиболее интересный в отношении золотоносности участок протя-

жением в 4 *км*. Здесь выделяется россыпь со средним содержанием золота в 48 *мг* на кубометр песка (около 0,025 *г/т*). Длина россыпи 2500 *м*, ширина 25 *м* и глубина 3,00 *м*. Кубаж песка 138,000 $м^3$. На этом участке, вблизи районной электростанции выделяется его полоса богатых золотом песков с содержанием золота в 146 *мг* на кубометр песка (около 0,075 *г/т*). Длина этой полосы достигает 160 *м*, ширина 10 *м*, глубина 2,70 *м*. Кубаж песка 4,300 $м^3$, запас золота 0,625 *кг*. Общий запас золота в россыпях Дилижанского района составляет 6.640 *кг*.

Россыпное золото р. Акстафа обладает крупными размерами, пластинчато и потерто. В нем выделяются две разновидности; первая приурочена к верховьям р. Акстафы и характеризуется ярко желтым цветом, мелкими размерами, изъеденностью и отсутствием окатанности. Генетически эту разновидность связывают с пиритизацией и рассеянным сульфидным оруденением, наблюдаемыми в распространенных здесь кварцевых порфирах. Золото второй разновидности хорошо окатано, темного цвета, обладает массивной структурой и дает крупные самородки (до 146 *г*). Распространено оно по р. Головинке и частично у Дилижана по р. Акстафе. Эта разновидность золота, по всей вероятности, связана с кварцевыми жилами, о наличии которых пока нет достоверных данных, но присутствие которых весьма вероятно.

По мнению Пятницкой (27), проводившей все вышеописанные разведочные работы, первоисточником золота являются рудные эманации, связанные с сиенито-диоритовыми интрузиями третичного возраста, приуроченными к верховьям р. Акстафа. Вообще же, по ее мнению, золотоносность всего района бассейна р. Акстафа тесно связана с наличием серно-колчеданных, медных и полиметаллических месторождений.

В августе 1939 года работы по разведке и опытной добыче россыпного золота на Дилижанском участке были снова возобновлены и продолжаются до настоящего времени комбинатом „Грузолото". За последние годы было добыто:

Годы	Добыто золота (в *кг*)	Средн. содерж. золота в песках (в *мг/м*³)
1939, за 5 мес.	0,90	90
1940	3,20	100
1941	2,30	91
1942	1,50	88
1943	1,94	85
1944	5,16	105

Работы вначале велись исключительно по р. Головинке и ее притокам—Русская балка и Свинухов ключ. Разведочные работы

изредка обнаруживали самородки и частицы крупного золота. Встреченные самородки, в количестве 11, весят от 18 до 148 *г*. При работах по р. Головинке и особенно Русской балке были встречены древние выработки, в которых обнаружено наибольшее количество самородков, а также изделия из золота, чаще в виде крестов. Последнее обстоятельство указывает на то, что этот участок разрабатывался еще в древние времена.

В 1941 г. отработка р. Головинки закончилась, и работы переключились на р. Акстафа, в район вверх по течению от Дилижана. Р. Акстафа для промышленной разработки является более благоприятной, т. к. золотоносные пласты простираются на большие площади и лежат на небольших глубинах. Отработка месторождений старательским способом возможна.

Запасы золота по предварительным данным на 1/I 1945 г. достигает по категориям C_1+C_2 около 65 *кг* при содержании от 100 до 400 *мг* на куб. м. пласта.

Дальнейшие работы по месторождению должны быть направлены на поиски обогащенных участков выше г. Дилижана и на поиски коренного золота. Кроме того, должна быть проведена ревизия старых отработок по р. Головинке и ее притоку—Русской балке, т. к. при контрольных промывках оказалось, что старые отвалы содержат золота до 100—150 *мг/м*^{3} песка.

Котляр указывает на незначительные проявления россыпного золота также у с. Гамзачиман, связывая их с порфировидными гранитами (15).

Одновременно объектами изучения на золотоносность должны быть бассейн р. Мисхана (южный склон Памбакского хребта), а также бассейн р. Зод (Басаргечарский район).

2. Медные и медно-свинцово-цинковые месторождения Алавердского района

Из коренных месторождений Северной Армении с точки зрения золотоносности наибольший интерес представляют медные и медно-свинцово-цинковые месторождения Алавердского района. Однако, о содержании золота в рудах некоторых из этих месторождений имеются лишь отрывочные сведения, а для других вообще никаких данных нет.

Ниже приводим сведения о золотоносности ряда крупных месторождений, подробное описание которых дается в соответствующих главах.

Ахтальское медно-свинцово-цинковое месторождение. Еще саксонский путешественник Рейнегс писал, после посещения в 1774 г. Кавказа, о богатстве Ахтальских месторождений, доставляющих золото и серебро. По его сведениям, за один год (1764) Ахтальский завод дал 1450 *кг* чистого серебра. С каждого литра (или 3,4 *кг*) серебра отделялось до 68,2 *г* золота. По сведениям археологиче-

ской комиссии из 1 *т* ахтальского серебра было добыто 31,7 *кг* золота.

По сведениям Воскобойникова (архив Алавердского медеплавильного завода), в 1785 г. в Ахтале выплавлялось от 300 до 450 *л* золотистого серебра, добываемого преимущественно из свинцово-цинковых руд. О том, в течение скольких лет шла такая добыча, данные отсутствуют.

За период 1801—1811 гг. в Ахтале было получено 164 *кг* золота и серебра. Проф. О. Т. Карапетян в описании Ахтальского месторождения (10) пишет, что из некоторых накопившихся черновых продуктов Ахтальских и Алавердских заводов еще в 1820 г. получено 92 золотн. (0,4 *кг*) золота. В 1913 г. из ахтальских руд было извлечено 0,61 *кг*, а в 1914 г. 9 *кг* золота. По данным многочисленных химических анализов следует, что для ахтальских руд характерно высокое содержание золота, в пределах от 2 до нескольких десятков граммов на тонну руды.

По данным Степаняна, в преимущественно галенитовых рудах золото обнаруживается в количестве до 50 *г/т*, в то время как в чисто цинковых рудах содержание его равно лишь 0,5 *г/т*. Проба, взятая из железной шляпы месторождения, показала содержание золота 0,1 *г/т*. При детальных микроскопических исследованиях, произведенных Магакьяном (19), в ахтальских рудах обнаружено в небольшом количестве самородное золото, причем оно наблюдалось, главным образом, в рудах, подвергшихся процессу вторичного обогащения, и менее характерно для первичных колчеданистых руд.

Ориентировочные перспективные запасы золота на месторождении, считая перспективные запасы руды в 50000 *т* и содержание золота порядка 3 *г/т* руды, оцениваются в 150 *кг*.

В дальнейшем, при добыче на месторождении основных компонентов (Zn, Cu и Pb), золото вместе с серебром явятся также ценными компонентами ахтальских руд.

Шамлугское медное месторождение является одним из наиболее крупных источников золота. Содержание золота в рудах различных штоков колеблется от 1,5 до 5,0 *г/т*. При этом концентрация золота заметно возрастает в борнитовых, полиметаллических и в богатых медью медносерноколчеданных рудах. Золото при плавке руд на Алавердском медеплавильном заводе переходит в черновую медь, из которой оно извлекается при рафинировании электролизом. По данным завода, среднее содержание золота в шамлугских рудах за 1941—1943 гг. равно 1,1 *г/т* и за этот период месторождение дало 166 *кг* золота.

Ориентировочные перспективные запасы золота на месторождении, считая запасы руды по категориям A+B+C в 605 тыс. *т* и содержание золота порядка 1 *г/т* руды, оцениваются в 605 *кг*.

Алавердское медное месторождение. Руды Алавердского месторождения, аналогично шамлугским, также содержат золото в

количестве 0,5—5 *г/т* для медных и 8—10 *г/т* для полиметаллических руд. По данным Алавердского медеплавильного завода, содержание золота в относительно бедных медных рудах (1,5—2%), доставляемых заводу в настоящее время, достигает в среднем 1 *г/т* руды. В 1943 г. месторождение дало 7,6 *кг* золота.

Ориентировочные перспективные запасы золота на месторождении, считая запасы руды по категориям А+В+С в 173 тыс. *т* и содержание золота порядка 1 *г/т* руды, оцениваются в 173 *кг*.

Шагали-элиарские медные месторождения. О содержании золота в рудах шагали-элиарской группы медных месторождений имеются лишь отрывочные сведения. По данным отдельных анализов, приводимых в отчете Пилояна, содержание золота колеблется от 1 до 3 *г/т* руды.

3. Бассейны рр. Памбак и Гергер

На надежные признаки золотоносности рр. Памбак и Гергер указывал еще в прошлом столетии Иваницкий (18), производивший там разведки. Знаки золота были обнаружены также в шурфе выкопанном вблизи от Кировакана, у впадения р. Ванандзор в р. Памбак.

В 1938 г. Бзовдальский отряд ИГН АН Арм. ССР (3), производя, попутно с геологическим картированием, частичное шлиховое опробование р. Памбак и ее притоков, обнаружил в одном шлихе довольно значительное количество знаков золота (33 знака). Шлих был взят в левом борту, в аллювиальной пойменной террасе, на 200—300 *м* ниже гранитокольной фабрики. Золото представлено в виде тонких пластинок размером от 0,1 до 1 *мм* в поперечнике. Золото, вероятно, связано с интрузией гранитов.

В р. Гергер, выше с. Пушкино (бывш. Русские Гергеры), тот же отряд обнаружил в косовых пробах единичные знаки золота.

Район в отношении золотоносности безусловно является перспективным, т. к. р. Памбак и ее притоки размывают ряд интрузий и связанные с ними рудопроявления. По современному руслу реки и древним террасам необходимо провести поисково-разведочные работы с обязательным вскрытием наносов до плотика.

4. Ахтинский район (Агверан-Арзакан-Бжни)

В 1938 году при производстве геосъемочных работ в районе Арзакан был опробован шлиховым методом и речной бассейн. Опробование показало присутствие золота в 29% всех шлихов, в количестве 1—2 знаков. На основании этого Армянское геологическое управление летом 1939 г. провело довольно детальное обследование всей речной системы в районах сс. Агверан, Арзакан, Бжни (13). Были взяты пробы по руслам, террасам, задано множество шурфов, закопушек, взяты пробы из кварцевых жил. В результате полученных данных было установлено, что район Агверанской интрузии является совершенно не золотоносным. Среди же более древней Арзаканской интрузии

золото встречается в виде единичных зерен, максимальное число которых доходит до 4—5 знаков на 100—120 *кг* промытой породы.

Производивший здесь работы Колбин считает, что процесс поступления золота в аллювий начался только в недавнее время, т. к. золото отсутствует в древнем аллювии и древних конгломератах. Исхода из этого, а также отсутствия золота в коренных породах, Колбин считает нецелесообразным проведение дальнейших поисков на золото в данном районе.

5. Бассейн р. Аракс

Золотоносность рек Армении известна с давних времен. В статье „Золото на Кавказе" Лебедев (18), уделяя особое внимание возможности нахождения золота на территории южной части Армении, пишет, что к наиболее интересным в практическом отношении россыпям следует отнести долины тех рек, которые впадают с левой стороны в р. Аракс и протекают по рудной области бывш. Нахичеванского и Зангезурского уездов, и предполагает, что коренные месторождения золота, судя по самородкам, которые были находимы в разное время на Кавказе, сосредоточены в верхней части бассейна р. Ингур (Грузия) и в пределах рудных месторождений бывш. Нахичеванского и Зангезурского уездов.

Повидимому, последнее предположение Лебедева было вызвано обнаружением в 1897 году куска кварца с листообразными налетами серебристого золота (электрум). Образец кварца был найден в коллекции Тбилисского музея. Согласно этикетке с указанием местности „Агарак", можно было предположить, что образец взят из рудных месторождений при Агаракском заводе, в Зангезуре. Анализ образца, произведенный Закавказским пробирным управлением, показал золота 72,22% и серебра 22,22%.

Позже, в 1930—1934 гг., при детальных разведочных и съемочных работах (4) на Агаракском медно-молибденовом месторождении было сделано значительное количество анализов на золото. Все анализы руд Агарака в отношении золота дали отрицательные результаты. Таким образом, можно предположить, что либо этикетка кварца с электрумом, вероятно, не соответствовала действительному месту взятия образца, либо образец был взят из другого Агарака (в Армении имеется несколько селений, имеющих название „Агарак").

О золотоносности рек, впадающих в бассейн р. Аракс, и коренных месторождений района имеются в настоящее время лишь крайне отрывочные и несистематические сведения.

В 1939 году, при детальном оконтуривании выходов скарновых пород в Мегринском районе, отрядом ИГН АН Арм. ССР (1) шлиховым методом были опробованы речки Нювади, Ингузагет, Шванидзор и другие, впадающие в р. Аракс.

Просмотр шлихов показал присутствие золота единичными знаками. Пробы большей частью брались русловые и редко из террас.

Относительно значительное содержание золота (5 знаков) дали шлихи из отвалов древних выработок, заданных по медному месторождению в скарнах, в верховьях р. Нювади.

По данным заявок, хранящихся в фонде Арм. Г. У. (поданных еще при царизме), и по заявлению старожил, есть указание о наличии россыпного золота по р. Аракс и у устья Ахуряна (Зап. Арпачая), в районе с. Хербеклу (Октемберянский район). В мае 1941 г. шлиховым опробованием, произведенным здесь в очень маленьком масштабе (23), было подтверждено незначительное присутствие золота. В дальнейшем целесообразно было бы провести здесь небольшие поисковые работы с целью детального опробования на золото и уточнения площади его распространения.

6. Кафанское медное месторождение

Золото содержится как в медных (Ленинская группа месторождений), так и в медно-цинковых (рудник им. Шаумяна) рудах, но в более значительных количествах оно констатировано лишь в последних. По данным Грушевого, содержание золота в рудах Шаумяновского месторождения колеблется от следов до 30 *г/т*, в то время как для медных жил оно измеряется лишь десятыми долями *г/т* руды. На основании произведенных химических анализов среднее содержание золота нельзя считать вполне уточненным.

Значительно позже, в 1943 г. Прокопенко в работе, освещающей геохимическую характеристику руд Кафанского месторождения (26), приводит, на основании анализов лаборатории Гинцветметзолота, данные о значительно более высоком содержании золота в рудах.

В медных рудах Ленинской группы рудников золото присутствует в меньших количествах, по сравнению с полиметаллическими рудами Шаумянской группы. В 12 средних сборных пробах, взятых по жильной массе из жил рудников Ленгруппы (№№1—2,6, 7—10 и Хрда-Магара), содержание золота колеблется в пределах от следов до 33,1 *г/т* руды.

Средние сборные пробы, взятые по жилам рудника им. Шаумяна, содержали золото в количестве от 11,3 до 32,4 *г/т*.

В таблице 16 приведены данные лаборатории Гинцветмета за 1941 г. о содержании золота в отдельных жилах рудника № 1 им. Шаумяна.

Таблица 16

№ № п/п	Название жил	Горизонт	Средн. содерж. золота (в *г/т*)	Колебания в содержан. золота (в *г/т*)	Количество анализов
1	Жила № 1, южная	110	10,2	2,4—44	32
2	„ № 3, южная	132	19,3	1,4—96	26
3	„ „Депутат"	132	12,4	1,1—68	26

Содержание золота в рядовой руде и концентратах из рудника им. Шаумяна, по данным Зангмедкомбината, характеризуется следующим образом (см. табл. 17).

Таблица 17

№№ п/п	Названия веществ	Колебания содержаний золота в 1940 г. (в *г/т*)
1	Рядовая руда	3—3,8
2	Цинковый концентрат	9—10
3	Медный концентрат	22—26

В результате процесса обогащения полиметаллических руд из рудника им. Шаумяна золото, в основном, переходит в медный концентрат (24 *г/т*), в цинковом же концентрате оно обнаруживается в значительно меньших количествах (9,6 *г/т*). При дальнейшей заводской переработке медных и цинковых концентратов происходит попутное извлечение золота.

Связь золота с тем или иным материалом не совсем ясна. Прокопенко считает, что, несмотря на наличие в рудах самородного золота, вероятно, имеются еще и другие формы его нахождения.

Приводимые Прокопенко сведения о высоком содержании в рудах Кафанского месторождения золота противоречат данным более ранних исследователей и нуждаются в проверке. В случае, если они подтвердятся, вопрос о золотоносности руд Кафанского месторождения заслуживает очень серьезного внимания.

По данным Алавердского медеплавильного завода, среднее содержание золота в Кафанском медном концентрате равнялось 4,25 *г/т* в 1941 г., 2,70 *г/т* в 1942 и 1,24 *г/т* в 1943 г. Получено золота по годам соответственно 135,8, 61,5 и 12,8 *кг*. Уменьшение содержания золота в концентрате объясняется временным прекращением добычи и переработки руд рудника им. Шаумяна.

Ориентировочные запасы золота по Ленинской группе рудников, принимая содержание в 1 *г/т* руды и запасы руды по категориям А+В+С в 1,350 тыс. *т*, оцениваются в 1,350 *кг*. По руднику им. Шаумяна, считая запасы руды по категориям А+В+С в 177 тыс. *т* и содержание золота в 3 *г/т* руды, ориентировочные запасы этого металла оцениваются в 520 *кг*. Таким образом, перспективные запасы золота по разведанной части Кафанского месторождения доходят до 1800 *кг*.

7. Прочие проявления золотоносности

Шамшадинский район. По данным шлихового опробования (16), золото встречено в нескольких шлихах в количестве до 5 знаков. Шлиховым методом опробованы рр. Гасан, Тауз, Сепин, Хиндзорут. Золото, вероятно, связано с имеющимися здесь многочисленными полиметаллическими месторождениями и проявлениями. Данных для выделения отдельных участков распространения золота не имеется.

Азизбековский и Сисианский районы. Летом 1940 г. шлиховым опробованием (2) р. Арпа (Вост. Арпачай) и ее притоков: Аири, Шнатах и др. было установлено присутствие золота единичными знаками. Пробы большей частью брались в руслах рек. Повидимому, золото связано с рудными проявлениями в контактовых зонах интрузивных массивов района.

Основные выводы

Из приведенных данных видно, что золото является постоянным спутником многих медных и полиметаллических месторождений Армении. Обычно содержание золота в медных рудах Алавердской и Кафанской групп не превышает 1—2 *г/т* и лишь в отдельных пробах доходит до нескольких *г/т* руды. Поэтому в этих месторождениях золото может извлекаться лишь попутно при рафинировании меди, что и производится в настоящее время.

Несомненно большой интерес в этом отношении приобретают борнитовые руды, в которых, по отрывочным данным, содержание золота оказывалось повышенным. Значительно более высоко также содержание золота в медно-свинцово-цинковых рудах Ахтальского, Шаумянского и, повидимому, других полиметаллических месторождений. Судя по отдельным анализам, содержание золота для ряда участков доходит до нескольких десятков *г/т* руды, при обычно высоком содержании серебра, и эти руды, собственно, должны рассматриваться как золотосеребряные. Во всяком случае, в отношении золотоносности руды полиметаллических месторождений Армении заслуживают еще большего внимания, чем руды медных месторождений, и попутное извлечение из них золота во многих случаях окажется вполне рентабельным.

Из приведенного материала видно, что ориентировочные запасы рудного золота в Армении значительно превышают запасы выявленного россыпного золота и достигают 2700 *кг* (Ахталы 150 *кг*, Алаверди 173 *кг*, Шамлуг 605 *кг*, Кафан 1870 *кг*), причем в последние годы годовая добыча золота путем извлечения из черновой меди доходила до 130 *кг*. В дальнейшем, при доведении годовой добычи руды до 300 тыс. *т* по Кафану (из них 50 тыс. *т* по руднику им. Шаумяна) и до 100 тыс. *т* по Шамлугу, возможная годовая добыча золота может быть доведена до 500 *кг*.

Характерно намечающееся значительно более низкое содержание золота в рудах медно-молибденовых месторождений Армении, т. к. большинство анализов на золото в рудах этих месторождений дает отрицательные результаты.

Несмотря на наличие довольно многочисленных анализов на золото, вопрос о золотоносности руд ряда месторождений Армении все же еще недостаточно изучен и нуждается в дальнейших исследованиях. В частности необходимо изучить вопрос о золотоносности серно-колчеданных руд Алавердской группы месторождений, Танзута

и др. месторождений, т. к. даже при незначительном содержании в них золота его извлечение, возможно, окажется рентабельным при переработке железных огарков. Наряду с этим следует подвергнуть ревизии вопрос о золотоносности руд Кафанского месторождения в свете новых данных анализов лаборатории Гинцветмета. Затем необходимо изучить вопрос о золотоносности различных других рудных формаций, встреченных в Армении, обратив особое внимание на изучение руд наиболее перспективной в отношении масштабов разработки медно-молибденовой формации. При изучении нужно подвергнуть исследованию не только руды, но и продукты их обогащения.

Недостаточно изучен в Армении также вопрос о россыпном золоте. Конечно, здесь вряд ли можно ожидать крупных по масштабу россыпных месторождений, но небольшие месторождения, рентабельные для старательских работ, как показал опыт работ по бассейну р. Акстафа, могут быть встречены и в других местах.

В этом отношении внимание должно быть обращено в первую очередь на изучение золотоносности р. Дебед и ее притоков, как проходящих в районе ряда золотосодержащих коренных медных и полиметаллических месторождений, затем на изучение золотоносности бассейна р. Аракс и ее притоков: Ахурян (Зап. Арпачай), Арпа (Вост. Арпачай), Охчи и Базарчай, в особенности притоков последней, стекающих с Бергушетского хребта. При проведении этих работ необходимо обратить внимание не только на косовое золото, но и на опробование древних террас и коренных плотиков, т. к., как показал опыт разведки бассейна р. Акстафа, лучшие участки были выявлены после тщательных поисково, разведочных работ.

Одновременно с проведением поисков на россыпное золото по рекам, протекающим в районах рудных месторождений Армении, такая же работа должна быть проведена по рекам прилегающих территорий Грузии и Азербайджана. В этом отношении внимание в первую очередь должно быть обращено на притоки р. Храми (в Груз. ССР) и притоки р. Аракс в пределах Нахичеванской АССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Арапов Ю. А.* Полевой отчет о работе мегринской партии ИГН АН Арм. ССР. Рукопись. Фонд ИГН АН Арм. ССР, Ереван, 1939 г.

2. *Арапов Ю. А.* Полевой отчет о работе экспедиции по изучению скарнов Армении. Рукопись. Фонд ИГН АН Арм. ССР, Ереван, 1940 г.

3. *Арапов Ю. А. и Монахов Н. Я.* Геологическое строение восточной части Бзовдальского хребта. Рукопись. Фонд ИГН АН Арм. ССР.

4. *Барканов И. В.* Агаракское медно-молибденовое месторождение. Рукопись. Фонд Арм. Г. У. Ереван. 1934 г.

5. *Ванюшин С. С.* Золотоносность бассейна реки Храм в Груз. ССР. Фонд Груззолото. Тбилиси, 1941 г.

6. *Ганн К.* Известия древнегреческих и римских писателей о Кавказе.

7. Годовой обзор минеральных рессурсов СССР за 1926/27 гг. Изд. Геол. комитета, 1928 г.

8. *Грушевой В. Г.* Алавердское медное месторождение в Закавказье. Тр. Гл. геолого-разведочного управления В. С. Н. Х. СССР, 1930 г.

9. Исторический очерк развития горного дела на Кавказе. Изд. под ред. М. А. Шостака. Тифлис, 1901 г.

10. *Карапетян О. Т.* Ахтальское месторождение полиметаллических руд. Журн. „Социалистическое хозяйство Армении" 1934 г. № 1—2.

11. *Карапетян О. Т.* Краткий очерк развития горного дела на Кавказе. Журн. „Кавказский вестник", 1901 г. № 11.

12. *Карапетян О. Т.* О кавказском золоте. Журн. „Мурч" (на арм. яз.) Тифлис. 1904 г. № 5.

13. *Колбин М.* Отчет о шлиховых работах в Нижне-Ахтинском районе (Агверан-Арзакан-Бжни). Рукопись. Фонд Арм. Г. У. 1939 г.

14. *Котляр В. Н.* Материалы к изучению рудных месторождений северной части ССР Армении. Тр. Всесоюзного геолого-разведочного отделения НКТП СССР, 1934 г.

15. *Котляр В. Н.* Памбак (геология, интрузивы и металлогения Памбакского хребта и смежных районов Армении). Рукопись. Фонд Арм. Г. У. Ереван. 1939 г.

16. *Котляр В. Н.* Отчет о работах по шлиховому опробованию в Апаранэ-Мисханском и Шамшадинском районах Армении. Рукопись. Фонд Арм. Г. У. Ереван. 1938 г.

17. *Котляр В. Н. и Додин А.* Зангезур (Зангезурское медное месторождение в ССР Армении). Рукопись. Арм. Г. У. Ереван. 1936 г.

18. *Лебедев Н.* Золото на Кавказе. Исторический очерк поисков и разведок. Материалы для геологии Кавказа. Сер. III, кн. 1, 1898 г.

19. *Магакьян И. Г.* Руды Алавердской группы месторождений. Рукопись. Фонд ИГН АН Арм. ССР, 1943 г.

20. *Мейстер А.* Обзор минер. ресурсов СССР. 1925 г. вып. 18.

21. *Меллер и Денисов.* Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказского края. Изд. Горного департ. 1900 и 1917 гг.

22. Минеральные ресурсы ССР Грузии. Изд. Уполнаркомтяжпрома Грузии. 1933 г.

23. *Монахов Н. Я.* Отчет предварительного обследования р. Аракс и устья Зап. Арпачая. Рукопись. Фонд ИГН АН Арм. ССР. Ереван. 1941 г.

24. *Морозов Н.* Алавердское месторождение медных руд в Закавказье, его породы и генезис. „Известия Петрограф. Института", т. XVII. вып. 1, 1912 г.

25. Очерк истории горного дела на Кавказе. Сост. Спиридон Эсадзе. Тифлис. 1903 г.

26. *Прокопенко Н. М.* Геохимическая характеристика руд Зангезурского месторождения. Рукопись. Фонд Зангезурской ГРП, 1943 г.

27. *Пятницкая Т. В.* Отчет Акстафинской золоторазведочной партии. Закавказск. контора треста „Золоторазведка". Рукопись. Фонд ИГН АН Арм. ССР. 1935 г.

28. *Ратанков.* Копия письменного сообщения о разведочных работах Дилижанского участка. Фонд ИГН АН Арм. ССР, 1941 г.

29. *Степанян О. С.* Ахтальское полиметаллическое м-ние. Изд. АН Арм. ССР. 1938 г.

30. *Степанян О. С. и Монахов Н. Я.* Шамлугское медное м-ние. Рукопись. Фонд ИГН АН Арм. ССР. Ереван. 1940 г.

Ю. А. Арапов

Магний

1. Общие сведения*

Общая характеристика магния и его свойства. Магний является металлом, широкое применение которого в технике началось лишь в течение последних десятилетий. Основными ценными свойствами магния, благодаря которым он получил сравнительно широкое применение, являются его легкость, а также высокие технические качества ряда сплавов магния с другими металлами.

Физические свойства магния приведены в табл. 18. По внешнему виду он представляет собой серебристо-белый металл, обладающий хорошей ковкостью и твердостью при малой вязкости. При температуре 350—450° магний хорошо кується и подвергается механической обработке и штамповке.

Таблица 18

Атомный вес	Удельный вес 20° С/650°С	Температура плавления по С	Температура кипения по С	Скрытая теплота плавлен., в б *кал/кг*	Удельная теплоемк. при О в б *кал/кг*	Теплопроводность *кал/см* сек С	Линейн. коэфиц. расширения	Прочность на разрыв литого /прокатанного в *кг/мм²*	Удлинение литого /прокат. в %	Модуль упругости *кг см²*	Удельное сопротивление *ом/м.м²*	Твердость по Бринелю литого /прок.
24,32	1,74	650°	1100°	58	0,238	0,376	269X $\times 10^{-7}$	8—14	5—9	4,600	0,043	30—35
	1,65							16—22	10—11			30—41

Химические свойства. В химических соединениях магний выступает как двувалентный металл. Весьма характерно его высокое сродство с кислородом, в котором магний сгорает, давая ослепительное пламя. В сухом воздухе он не окисляется, но во влажном легко покрывается пленкой окиси магния. С водой реагирует сравнительно легко с образованием гидроокиси. В разбавленных кислотах магний

* В настоящей статье рассматривается лишь вопрос о видах сырья для получения металлического магния. Описанию месторождений главных магниевых руд—доломита и магнезита—в Армянской ССР посвящены соответствующие статьи настоящего сборника.

растворяется хорошо, в концентрированных слабо. С растворами едких щелочей не реагирует.

Сплавы. Из-за своей малой механической прочности магний преимущественно используется в виде различных сплавов с другими металлами. Эти сплавы обладают наименьшим удельным весом (1,74—1,81) из всех применяемых в технике и сравнительно высокими механическими свойствами, но отличаются слабой стойкостью в отношении коррозии. В качестве мероприятия, повышающего стойкость магниевых сплавов в отношении коррозии, применяется обработка, поверхности азотной кислоты с хромпиком, часто с последующим покрытием лаком и краской. Преобладающим компонентом сплавов является магний (85--99%), присадками к нему служат алюминий, цинк, марганец и реже другие металлы. В табл. 19 приводится состав некоторых, наиболее распространенных сплавов магния.

Таблица 19

№№ п/п	Страна	Марка	% содержания металлов в сплавах					Прочн. на разр. *к/см²*	Твердость по Брюнелю
			Магний	Алюминий	Цинк	Марганец	Бериллий		
1	СССР	MA_2	94,83—96,60	3—4	0,3—0,7	0,1—0,4	до 0,07	22—26	55—65
2	США	Диуметалл	92,55	6,5	0,75	0,2	—	28—34	51—58
3	Германия	1	89,5—89,2	10,0	—	0,2—0,5	—	34—37	60

Применение. Область применения магния определяется прежде всего его малым удельным весом; он в 1,6 раза легче алюминия. Отличительными свойствами сплавов на магниевой основе, помимо легкости, являются: исключительная способность хорошо поддаваться механической обработке, высокая ковкость и эластичность, сравнительно большая прочность, малая изнашиваемость и низкий модуль упругости, обеспечивающий хорошее поглощение вибраций, что особенно важно для авиации.

В настоящий момент магниевые сплавы, в основном, используются при изготовлении корпуса самолета, посадочных колес, моторов, насосов, баков для бензина, рычагов и разного рода других деталей оборудования; каркасов, дверей и радиаторов автомашин; деталей карбюраторов, буровых инструментов, разнообразных машинных частей и приборов, легких строительных каркасов. По данным американской печати на строительсто каждого самолета в США расходуется в среднем 450—500 *кг* магния.

Непосредственно в военной технике магний, кроме того, применяется для производства осветительных ракет, трассирующих и зажигательных пуль и снарядов. Большое количество сплава „элек-

трон", содержащего 95% магния и 5% цинка, идет на изготовление зажигательных (термитных) бомб.

В черной и цветной металлургии магний используется в качестве раскислителя, для целей выделения висмута из свинца, отчистки латуни, бронзы, никеля и т. д. В радиотехнике он служит для дегазации электронных ламп, а в химии как катализатор. Широко применяется при фотографировании.

По данным 1940 г. в США 64% магния было применено для получения сплавов на его основе, 32% на добавки к сплавам на алюминиевой и цинковой основе и 4% на нужды пиротехники, химии, металлургии. Сплавы магния были использованы: на самолетостроение 75%, на нужды автопромышленности 16% и на прочие нужды 9%.

Условия нахождения, виды сырья и методы переработки. Магний является одним из распространенных металлов, и его кларк (процентное весовое количество в земной коре) равен 2,35. Он входит в состав очень большого количества минералов, свыше 200 из которых содержат его в количестве более 12%. Важнейшие свойства главных минералов магния приведены в табл. 20.

Таблица 20

	Химич. Состав	% Mg	Сингон	Уд. вес	Твердость	Цвет
1. Периклаз	MgO	60,0	куб.	3,8	6	белый
2. Магнезит	$MgCO_3$	28,6	тригон.	3,0—3,1	3,5—4,5	серый
3. Брусит	$Mg(OH)_2$	41,6	„	2,4	2,5	белый
4. Доломит	$CaMg(CO_3)_2$	13,1	„	2,8—2,9	3,5—4	белый, разн. оттен.
5. Бишофит	$MgCl_2 6H_2O$	11,8	монок.	1,6	1,5	бесцветный
6. Карналлит	$MgCl_2$ KCl $6H_2O$	8,7	ромб.	1,60	2,5	белый красноват.
7. Кизерит	$MgSO_4 H_2O$	17,4	монок.	2,6	3,5	белый,
8. Оливин	$(MgFe)_2SiO_2$	до 34,8	ромб.	3,3		
9. Змеевики (серпентин)	$3MgO2SO_2$ $2H_2O$	45,6	монок.	2,5—2,6	6,5—7	зеленый
					2,5—4	зеленый
10. Морская вода		0,12—0,15				
11. Рапа соленых озер		0,6—3,2				

Повышенная концентрация магния наблюдается в основных и ультраосновных породах, богатых оливином, пироксеном, амфиболами и темными слюдами. Значительное перераспределение магния в горных породах происходит в связи с гидротермальными процессами, обусловившими образование месторождений магниевых минералов. С гидротермальными процессами связано образование ряда месторождений серпентинита, брусита и талька, а также образование месторождений доломита и магнезита в результате метасоматического замещения известняков.

Явления выветривания также играют значительную роль в образовании крупних концентраций магния. Во первых, с явлениями выветривания связано часто образование аморфного магнезита, в результате процессов разрушения основных и ультраосновных серпентинизированных пород. Во-вторых, с поверхностными процессами связано образование магния в морской воде и современных соляных озер, богатых магниевыми солями (бишофит, кизерит и другие), а также образование древних погребенных залежей магнезиально-калиевых солей (карналлит и другие). Наконец, с процессами, происходящими в морской воде, связано, повидимому, во многих случаях образование доломитов на месте ранее отложившихся известковых осадков.

Из указанных минералов основными видами сырья для получения в промышленных масштабах магния являются *карналлит, бишофит, магнезит, доломит, морская и озерная вода, брусит.*

Как возможные, но мало изученные источники магния могут также рассматриваться *серпентиниты* и *оливин.*

Карналлит является одним из главнейших видов магниевого сырья, имея в то же время основным назначением обеспечение сельского хозяйства калийным удобрением (хлористый калий). При этом в процессе калийного производства хлористый магний из карналлита концентрируется в отходных щелоках, из которых он получается после упарки щелоков в виде шестиводной соли. Количество таких карналлитовых отходов исчисляется миллионами тонн и далеко превосходит все возможные масштабы их использования. Поэтому в СССР, Германии и Франции, обладающих крупнейшими запасами карналлита, используются лишь несколько процентов этого сырья, а основная его масса идет в отвал.

Карналлит крупнейшего в Союзе ССР соликамского месторождения имеет следующий химический состав KCl 19,7%, $MgCl_2$ 26,1%, NaCl 23,9%, H_2O 28,5%, нерастворимый остаток 1,8%.

Бишофит, или шестиводный хлористый магний, является также важной рудой для получения металлического магния. Бишофит или выделяется в ряде соляных озер, входя в состав рапы, или же получается из морской воды как побочный продукт при переработке естественного карналлита. Для получения чистого хлористого магния из рапы озер и морей, последняя подвергается довольно сложной переработке путем испарения и кристаллизации, с последовательным отделением различных солей, входящих в состав рапы. В итоге всех манипуляций получается бишофит, имеющий приблизительно следующий химический состав: $MgCl_2$ 44,5%, NaCl+KCl 3,5%, $MgSO_4$ 0,5—1%, Fe следы. Допустимое количество вредных примесей в бишофите, идущем на производство металлического магния: $MgSO_4$ не более 0,5%, $CaCl_2$ до 2,5%, железа следы.

Магнезит. В последние годы в Германии, Франции, Швейцарии и Японии стал широко применяться магнезит в качестве исходного

продукта для получения магния и в некоторых случаях даже вытеснил карналлит. Магнезит обычно выпускается на рынок в виде полуфабриката—обожженного или каустического магнезита (окись магния). Содержание окиси магния в этом продукте достигает 83—90%. Продукт для его использования в магниевой промышленности должен быть почти свободен от всех примесей, из коих особенно нежелательными являются SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3 и сульфаты.

Металлический магний получается в дальнейшем из каустического магнезита или путем непосредственного восстановления, или же из него предварительно получается хлористый магний, служащий исходным материалом для получения металлического магния.

Доломиты по сравнению с магнезитами содержат металлического магния более чем в два раза меньше, однако, они всюду распространены в колоссальных количествах и почти всегда могут быть получены по низкой стоимости, путем простейших горных разработок.

Получение металлического магния в промышленных масштабах из доломитов организовано в Японии, США, Италии, Великобритании, Франции, но, благодаря засекреченности данных о производстве магния, более подробные сведения относительно организации этого производства и требований к руде неизвестны.

Морская озерная вода, как правило, содержит всего лишь 0,12—0,13% магния, но перерабатывается на ряд химических продуктов, и хлористый магний при этом получается одновременно с поваренной солью, бромом, сернокислым магнием и иногда иодом. Такая комплексность технологического процесса делает его экономически эффектным и дает возможность использовать морскую воду при выгодных условиях, несмотря на низкую исходную концентрацию в ней магния.

Получение хлористого магния и затем из него металлического магния на базе морской и озерной воды реально осуществлено в США, Японии, Англии, Норвегии и Италии. У нас в СССР хлористый магний получался в Крыму, попутно при переработке рапы Сакского и Перекопского озер на бром и поваренную соль.

Большие запасы *брусита*, отличающегося высоким содержанием магния, имеются в США и Канаде. В этих странах ему уделяется много внимания, как весьма перспективному сырью. В других странах промышленные месторождения брусита пока не найдены.

В ряде стран проводятся исследования по получению магния из *серпентинита* и *оливина*, запасы которых исключительно велики и которые могут рассматриваться как резервное сырье.

В 1940 г. из общего количества выработанного в США магния приходилось—по источникам сырья: на магнезиты 40%, доломиты 23%, на морскую воду 27% и из отходов калийного производства 10%. В последнее время это соотношение меняется в сторону повышения роли морской воды.

В настоящее время фактически ни одна страна не испытывает недостатка в исходном магниевом сырье.

Несравненно более серьезным фактором в магниевой промышленности является расход электроэнергии, поскольку до сих пор получение металлического магния основано на электроемких процессах.

Разработка всех перечисленных магниевых руд, в связи с тем, что они обычно слагают залежи, обладающие крупными запасами, осуществляется в случае твердых залежей обычными подземными или открытыми горными работами, а в случае соленых озер и морей методом выпаривания и последующей кристаллизации с целью разделения солей, входящих в состав рапы.

В дальнейшем получение металлического магния осуществляется несколькими методами, причем наибольшее распространение получили электролитический и электротермический методы.

Электролитический способ основан на электролизе расплавленных сред, в качестве которых используются или хлоридные соединения магния, или же окись магния во фтористом электролите. Не останавливаясь подробно на описании этих методов получения магния, отметим лишь, что при хлоридном способе получения магния применяются обезвоженный хлористый магний или карналлит, причем наиболее сложной и громоздкой операцией при этом способе является обезвоживание этих солей, вследствие гидролиза хлористого магния. Интересно отметить, что обезвоживание карналлита осуществляется легче, чем обезвоживание хлористого магния. Расход электроэнергии на получение магния этим способом равен 25 000—28 000 *квч* на 1 *т* магния.

Оксидный метод получения магния из окиси магния во фтористом электролите имеет ряд преимуществ перед хлоридным методом. Основные трудности возникают здесь в отсутствие электролита с хорошей растворимостью окиси магния, в связи с чем задерживается равномерное поступление окиси магния в электролит. Вторым недостатком этого способа является довольно высокая температура, вследствие чего имеет место потеря металла. Расход электроэнергии на получение 1 *т* магния этим способом равен 30 000—50 000 *квч*.

Электротермический способ получения магния имеет перед электролитическим ряд преимуществ, заключающихся в меньшем расходе электроэнергии, возможности сооружения печей большой мощности и использования в качестве исходного сырья природных магниевых соединений (доломиты и магнезиты), а также получения более чистых продуктов.

Из электротермических способов в настоящее время применяется восстановление углеродом или же другими восстановителями. Недостатком способа восстановления углеродом является то, что реакция восстановления обратима и наряду с металлом получается и окись магния.

В качестве других восстановителей применяются карбид кальция, ферросилиций, силикоалюминий и силикокальций. Несмотря на большую дороговизну применяемых восстановителей, эти методы вследствие упрощения способа восстановления оказываются экономически целесообразными. Общий расход энергии при этих способах восстановления составляет 20 000—25 000 *квч* на 1 *т* магния.

Магний в зависимости от способа производства содержит примеси натрия, калия, кремния, железа, алюминия, хлоридов, окислов и других соединений металлов. В связи с этим магний-сырец подвергается рафинированию или с помощью флюсов, или путем дистилляции, или сублимации. Как флюсы при рафинировании магния используются смеси различного состава, содержащие в качестве существенных компонентов хлориды магния и щелочных, а иногда и щелочноземельных металлов.

Полученный после рафинирования металлический магний, в зависимости от количества примесей, подразделяется по ОСТ'у № 10033—38 на следующие две марки:

Таблица 22а

Марки	Mg не менее	Примесей не более								Основные области применения
		Fe	Cl	Na	K	Al	Si	Ост. прим.	Всего прим.	
M_1	99,85	0,04	0,005	0,1	0,005	0,05	0,04	0,045	0,15	Для наиболее ответственных сплавов и для спец. пиротехники
M_2	99,50	0,05	0,01	—	—	0,100	0,30	0,24	0,50	Для обычных сплавов, общей пиротехники, фотографии, хим. промышленности и т. п.

В 1942 г. в США тонна магния с содержанием 99,8% металла стоила 496,13 долларов, или 2629,49 руб. по официальному курсу.

Главнейшие месторождения и размер производства. Наиболее крупные месторождения карналлита находятся в СССР—Соликамское месторождение с запасами не менее 18,5 млрд. *т*, в Урал-Эмбинском районе, и в Германии, где наибольшей известностью пользуется крупное Стасфуртское месторождение. Менее крупные месторождения карналлита известны в Западной Украине, Эльзасе и в Испании.

Бишофит является постоянным спутником карналлита и других солей в ряде месторождений. В значительном количестве он образуется в соленых озерах Крыма, Нижнего Поволжья и Западной Сибири. Значительное количество бишофита содержится в маточной рапе месторождения Карабогаз-гола. Один кубический метр рапы содержит здесь 73 *кг* хлористого магния, и при существующих мас-

штабах переработки мирабилита здесь может быть получено ежегодно до нескольких сотен тысяч тонн хлористого магния.

Главнейшие иностранные месторождения *магнезита*, имеющие мировое значение, находятся в Австралии и Чехословакии (более 100 млн. *т*), Греции, США, Канаде, Китае и Корее. Крупнейшие в СССР месторождения магнезита находятся на Урале, причем наиболее крупное из них—Саткинское обладает запасами свыше 150 млн. *т*. Ближайшие к Закавказью месторождения магнезита находятся на Сев. Кавказе, в бассейне реки Лабы, где наблюдаются залежи аморфного магнезита среди ультраосновных пород.

Вследствие широкого распространения *доломита* его месторождения встречаются довольно часто и разрабатываются во многих странах. Наиболее известны месторождения доломитов в ряде восточных штатов США, в Англии, Сев. Франции и Германии.

Среди многочисленных месторождений доломита в СССР наибольшей известностью пользуются месторождения Урала и сев. части Донбасса, обладающие крупными запасами.

Ввиду того, что богатые магнием минералы в основном добываются как побочные продукты промышленности по производству калийных солей (карналлит и бишофит), мирабилита (бишофит), или в качестве огнеупорного сырья (магнезит и доломит), размеры их добычи не характеризуют объема производства магния, т. к. для этих целей потребляется лишь незначительная часть ежегодно добываемых магнезиальных минералов, добыча которых определяется в округленных цифрах в 10—12 млн. *т* для калийных и калийномагнезиальных солей, в 6—7 млн. *т* для доломита и в 800 000—1 000 000 *т* для магнезита.

Сравнительно более точные сведения относительно производства металлического магния в капиталистических странах имеются до 1939 г., после чего в связи с началом второй мировой войны и специфически военным значением этого металла, производство металлического магния по большинству стран строго засекречивается. По-

Таблица 21

Страны	Годы, в тоннах				Примечание
	1937 г.	1939 г.	1941 г.	1943 г.	
Мировое производство	19 100	30 000	82 500	325 000	За 1943 г. взяты предполагаемые данные по работе Когана (3)
Германия с Австрией	12 080	16 500	35 000	40 000	
Франция	15 500	2 500	8 000	8 000	
Италия	65	300	5 000	6 000	
Швейцария	230	700	1 000	1 000	
Япония	1 200	2 000	3 000	10 000	
США	2 059	3 039	15 000	200 000	
Великобритания	2 000	5 000	15 000	50 000	

этому приводимые в табл. 21 данные о производстве металлического магния в капиталистических странах являются ориентировочными.

Из приведенной таблицы видно, насколько возросло производство металлического магния за время второй мировой войны.

Чрезвычайно характерно резкое возрастание добычи магния в США, что было возможно благодаря наличию исключительно мощной энергетической базы в этой стране. Широкие размеры потребления магния в различных отраслях промышленности и ряд его исключительно ценных свойств позволяют предсказывать дальнейший рост производства этого металла и после войны.

Производство магния в СССР сравнительно небольшое и находится еще в стадии своего начального развития. По данным комиссии Академии Наук СССР по геолого-географическому обслуживанию Красной Армии современная выработка магния в Советском Союзе не может удовлетворить потребность страны и свидетельствует о нашей отсталости в этой области в сравнении с передовыми капиталистичечкими странами.

II. Месторождения магниевого сырья

Как было отмечено выше, руды магния весьма разнообразны, и в настоящее время фактически ни одна страна не испытывает недостатка в исходном магниевом сырье. Будучи связано с электроемкими процессами, производство магния и его дальнейшее расширение находится прежде всего в тесной зависимости от ресурсов дешевой электроэнергии.

Из различных видов магниевого сырья в Армении известны *доломиты, магнезиты*, а также *дуниты* и *серпентиниты*. Наряду с этим республика выгодно отличается своей дешевой зарегулированной электроэнергией действующих и запроектированных к строительству ГЭС. (См. рис. 7).

Исходя из этого, Армянская ССР в пределах Советского Союза является одним из наиболее перспективных районов в отношении организации и дальнейшего развития магниевого производства. Сооружение магниевого завода по получению металлического магния в Армении приобретает еще большее значение в связи с тем, что здесь строится Канакерский алюминиевый завод (на базе местной электроэнергии и завозной окиси алюминия) и при наличии на месте магния, алюминия, меди, цинка в республике может быть создано крупное производство сплавов известных легких металлов и всевозможных изделий из них.

Сырьевая база предполагаемого производства металлического магния может быть вкратце охарактеризована следующим образом:

Доломиты. Крупное месторождение доломитов находится в Ахтинском районе близ сел. Арзакан. Месторождение отстоит от г. Ереван на 50—55 *км*; из них 15—20 *км* от м.-ния до сел. Фонтан представляют грунтовую, а остальные 35 *км* шоссейную дорогу.

По данным предварительного изучения, проведенного Институтом геологических наук Академии Наук Арм. ССР, доломиты с прослоями доломитизированных известняков образуют пластообразные залежи мощностью от 10 до 100—150 *м* и протяжением от 100 до 800—1000 *м*. Они подчинены толще древних метаморфических сланцев. Качество доломитов высокое; сырье характеризуется чистотой химического состава, содержание магния в сырье равняется 10—12%. Ориентировочные запасы доломита по категории C_1 только по шести наиболее крупным участкам достигают 17 млн. *т*, что составляет соответственно около 2 млн. *т* магния в сырье. Наибольший интерес для эксплоатации представляет крупное доломитовое тело „$Д_1$", расположенное в 4 *км* севернее с. Арзакан в местности Сулидара, непосредственно у грунтовой дороги, пригодной для автомобильного транспорта. Оно прослеживается на расстоянии до 1 *км* при мощности от 130 до 160 *м*. Содержание магния в доломите равно 11%. Ориентировочные запасы доломита по категориям C_1 достигают 10 млн. *т*, что составляет более 1 млн. *т* магния в сырье. Месторождение разведывается Армянской конторой „Цветметразведка".

Наличие высококачественных доломитов на значительной площади установлено также и в Иджеванском районе; залежи доломита здесь встречены недалеко от автомобильной дороги Дилижан—Иджеван—Акстафа приблизительно в 35—40 *км* от последней.

Кроме того, имеются геологические предпосылки нахождения доломитов также в пределах Вединского, Карабахлярского и Давалинского районов.

В 1943 г. Химическим Институтом Академии Наук Арм. ССР были проведены успешные лабораторные опыты по получению магния из доломитов Арзаканского месторождения. При лабораторных опытах изучался вопрос о возможности извлечения магния из доломитов тремя методами—методом обработки соляной кислотой, методом обжига с последующим гашением в воде и термическим методом—путем сплавления доломита с ферросилицием. Для получения техно-экономических показателей по всем методам необходимо провести укрупненные лабораторные или полузаводские испытания.

Магнезиты. Месторождения магнезитов приурочены к выходам ультраосновных пород, широко распространенных вдоль с.-в. побережья оз. Севан. Связь с г. Ереван может осуществляться или через оз. Севан и далее по автомобильному шоссе протяжением в 78 *км* или же вокруг оз. Севан по частично шоссированной, частично грунтовой дороге длиной около 250 *км*. Магнезиты образуют среди дунитов и серпентинитов небольшие гнезда и прожилки так, что, в сущности говоря, мы здесь имеем дело не с чистыми магнезитами, а магнезитсодержащими дунитами.

По данным разведочных работ Армянского геологического управления магнезитсодержащие дуниты были выявлены в Шоржинском, Джильском, Памбакском, Ивакдагском и Джан-Ахмедском мас-

сивах. Запасы по четырем наиболее крупным участкам, разведанным на Джильском массиве, оцениваются в 200.000 *т*. По данным химических анализов, средний состав магнезитоносных дунитов побережья оз. Севан характеризуется цифрами, приведенными в табл. 22.

Таблица 22

	MgO	SiO_2	CaO	K_2O_3	$Na_2O + K_2O$	NiO	Cr_2O_3	Потери при прокал.
Анализы Арм. геол. упр.	38—39	до 30	до 2	7—8				
Анализы Химич. ин-та АН Арм. ССР	40—41	17,5—22,5	0,35—1,0	4,0—5,5	сл.	0,16	0,35	30—36
Магнезит Саткинского м-ния	44,0—47,0	0,5—2,5	0,2—2,0	1,3—3,5	—	—	—	42,5—52,0

Таким образом, запасы магния по разведанным участкам оцениваются в 40—50 тыс. *т* металла.

При сортировке породы, по данным небольшого количества проб, может быть отобрано около 10% почти чистого аморфного магнезита, содержащего около 42% MgO и 4—5% SiO_2.

Из приведенных данных видно, что севанская магнезитовая порода сильно уступает по качеству нормальным магнезитам.

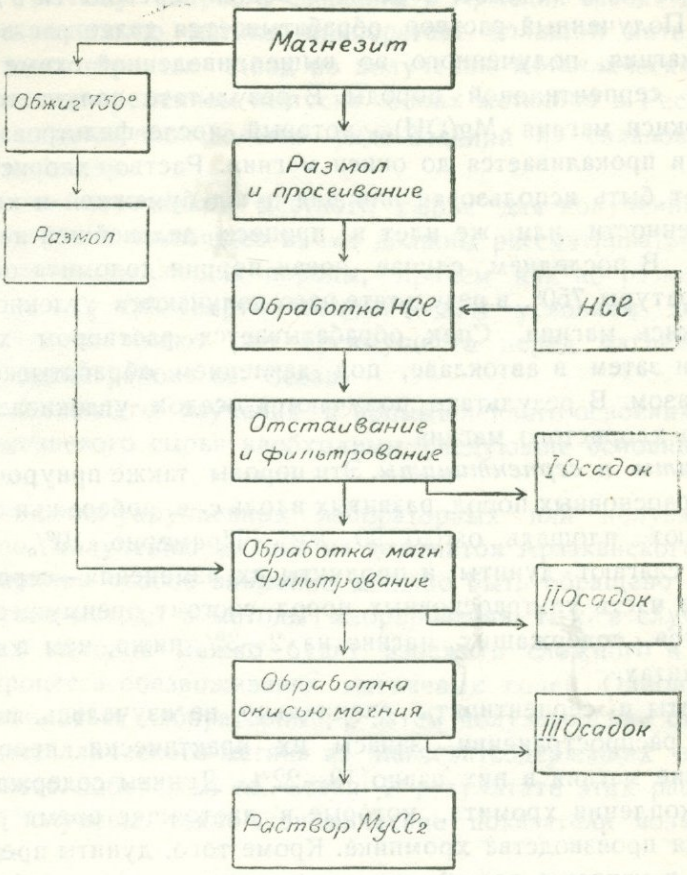
Химическим институтом АН Арм. ССР в 1942 г. проводились лабораторные опыты по получению металлического магния из севанских магнезитоносных дунитов, причем были применены три варианта переработки породы: методом обработки соляной кислотой, методом хлорирования и методом комплексной обработки совместно с доломитом и магнезитом.

Схема обработки магнезитовой породы с помощью соляной кислоты приведена в табл. 23. Полученный в результате раствор хлористого магния выпаривается для получения бишофита, который далее может быть обезвожен путем нагревания в присутствии хлора или хлористого водорода, или же в токе горячего воздуха.

Ориентировочные подсчеты, на основании лабораторных опытов, показывают, что если мы принимаем количество выхода магния в 75%, то на получение 1 *т* бишофита нужно израсходовать 757 *кг* магнезитовой породы и 300 *кг* соляной кислоты. Хлористый водород для этого производства может быть получен в качестве отхода на комбинате им. Кирова в Ереване, где в год получается около 2,000 *т* (27%) соляной кислоты. В качестве дополнительных продуктов производства могут быть использованы (см. прилагаемую схему табл. 23) кремнезем первого отхода в качестве наполнителя, а богатый окисью железа и никеля второй отход в качестве минеральной краски. Ориентировочные техно-экономические расчеты по схеме не производились.

Таблица 23

Схема получения хлористого магния солянокислым методом



Опыты по обработке магнезитоносных дунитов методом хлорирования не завершены. Процесс осуществляется следующим образом: порода обрабатывается в присутствии угля (кокс, нефтяной кокс) хлором с получением сразу хлористого магния, причем при температуре 800° извлечение достигает 80%, а при 1000°—90—95%. В шихту берется на каждые 3 части породы 1 часть угля. Хлор для производства может быть в основном получен при дальнейшем электролизе хлористого магния и лишь в небольшом количестве восполняется за счет избытка хлора, получаемого на комбинате им. Кирова в Ереване, или за счет специальной дополнительной установки. В случае благоприятных техно-экономических показателей данная схема переработки породы представляет наибольший интерес, т. к. при этой схеме избегаются сложные процессы обезвоживания хлористого магния.

По другому, также еще недоработанному Химическим институтом методу магнезитовые породы могут перерабатываться совме-

стно с доломитом или магнезитом. По этой схеме доломит обжигается при температуре 1000—1100°, в результате чего получаются Mgo и CaO, которые после обработки водой переводятся в $Mg(OH)_2$ и $Ca(OH)_2$. Полученный раствор обрабатывается далее раствором хлористого магния, полученного по вышеприведенной схеме из магнезита или серпентиновой породы. В результате получается осадок гидрата окиси магния $Mg(OH)_2$, который после фильтрования выпаривается и прокаливается до окиси магния. Раствор хлористого кальция может быть использован или для нужд бумажной и химической промышленности или же идет в процесс дальнейшей переработки доломита. В последнем случае новая порция доломита обжигается до температуры 750°, в результате чего получаются углекислый кальций и окись магния. Спек обрабатывается раствором хлористого кальция и затем в автоклаве, под давлением обрабатывается углекислым газом. В результате получаются осадок углекислой извести и раствор хлористого магния.

Дуниты и серпентиниты. Эти породы также приурочены к полосе ультраосновных пород, развитых вдоль с.-в. побережья оз. Севан, и занимают площадь около 90 *км*². Примерно 10% указанной площади слагают дуниты и продукты их изменения—серпентиниты. Остальная часть ультраосновных пород состоит преимущественно из перидотитов, содержащих магния на 2—3% ниже, чем в дунитах и серпентинитах.

Дуниты и серпентиниты специально не изучались, но судя по площади распространения, запасы их практически неограничены. Содержание магния в них равно 19—22%. Дуниты содержат обособленные скопления хромита, которые в настоящее время разрабатываются для производства хромпика. Кроме того, дуниты представляют интерес и в качестве возможного сырья для получения форстеритовых огнеупоров, а также как горные породы, в которых установлено присутствие никеля и платины.

Химический состав дунитов с с.-в. побережья оз. Севан характеризуется следующим образом:

MgO	SiO_2	Al_2O_3	Cr_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	NiO	CaO	Na_2O+K_2O	H_2O	Σ
42,21	34,41	1,10	1,15	2,70	5,74	0,27	99,79	—	сл.	11,94.	99,79

В полосе ультраосновных пород развиты также *листвениты*, в которых содержание магния, по данным отдельных анализов, равно 10%.

Несмотря на значительную площадь распространения и наличие практически неограниченных запасов, дуниты и серпентиниты не могут в данный момент рассматриваться, как реальная база сырья для получения металлического магния, т. к. рентабельные способы получения магния из силикатных пород еще не разработаны.

Основные выводы

Из приведенного материала следует, что вследствие высокой энергоемкости промышленности по получению металлического магния,

последняя, в первую очередь, должна развиваться в районах, обладающих значительными источниками дешевой зарегулированной электроэнергии. Поэтому вопрос о создании в Армении завода по получению металлического магния приобретает большой интерес, тем более, что здесь строится завод по получению металлического алюминия, а при одновременном выпуске обоих металлов в Республике может быть создано производство ряда изделий из сплавов легких и цветных металлов.

В качестве источников местного сырья для получения металлического магния в настоящее время должны рассматриваться доломиты и магнезитсодержащие породы, причем как по размерам запасов, так и по транспортно-экономическим условиям доломиты Ахтинского района имеют ряд преимуществ перед магнезитсодержащими породами района оз. Севан.

Для дальнейшего изучения и промышленного освоения месторождения магниевого сырья необходимы следующие основные мероприятия:

1. Проведение укрупненных лабораторных или полузаводских испытаний по получению магния из доломитов Арзаканского месторождения, причем особое внимание должно быть обращено на электротермические методы и методы хлорирования, т. к. в случае применения этих методов можно будет избежать сложного и дорогостоющего процесса обезвоживания магниевых солей. Одновременно должны проводиться лабораторные, а затем полузаводские опыты по получению металлического магния из магнезитсодержащих пород северо-восточного побережья оз. Севан. В результате этих работ должны быть получены техно-экономические показатели возможного производства.

2. Завершение разведки Арзаканского месторождения доломитов с целью оконтуривания залежей доломита и подсчета запасов магния в сырье по промышленным категориям в количестве не менее 100 тыс. *т*, а также выявления наиболее рациональных способов разработки месторождения.

3. Проведение поисково-разведочных работ на доломиты. При этом рабста должна быть в первую очередь направлена на детальное обследование выходов доломитов в Ахтинском и Иджеванском, а также Вединском и Карабахлярском районах.

4. Разведка магнезитоносных пород северо-восточного побережья оз. Севан с целью увеличения запасов промышленных категорий и уточнения данных о возможности извлечения из этих пород путем сортировки чистого магнезита.

5. Серьезное внимание должно быть уделено проблеме использования дунитов и серпентинитов. Эти породы должны изучаться комплексно, как возможное сырье для получения металлического магния и как сырье для получения форстеритовых огнеупоров. Кроме того, одновременно должен быть изучен вопрос о хромито-

носности этих пород и возможности извлечения из них никеля и платины. Одновременно эти работы должны быть увязаны с изучением другой разновидности этих пород—анортозитов, как возможного сырья для получения глинозема.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Арутюнян Г. М.* Отчет о поисковых работах на магнезит на восточном побережье оз. Севан в 1940 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

2. *Багдасарян Г. П.* Арзаканское месторождение доломитов. рукопись. Фонд Института Геологических Наук.

3. *Коган Б. И.* Анализ ресурсов воюющих коалиций по магнию. Материалы по минеральному стратегическому сырью зарубежных стран. Рукопись. Изд. АН СССР. 1943 г.

4. *Флоренский А. А.* и *Степанов В.* Я. Строительные и керамические материалы центральной части Нахичеванского края. Вып. 17. Закавказская серия СОПС'а АН СССР, 1936 г.

А. Е. Кочарян

МАРГАНЕЦ

1. Общие сведения

Общая характеристика марганца и его свойства. Марганец входит в VII группу периодической системы Менделеева. Символ Mn, ат. вес 54,95; в соединениях марганец бывает 2—3—4—6 и 7-валентным.

В самородном состоянии в природе не встречается; проявляется в виде окислов, карбонатов, силикатов и других соединений.

Главнейшие минералы марганца приведены в таблице 24.

Таблица 24

Название минерала	Химич. состав	Содерж. марганца	Сингония	Твердость	Уд. вес	Цвет	Цвет черты
Пиролюзит	MnO_2 обычно до 2% H_2O	55—63	Скрыто крист. иногда ромб.	1—5	4,8	От черного до стально-серого	Черный
Вад-псиломелан	nMn_2O_3 MnO_2 mH_2O	40—55	Коллоид.	1—5	3,3—4,7	От железо-черн. до стально-серого	Коричнево-черный
Манганит	Mn_2O_3 H_2O	50—60	Ромбич.	4—5	4,2—4,4	От железо-черного до стально-серого	Красновато коричн., иногда черный
Браунит	Mn_2O_3	60—69	Тетрагон.	6	4,8	От буровато-черного до стально-серого	Буровато-черный до стально-серого
Родонит	$MnSiO_3$	40—50	Триг.	5,5—6,5	3,4—3,68	Розовый, мясо-красный	Белый
Родохрозит	$MnCO_3$	40—45	Гексаг.	3,5—4,5	3,3—3,6	Розовый	Розовый

Среди перечисленных минералов наибольшие промышленные скопления образуют пиролюзит и вад-псиломелан.

Пиролюзит, манганит и псиломелан связаны генетически обычно с экзогенными процессами, остальные минералы встречаются в метаморфизированных или в гидротермальных месторождениях.

Область применения и требования к сырью. Главным потребителем марганцовой руды является металлургия (90% мировой добычи) и отчасти химическая промышленность.

Марганец находит применение в производстве чугуна, стали и сплавов с цветными металлами. Примесь марганца в стали и железе придает им ковкость и вязкость; как окислитель марганец играет роль восстановителя окислов железа при плавке руд. Кроме того, марганец способствует легкому отделению шлаков от металлов, отделению чугуна и удалению из железа вредных примесей—фосфора, кремния и серы.

Сплав марганца с медью дает марганцовую бронзу, с алюминием—дюралюмин, с никелем—манганин, с магнием—электрон. Около 10% мировой добычи марганца идет на изготовление красок, химических препаратов, на очистку светильного газа, на обесцвечивание стекол, выработку цветной глазури, производство гальванических элементов и др.

Качество марганцовой руды, определяемое в основном процентным содержанием в ней марганца, понижается в зависимости от содержания в руде кремнезема, фосфора, железа и других вредных примесей. Требование к марганцовой руде диктуется характером производственного процесса. Доменный процесс использует более бедные руды, но для получения марганцовистых сталей и железа необходимо иметь такую руду, в которой содержание марганца было бы не менее 50%, кремнезема не более 8—9%, фосфора 0,2%, железа 5—6%. Химическая промышленность потребляет руду, в которой большую роль играет содержание перекиси марганца; ее должно быть не менее 70—80%.

Марганцовая руда обогащается путем промывки на отсадочных машинах и обогатительных столах.

Стоимость тонны марганцовой руды с содержанием металлического марганца в ней от 46 до 50% на Нью-Йоркском рынке по официальному курсу 1943 г. колебалась от 4 р. 07 коп. до 4 р. 23 коп.

Что касается пероксидных (химических) руд, то они оцениваются в 4—5 раз дороже металлургических.

Условия образования месторождений и их классификация. Крупные промышленные месторождения марганца возникают в экзогенных условиях. Гидротермальные образования редко приобретают промышленное значение. Известны крупные скопления марганцовых руд метаморфогенного происхождения. Некоторую роль играют также остаточные и инфильтрационные месторождения.

Ниже приводится краткое описание отдельных типов месторождений марганца.

Осадочные месторождения. Марганец, содержащийся в горных породах в том или ином количестве, при их разрушении выносится речными водами в прибрежные полосы морских бассейнов; из образовавшихся коллоидных растворов под влиянием растворенных в

морской воде минеральных солей выпадает марганец в виде илоподобного материала или оолитоподобных стяжений.

Остаточные месторождения. К этому типу относятся марганцовые и железо-марганцовые шляпы, возникающие в зоне окисления марганецсодержащих месторождений и горных пород.

Инфильтрационные месторождения образуются путем осаждения в толще рыхлых поверхностных горных пород растворенных продуктов выветривания марганецсодержащих интрузивов.

Метаморфогенные месторождения. При слабом региональном метаморфизме гидроокислы марганца, образовавшиеся в поверхностных условиях, теряют воду, часто обогащаются кремнеземом и, преобразуясь, дают новые минералы, как, например, браунит, гаусманит, родонит и т. д.

Гидротермальные месторождения марганца генетически связаны обычно с кислыми интрузиями; различают два типа месторождений: жильный и метасоматический. Промышленные скопления гидротермальных марганцовых руд редки.

Главнейшие месторождения и размеры добычи

Крупнейшие месторождения марганца осадочного типа находятся в СССР. К их числу относятся Чиатурское месторождение в Грузинской ССР и Никопольское на Украине.

Наиболее крупные из заграничных месторождений находятся в Индии и на Золотом берегу, в Африке.

Рудные залежи Чиатурского и Никопольского месторождений связаны с олигоценовыми породами и представлены преимущественно пиролюзитом, псиломеланом и манганитом.

Насколько велика, благодаря этим двум месторождениям, роль СССР в мировой добыче марганца, показывает таблица 25*.

Таблица 25

Страны	1913	1929	1935	Уд. вес в %% 1913	1929	1935
	В тыс. тонн					
СССР	1245	1409	2385	52,9	36,8	70,6
Капиталистические страны	1108	2415	990	47,1	63,2	29,4
В том числе:						
Индия	828,1	1010,2	224,8	35,1	26,4	6,6
Золотой берег	—	426,0	405	—	11,1	12,0
Германия			192	—	—	—
Бразилия	122,3	293,3	60,7	5,2	7,7	1,8
Южно-Африканский союз	—	9,4	95,4	—	0,24	2,8
и т. д.						
Всего	2353	3824	3375			

* Разрабатываемые в США и Германии руды низкопроцентны, с содержанием марганца от 10 до 30%, поэтому они не включены в общий итог мировой добычи.

СССР является самым крупным поставщиком марганцовых руд на мировом рынке, причем экспортируется большей частью чиатурская руда, а никопольская идет на покрытие потребностей отечественной металлургии.

Запасы марганцовых руд в главнейших странах приводятся в таблице 26.

Таблица 26

№ п/п	Страны	Запасы марганцовых руд в млн. *т.*
1	Южно-Африканский союз	1018,2
2	СССР	785,0
3	Бразилия	165,7
4	Эквадор	130,0
5	Индия	103,0
6	Уругвай	80,0
7	Австралия	38,2
8	Золотой берег	33,0
9	Прочие страны	115,6
	Итого	2458,7

Запасы марганцовых руд в СССР распределяются по республикам и краям следующим образом (см. таблицу 27):

Таблица 27

№№ п/п	Части СССР	В тыс. *т*
1	Украинская ССР	522,183
2	Грузинская ССР	175,184
3	Азербайджанская ССР	50
4	Казахская ССР	36,786
5	Краснодарский край	33,900
6	Урал	13,700
7	Зап. и Вост. Сибирь	3,007
8	Дальне-восточный край	110
	Всего	784,920

II. Месторождение марганца

Более или менее значительных скоплений марганцовой руды в Армении пока что не выявлено. Несмотря на наличие целого ряда месторождений и рудных проявлений, специальных изысканий и поисков на марганец не производилось. Попутно с разведочными работами и поисками на другие полезные ископаемые осматривалось и описывалось лишь несколько проявлений марганца, причем очень поверхностно.

Экспедицией Института геологических наук Академии Наук

Арм. ССР в 1944 году осмотрены и описаны более или менее значительные скопления марганца в Ноемберянском и Иджеванском районах.

Результаты этих работ позволяют высказать мнение о том, что некоторые из осмотренных месторождений, благодаря содержанию в них богатых пероксидных руд, годных для химической промышленности, могут представить практический интерес (см. рис. 8).

Ниже приводится краткое описание месторождений и проявлений марганца.

1. Сри-гюхское месторождение расположено на ю. и ю.-в. склонах горы Саталмыш, в 4—5 *км* к западу от Сри-гюх Иджеванского района (41°02′ с. ш. и 45°03′ в. д.).

Это месторождение до посещения экспедицией Академии Наук было осмотрено инж.-геологом О. Т. Карапетяном (5); оно приурочено к висячему боку туфоконгломератов, которые образуют резко выступающий на склоне гребень с глыбовой отдельностью. Падение указанных туфоконгломератов на СВ 60° под углом 30—35°. Рудоносная зона в виде полосы шириной 0,5—3 *м* прослеживается вдоль указанного гребня на 1—1,5 *км*, то обнажаясь на поверхности, то уходя под делювиальные отложения.

Марганец залегает в известняках, местами гидротермально измененных и окремненных и, частично, в туфоконгломератах.

По последним данным А. Т. Асланяна,* посетившего Сри-гюхское месторождение марганца в 1944 году, рудовмещающими являются породы сантона и кампана, причем главная масса руды приурочивается к кампанской свите.

Оруденение чрезвычайно неравномерное: участки со сплошным пиролюзитовым оруденением перемежаются с участками, где марганец слагает лишь небольшие включения в сильно окремненных известняках. Нередко оруденение представлено серией прожилков, ориентированных по простиранию рудовмещающих известняков. Мощность подобных прожилков не превышает 1—1,5 *см*; пиролюзит в них кристаллический с сильным металлическим блеском, нередко с отчетливо выраженным лучистым строением агрегатов.

На с.-в. продолжении Сри-гюхского месторождения, в верховьях ущелья „Гомери-дзор", в старое время канавами, ныне засыпанными, была вскрыта пиролюзитовая руда двух основных типов:

а) сплошная пиролюзитовая руда волокнисто-лучистого строения;

б) брекчиевидная руда, в которой пиролюзит образует почковидные скопления и каемки вокруг сильно окремненного, местами замещенного халцедоном известняка.

---

* А. Т. Асланян. К стратиграфии и структуре меловых отложений Иджеванского района Арм. ССР. Рукопись. Фонд Ин-та геологических наук АН Арм. ССР 1945 г.

Наличие почковидных, колломорфных скоплений пиролюзита и халцедона говорит о низкой температуре рудоносных растворов.

В одном из отвалов старых ям Сри-гюхского месторождения был найден обломок богатой магнетитовой руды. Эта находка позволяет предположить, что в старое время сюда возили железную руду и производили плавку ее совместно с пиролюзитовой.

По данным горного инженера Гринева (1), произведенные анализы образцов сри-гюхских руд показали содержание марганца до 60,2% при полном отсутствии фосфора. Однако, местами наблюдалось сильное обогащение руды кремнеземом.

Анализ средних проб марганцовой руды Сри-гюхского месторождения показал: SiO_2 36,02%; Mn 29,22%; Fe 4,24%, фосфор отсутствует (анализы произведены в хим. лаборатории Института геологических наук АН Арм. ССР).

Сри-гюхское месторождение марганца представляет интерес и заслуживает более детального изучения.

2. Сев-карское месторождение находится в 5 *км* к ЮЗ от с. Сев-кар, Иджеванского района (41°01′ с. ш. и 45°09′ в. д.).

Марганцовая руда залегает среди известковистых туфоконгломератов турона, перекрытых туфопесчаниками; мощность рудной зоны 4—5 *м;* по простиранию она прослежена на несколько десятков метров.

Верхняя часть марганценосной зоны, непосредственно примыкающая к вышележащим туфопесчаникам, представлена сплошной пиролюзитовой рудой мощностью 0,5—0,8 *м*; ниже же пиролюзит образует отдельные округлые гнезда от 1 до 25 *см* в поперечнике, которые нередко соединяются друг с другом тонкими кальцит-пиролюзитовыми прожилками. Гнездообразные включения пиролюзита представляют собой нацело или частично замещенные марганцем гальки известковых туфоконгломератов.

Пиролюзит плотный, мелко- и скрытокристаллический, местами, особенно в прожилках, с сильным металлическим блеском.

По данным химических анализов сев-карская марганцовая руда содержит: Mn 31,87%, SiO_2 2,84%, CaO 21.67%, Fe 1.17%, S 0,16%, фосфор отсутствует.

Необходимо отметить, что усиление оруденения под туфопесчаниками, по всей вероятности, обясняется экранирующей ролью последних, задержавших восходящие рудоносные растворы.

3. Ача-джурское рудопроявление расположено в 3—3,5 *км* к З от с. Ача-джур, Иджеванского района.

Это рудопроявление никем пока не исследовано; оно представляет собой оруденелый участок в 200 кв. *м* среди известковых туфоконгломератов, обнажающийся прямо на дороге Сев-кар—кочевки. Рудные тела представлены гнездообразными включениями сплошного пиролюзита округлой формы, слагающими до 50% объема вмещающей породы. Диаметр указанных гнездообразных (почти шарообб-

разных) включений варьирует в широких пределах от нескольких до 50 *см*. Содержание марганца в подобных включениях должно быть порядка 60 –80%.

По данным химического анализа средняя проба марганцовых руд содержит: Mn 39,86%, SiO_2 23,3%, CaO 14,7%, Fe 3,68%.

Крупные, массивного сложения гнезда марганца нередко секутся более поздними прожилками кристаллического пиролюзита.

Помимо отчетливо выделяющихся на рудоносной площади гнезд наблюдается крупная вкрапленность марганца, которая породе придает известную пестроту. Вообще пиролюзитовая руда отличается волокнисто-лучистым строением.

Вышеупомянутые гнездообразные включения образовались в результате полного или частичного метасоматического замещения окислами марганца карбонатных галек туфоконгломератов. Так как цемент последних примерно наполовину также состоял из известковистого материала, то и он, частично, замещен марганцем и превращен в „пеструю" вкрапленную руду.

Легкая и дешевая обогатимость марганцовых руд вообще и указанных „пестрых" руд, в частности, в известной мере повышает экономическую ценность Ача-джурского месторождения марганца, которое, безусловно, заслуживает постановки предварительных поисково-разведочных работ.

Необходимо отметить, что, по всей вероятности, Сев-карское и Ача-джурское и, даже, Сри-гюхское месторождения пиролюзита, несколько отдаленное от первых, следует рассматривать как отдельные участки одного и того же месторождения, при этом литологический состав вмещающих пород и различная степень интенсивности оруденения обусловили их морфологические особенности. Это обстоятельство в известной мере может повысить практическое значение иджеванских месторождений марганца.

4. Калачинское рудопроявление находится примерно в 7—8 *км* к СВ от с. Калача, Ноемберянского района и состоит из двух участков: первый в 2 *км* к ЮЗ, второй—в 3 *км* к западу от горы Какиль.

Калачинское рудопроявление посещал К. Н. Паффенгольц в 1932 году (7), а позднее Ю. А. Арапов и участники экспедиции № 1 Института геологических наук АН Арм. ССР.

Первый участок представляет рудоносную полосу, падающую на СЗ 320° под углом 70° с гнездообразным и прожилковым оруденением; прослеживается она на 60 *м* по простиранию. Размер отдельных гнезд пиролюзита варьирует в пределах от нескольких до 50 *см* в поперечнике.

Марганцовое оруденение приурочено к мергелям мясокрасного цвета и яшмовидным породам верхнего турона—нижнего сенона (7).

Химический анализ образца, взятого Ю. А. Араповым, показал: содержание MnO_2 28.60%, Fe_2O_3 5.58%, Al_2O_3 1.42%, нерастворимый

остаток (SiO_2 и др.) 62.12%. По данным химического анализа штуфной пробы содержание марганца в руде равно 48,38%, CaO 6,64%, Fe 2,12%, сера отсутствует.

На втором участке марганцовое оруденение приурочено к контакту мергелей и порфиритов верхнего мела. Судя по отдельным выходам, руда, повидимому, залегает в виде неправильных жилоподобных тел с неравномерно распределенными по участку гнездообразными включениями и прожилками.

Пиролюзит плотный, местами, особенно в более поздних прожилках, кристаллический—чешуйчатый. Из жильных минералов встречаются кристаллический и халцедоноподобный кварц, агат и медная зелень.

По данным химического анализа штуфа марганцовой руды, взятого Ю. А. Араповым, содержание окиси марганца равно 49,53%, Fe_2O_3 4,39%, Al_2O_3 2,81%, нерастворимый остаток (SiO_2 и др.) 41,5%.

Согласно химическим анализам образцов, взятым участниками экспедиций № 1 Института геологических наук АН Арм. ССР в 1944 г., марганцовая руда второго участка Калачинского рудопроявления содержит: Mn 41,89%, SiO_2 29,85%, CaO 1,17%, Fe 2,01%, S 0,53%, фосфор отсутствует.

По данным К. Н. Паффенгольца и нашим наблюдениям, как на первом, так и на втором участках лишь отдельные части рудного тела представляют богатую пиролюзитовую руду черного или бурого цветов.

5. Коти-гюхское рудопроявление находится в окрестностях с. Коти-гюх, Ноемберянского района и Даш-Салаглы в Азербайджанской ССР.

По данным Паффенгольца (7), здесь в основании сенонских мергелей, лежащих трансгрессивно на туронских (?) порфиритах и туфобрекчиях, встречаются неправильные линзы убогой марганцово-железистой руды явно метасоматического происхождения.

Проведенные две штольнеобразные выработки показали убогость оруденения при мощности оруденелой толщи около 2 *м* и простирании до 15—20 *м*.

Рудопроявления Ноемберянского района Паффенгольц считает неимеющими практического значения и незаслуживающими детальной разведки; однако, автор указывает, что в случае обнаружения новых проявлений марганцовой руды и при эксплоатации Чатахского месторождения железных руд можно будет поставить вопрос о комплексном использовании и марганцовых руд.

И. Г. Магакьян[1] в обосновании генезиса месторождений пишет: „Генезис марганцовых месторождений мы связываем с последней

[1] Магакьян И. Г. О генезисе и перспективах использования железорудных и марганцовых месторождений Северной Армении. Доклад на 1 Сессии Института Геологических Наук Академии Наук Арм. ССР. Рукопись. 1945 г.

стадией гидротермальной деятельности гранитоидов третичного возраста; гидротермы, отложившие свой основной металлический груз и мигрировавшие далеко от породившего их магматического очага, были богаты кремнеземом и содержали железо, марганец, иногда немного меди, кобальта, таллия и др. металлов; кроме того, по пути, проходя через туфо-порфиритовые толщи, сравнительно богатые марганцем, они энергично выщелачивали его, обогащаясь марганцем".

На гидротермальный (эпитермальный) характер месторождений указывает их приуроченность к периферии ореолов оруденения, связанных с Шнох-кульпинской гранодиоритовой интрузией, жильный и гнездовой характер рудных тел, присутствие в рудах гидротермальных минералов—кальцита, халцедона, медной зелени и др., кристаллическая структура пиролюзита, тесная территориальная связь скоплений марганца с гидротермальными месторождениями агата, барита и т. д.

6. Мелкие рудопроявления. Кроме описанных рудных месторождений в кадастре полезных ископаемых (геолфонд Арм. ГГУ) (2, 3) приведен неполный список участков проявления марганцовой руды. Там же хранится работа горного инженера Зурабова (4) „Сведения из архивов и др. материалов о месторождениях марганца в Арм. ССР", в которой, помимо указанных в кадастре проявлений, включены почти все известные до сего времени рудоносные участки, в количестве 76.

Ниже приводится перечень более или менее интересных рудоносных участков, большая часть которых обозначена на прилагаемой карте распределения проявлений марганцовых руд в Арм. ССР (рис. 8).

Кироваканский район

1. Арчутское рудопроявление (2, 3) находится близ с Арчут (40°52′ с. ш., 44°23′ в. д.).

2. Гаджикаринское рудопроявление (2, 3) находится в окрестностях с. Гаджикара (40°49′ с. ш., 44°41′ в. д.).

3. Дзорагюхское рудопроявление расположено вдоль дороги между с. с. Дзорагюх и Качаган, на правом берегу р. Дзорагет.

4. Колагиранское рудопроявление (8) расположено в 2 *км* к ЮЗ от с. Колагиран.

5. Ехегнутское рудопроявление (4) находится в 2 *км* к Ю от ж.-д. ст. Шагали и в 1 *км* к Ю от с. Ехегнут, в местности Огси-Гери-Кар.

6. Молла-Кишлаг-даринское рудопроявление (4) находится в 4 *км* от с. Гаджикара*. Марганцовая руда имеется также в местности между Сурп-Сарган-так и Капутак.

7. Пшик-дзорское рудопроявление (8) находится в 2 *км* к С от Кировакана, по течению р. Памбак.

* В первоисточнике направление не указано.

8. Сармусахлинское рудопроявление (4) находится в 2 *км* от с. Сармусахлу, в местности Каджер. Выходы марганцовой руды имеются также в 2 *км* к ЮВ от горы Карагиз-сар.

9. Дебедское рудопроявление (2, 3) находится у с. Дебед (Хачи-гюх), на склоне горы Алерекс (40°55′ с. ш., 44°39′ в. д.).

10. Шагалинское рудопроявление (2, 3) находится вблизи ж.-д. ст. Шагали, в местности Кадарман (40°54′ с. ш., 44°37′ в. д.).

11. Ягублинское рудопроявление (2, 3) находится близ с. Ягубли, в местности Арчи-кар и Кармир-ванк (40°49′ с. ш., 44°37′ в. д.).

Рудопроявления имеются также в одном километре от местности Бадали-багер, против горы Мардаспан.

Алавердский район

1. Ахпатское рудопроявление (6) находится близ с. Ахпат, на правом берегу р. Дебед.

2. Крватехское рудопроявление (8) находится в 8 *км* к ЮЗ от с. Дебед, на восточном склоне г. Крватех.

3. Кцвук-юртское рудопроявление (8) находится в местности Кцвук-юрт, или Мичи-гадук, между Крватехом и Гели-юртом (сенокосы с. Туманян—Дсех).

4. Неркин-Ракунское рудопроявление (8) находится недалеко от с. Чкалов (Садыбагды) в местности Неркин-ракуна и в 1,2 *км* к СВ от с. Дебед, Кироваканского района.

Рудные выходы марганца имеются также в местности Кариахпри-глух в 1 *км* от Цахкакара.

Степанаванский район

1. Агаракское рудопроявление (4) находится в ущелье Пучурдзор, примерно в 2 *км* к С от с. Агарак.

2. Гергерское рудопроявление (8) находится, примерно, в 6—7 *км* от с. Гергер (арм.), на горе Тодор-Мкоенц-Хечан-аги-тагидзор

3. Гюлагаракское рудопроявление (2, 3) находится у с. Гюлагарак (40°58′ с. ш., 44°28′ в. д.)

Иджеванский район

1. Армутлинское рудопроявление (2, 3) находится вблизи зим. Армутлы (Хач-булах) по р. Джогас (Гиласдзор) (40°52′ с. ш., 44°55′ в. д.).

Ноемберянский район

1. Кохбское рудопроявление (2, 3) находится у кочевки с. Кохб (Кульп) (41°11′ с. ш., 45°29′ в. д.).

Шамшадинский район

1. Алибеклинское рудопроявление (2, 3) находится недалеко от местности Алибекли, в ущелье Барашла.

2. Мосесгюхское рудопроявление (2, 3) находится вблизи с. Мосесгюх (40°54′ с. ш., 45°29′ в. д.).

Дузкяндский район

1. *Дарин-каинское рудопроявление* (2) находится вблизи местности Килиса-мазра, близ зим. Дарин-Кая.

2. *Кайхалинское рудопроявление* (4) находится в мест. Кайхали.

3. *Хачворское рудопроявление* (4) находится вблизи местн. Хачвор (Поратаг).

Красносельский район

1. *Красносельское рудопроявление* (2, 3) находится недалеко от с. Красносельск (40°38′ с. ш., 45°21′ в. д.).

Основные выводы

Для промышленной оценки имеющихся в республике рудопроявлений и месторождений марганца необходимо организовать поисковые и поисково-разведочные работы для оконтуривания рудоносных участков и определения качества марганцовой руды. На основании данных региональной съемки можно рекомендовать лишь разведку рудных месторождений и проявлений, приуроченных к основанию карбонатной толщи верхнего турона—нижнего сенона, т. е. в пределах Иджеванского и Ноемберянского районов, где установлено много марганцовых проявлений. Все остальные проявления, указанные выше в Кироваканском, Алавердском, Степанаванском и др. районах, не имеют практического значения. В случае получения положительных результатов возможно будет поставить вопрос о комплексном использовании их вместе с другими полезными ископаемыми, находящимися недалеко от участков проявления марганцовой руды, как, например, в Ноемберянском и Кироваканском районах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вестник* горного дела и орошения на Кавказе. 1900 г.

2. *Всесоюзн.* геолфонд. Кадастр полезных ископаемых. Арм. геолфонд.

3. *Галадж К. С.*—Геолого-разведочные работы в ССР Армении. 1930 г. Армгеолфонд.

4. *Зурабов Я. Е.*—Сведения из архивов и других материалов о месторождениях марганца в Арм. ССР. Армгеолфонд.

5. *Карапетян О. 1.*—Геологический очерк ССР Армении (Материалы по районированию). Вып. 1, 1928.

6. *Меллер В.* и *Денисов Д. М.*—Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказского края. 1917 г.

7. *Паффенгольц К. Н.*—Армутли-Кульп. (Геологический очерк междуречья среднего и нижнего течений р. р. Акстафа и Дебед (ССР Армении). Труды Всесоюзн. геолого-разведочного объединения, 1934 г., вып. 353, НКТП СССР.

8. Список месторождений полезных ископаемых (фонд Арм. ГГУ).

С. А. Мовсесян и О. С. Степанян

МЕДЬ

I. Общие сведения

Общая характеристика меди и ее свойства. Медь Cu входит в I группу периодической системы элементов Менделеева. Пор. число 29, ат. в. 63,57, уд. в. 8,93. Темп. пл. 1083°, темп. кип. 2336°. Цвет меднокрасный. Блеск металлический. Черта металлическая, блестящая. Не прозрачна. Медь обладает большой прочностью, вязкостью, легко куется и прокаливается. Хороший проводник электричества.

Медь встречается в природе в самородном виде и в соединении с другими элементами в виде различных минералов, число которых достигает 80. Главнейшие из них приводятся в табл. 28.

Таблица 28

№№ пп	Название минерала	Химическая формула	% содержание меди
1	Халькопирит	$CuFeS_2$	34,5
2	Борнит	$3—5\ Cu_2S\ Fe_2S_3$	55,57
3	Халькозин	Cu_2S	79,83
4	Ковеллин	CuS	66,44
5	Тетраэдрит	$3—6\ Cu_2SSb_2\ S_3$	до 54
6	Теннантит	$3—6\ Cu_2SAs_2\ S_3$	
7	Энаргит	$3\ Cu_2\ 3\ As_2\ S_5$	48,86
8	Куприт	Cu_2O	88,8
9	Тенорит	CuO	79,86
10	Малахит	$Cu\ CO_3\ Cu\ (OH)_2$	71,9
11	Азурит	$2\ CuCO_3\ Cu(OH)_2$	69,21
12	Хризоколла	$CuSiO_3\ 2H_2O$	36,0

Основным источником для извлечения меди являются сульфиды и среди них халькопирит и халькозин, которые дают до 85% мировой добычи этого металла. Халькопирит является основным из сульфидов меди, первичным ее соединением, из которого при про-

цессах окисления образуются многие другие вторичные минералы меди—сульфиды, окислы, карбонаты и др. 10% мировой добычи дает самородная медь и около 5% ее—кислородные соединения: тенорит, малахит, азурит и др.

Область применения и требования к сырью. Благодаря своей высокой электропроводности медь находит широкое применение в электротехнической промышленности, преимущественно для производства проводов и различной арматуры. В чистом виде медь применяется также в химической промышленности для изготовления различной аппаратуры—котлов, холодильников, змеевиков, труб; в красильном деле—для окраски стекла и эмалей, в выработке препаратов для борьбы с вредителями в сельском хозяйстве и пр.

Бронза (сплав меди с оловом), латунь (сплав меди с цинком) и различные сплавы меди с алюминием, никелем, свинцом, марганцем, хромом, сурьмой и другими металлами широко используются в машиностроении для изготовления отдельных деталей машин и станков, измерительных приборов, боеприпасов и пр.

Промышленными для меди считаются руды с содержанием металла в руде 0,8—1,0% и выше. В комплексных месторождениях, где наряду с медью руды содержат и другие ценные металлы, как молибден, цинк, свинец и др., предельное процентное содержание меди для промышленных руд может быть снижено до 0,5—0,6.

Низкопроцентные медные руды и комплексные руды до плавки подвергаются обогащению, главным образом, методом флотации. Полученные медные концентраты, содержащие от 10—12 до 23% меди, проплавляются в отражательных печах. В последнее время в ряде стран плавка медных руд и концентратов осуществляется также и в электропечах Ватержакетные медеплавильные печи, как менее практичные, постепенно выходят из употребления.

Путем обогащения и последующей металлургической переработки получается не менее 75% всей производимой ежегодно меди. Около 15% меди получается путем гидрометаллургической переработки и лишь 10% извлекается путем непосредственной плавки медных руд. Степень извлечения меди различна для разных сортов руд и колеблется в пределах от 85—86 до 90—92%. Полученная черновая медь содержит 98,7—99,3% металлической меди. Остальные 1,3—0,7% составляют различные вредные примеси—мышьяк, свинец, висмут и др. В отдельных случаях черновая медь содержит благородные металлы—золото и серебро.

Удаление примесей из меди производится, главным образом, путем электролитического рафинирования.

Цены на медную руду изменчивы и различны для разных месторождений. Так, например, тонна-процент медной руды (с содержанием меди 2,0—3,5%) Шамлугского и Алавердского рудников (Армения) отпускается Алавердскому медеплавильному заводу франко-завод за

12 руб. 50 коп. Кафанские рудники поставляют медной обогатительной фабрике руду с содержанием меди в 2,5—3,2% по 25—28 руб. за одну тонну. Тонна-процент Кафанского медного концентрата стоит 18 руб. и соответственно одна тонна медного концентрата (с 15% содержанием меди)—270 руб. Заводская себестоимость тонны черновой меди Алавердского медеплавильного завода в 1942 г. была равна 3495 р. 47 коп., отпускная цена—4000 руб.

Условия образования месторождений меди и их классификация. Содержание меди в земной коре равно, по Вернадскому, 0,01%. Медь относится к халькофильным элементам и генетически связана, главным образом, с кислыми интрузиями.

Промышленные месторождения меди принадлежат к различным генетическим типам: гидротермальным, магматическим, контактово-метасоматическим и частью инфильтрационным. Среди них резко преобладающее значение имеют гидротермальные месторождения, которые дают около 90% мировой добычи меди; месторождения остальных типов играют подчиненную роль.

1. Гидротермальные месторождения представлены, в основном, месторождениями средних глубин—*мезотермальными*, в то время как *гипотермальные* и *эпитермальные* месторождения встречаются сравнительно редко.

В мезотермальных месторождениях в ассоциации с халькопиритом встречаются: пирит, блеклые руды, молибденит, сфалерит, галенит. Нередко медные руды содержат золото и серебро в количествах, допускающих их попутное извлечение. Из нерудных минералов обычны: кварц, карбонаты, барит, серицит, пирофиллит, хлорит, гипс и др.

По Наковнику, среди гидротермальных месторождений меди по условиям выделения рудной массы различают месторождения: а) порфировых или вкрапленных (рассеянных) руд в интрузивных породах, б) вкрапленных руд метасоматического типа в песчаниках (медистые песчаники), в) жильные месторождения и г) колчеданные залежи.

Около половины мировых запасов меди приходится на порфировые руды, одна четверть на медистые песчаники, а остальное на жильные месторождения и колчеданные залежи.

Порфировые руды представлены мелкой вкрапленностью рудных минералов и сульфидными прожилками, приуроченными к кислым интрузивным породам—различным гранитоидам и их дериватам — гранит-порфирам, гранодиорит-порфирам, сиенит-порфирам и др.

Содержание меди в первичных рудах порфирового типа, как правило, низкое и колеблется в пределах от 0,4 до 0,8—1,0%, редко больше. В зонах вторичного сульфидного обогащения и окисления содержание меди в руде достигает 1—2%. Благодаря крупным раз-

мерам минерализованных участков подобные месторождения обладают громадными запасами руд. Низкий процент меди в порфировых месторождениях компенсируется дешевизной системы горных работ, ибо характер залегания порфировых руд позволяет производить добычу открытыми работами. Этим способом добывается почти половина медных руд в США.

К числу месторождений порфировых руд (типа copper porphyry) относятся: Коунрад в СССР (с запасами более 3 млн. *т* меди) и Бощекуль (1,5 млн. *т* меди) в Казахской ССР, Алмалык (2 млн. *т* меди) в Узбекской ССР, Каджаран (Пирдоудан) (1,2 млн. *т* меди) и Агарак (0,5 млн. *т* меди) в Армянской ССР. Среди указанных месторождений Каджаран, Агарак и Коунрад обладают наряду с медью значительными запасами молибдена.

К этому же типу относятся крупнейшие медные месторождения мира—Бингхем, в штате Юта, США (6 млн. *т* меди), Чукикамата (14,5 млн. *т* меди) в Чили и др.

Месторождение типа медистых песчаников имеют пластообразную и линзообразную формы. Рудные минералы концентрируются в песчаниках, в которых они образуются метасоматическим путем в результате замещения известковистого цемента песчаников. Среднее содержание меди в медистых песчаниках обычно достигает 2—3%. К этому типу относятся месторождения: Джезказган (3 млн. *т* меди) в Казахской ССР, Катанга (6 млн. *т* меди) в Бельгийском Конго и месторождения в Северной Родезии (9 млн. *т* меди).

Жильные медные месторождения средних глубин имеют широкое распространение. По запасам руд они, как правило, уступают месторождениям первых двух типов. К их числу относятся: Успенский рудник в Казахской ССР, Кафанское (Зангезурское) месторождение в Армянской ССР, Мерисское месторождение в Аджарской АССР и др.

Жильное месторождение Бьютт, в штате Монтана, США, обладает запасами меди в 8 млн. *т*.

Известны жильные и других типов медные месторождения больших и малых глубин (гипотермальные и эпитермальные), в которых медь встречается в ассоциации с другими металлами.

Линзообразные гидротермальные месторождения меди встречаются сравнительно редко и отличаются высоким содержанием металла в руде (3—7%). Примером могут служить Ленинские и Шамлугские рудники в Алавердском районе Армянской ССР.

К этой же группе следует отнести месторождение Кедабек в Азербайджанской ССР, а также колчеданные залежи Урала, Алтая, Казахской ССР, а из зарубежных месторождений Рио-Тинто в Испании и др.

К гидротермальной группе следует отнести также и *контактово-метасоматические* месторождения меди. Они приурочены к скарнам, мраморизованным известнякам и другим контактовым по-

родам, образовавшимся воздействием интрузии гранитоидов на вмещающие толщи. В месторождениях этой группы наряду с халькопиритом встречаются пирит, пирротин, магнетит, гематит, молибденит, блеклые руды, сфалерит, галенит и др. Контактово-метасоматические месторождения хотя и встречаются часто, однако немногие из них имеют промышленные скопления меди и в общем балансе запасов меди они составляют всего 1,5—2%. Из медных месторождений СССР, принадлежащих к этому типу, следует отметить: Туринские рудники на Урале, Уленьские, Темирские в Актюбинской области Казахской ССР, Мисхана и Сисимадан в Армянской ССР.

2. Магматические месторождения редко дают промышленные концентрации меди и составляют 1—1,5% в общем балансе мировых запасов меди. Они генетически связаны и локально приурочены к габбро и норитам. Медь встречается в ассоциации с пирротином, пентландитом, минералами металлов платиновой группы и кобальта и в этом комплексе, как правило, является второстепенным элементом. Содержание меди в рудах магматических месторождений не превышает 1,5%.

В Советском Союзе месторождения магматического типа известны в двух местах—в Таймырском округе Красноярского края (Норильское месторождение) и на Кольском полуострове (месторождение Монче-тундры). К этому же типу относится крупное месторождение Седбери в Канаде, с запасами меди до 5 млн. *т*.

3. Месторождения поверхностного генезиса концентрируют в себе сравнительно незначительное количество меди. К ним относятся цементационные (инфильтрационные) месторождения, которые в сущности представляют зоны сульфидного обогащения и окисления медных месторождений. Медь представлена в них вторичными минералами — борнитом, халькозином, ковеллином и самородной медью.

В ряде месторождений зоны вторичных сульфидов (обогащения) представляют наибольший практический интерес, ибо содержание меди в них бывает значительно выше, чем в зонах первичных руд.

К инфильтрационным месторождениям относятся также медистые песчаники Приуралья.

К этой же группе можно отнести медистые сланцы Мансфельда (Германия); по мнению ряда исследователей, они образовались путем химического отложения руд в крупных водных бассейнах и могут быть отнесены к группе осадочных месторождений.

Запасы руд и размеры выплавки меди

Мировой запас меди в руде к началу 1934 года определялся приблизительно в 110 млн. *т*; 15% из этого количества приходилось на долю Советского Союза, который, имея в 1934 году разведанных запасов меди около 17 млн. *т*, занимал четвертое место в мире после США, Сев. Родезии и Чили.

В настоящее время мировые запасы меди значительно увеличились, в особенности по СССР. В 1941—42 гг. Советский Союз по запасам меди вышел на третье место в мире.

Общие запасы меди в руде по республикам и краям СССР распределяются в следующем виде (см. табл. 29):

*Таблица 29**

Республики и края	Запасы меди (в % к общему балансу)
1. Казахская ССР . . .	52,34
2. Р С Ф С Р	22,30
В том числе	
а) Свердловская и Челябинская области	19,83
б) Башкирская АССР	3,00
в) Краснодарский край	1,00
г) Чкаловская область	2,14
д) Прочие районы РСФСР	2,33
3. Узбекская ССР . . .	15,64
4. Армянская ССР . . .	9,20
5. Остальные союзные республики	1,12
	100,00

Распределение запасов меди СССР по основным промышленным типам руд, по данным на 1.I. 1938 г., представляется в следующем виде (см. табл. 30).

Таблица 30

Типы месторождений руд	Запасы по категориям $A+B+C_1+C_2$ (в % к общему балансу)
1. Медно-порфировые	52,2
2. Медистые песчаники	20,2
3. Медистые колчеданы	14,6
4. Жильные	1,7
5. Контактово-метасоматические	1,5
6. Прочие типы	9,8
	100,0

По выплавке меди Советский Союз занимает первое место в Европе и пятое в мире. Согласно статистике „Mineral Industry" динамика роста выплавки меди по странам представляется в следующем виде (см. табл. 31 в тоннах).

* „Геологическая изученность и минерально-сырьевые ресурсы СССР", изд. 1939 г.

Таблица 31

Страны	1913 г.	1929 г.	1938 г.
Австралия	47,326	14,496	19,868
Австрия	4,135	3,654	2,100
Африка	25,411	156,547	358,707
Боливия	3,658	4,8 9	2,883
Великобритания	305	—	—
Германия	25,309	27,000	31,752
Испания и Португалия	36,901	42,162	34,441
Италия	1,626	—	—
Канада	34,587	137,743	263,269
Куба	3,517	16,296	13,427
Мексика	52,815	68,371	41,425
Норвегия	11,156	16,954	19,700
Ньюфаундленд	549	—	5,443
Перу	25,715	47,606	36,307
СССР	54,696	48,665	98,000
США	525,529	641,738	502,072
Турция	508	—	—
Финляндия	—	—	13,116
Франция	—	—	1,000
Чили	40,159	221,976	351,370
Швеция	1,524	1,200	8,000
Югославия	—	25,460	41,992
Япония	73,152	79,761	77,000
Прочие страны Азии	—	—	53,693
Прочие страны	—	20,000	6,000
Всего	968.578	1.577.528	1.981.565

II. Месторождения меди

Добыча меди в Армении производилась еще в глубокой древности. Алавердская и Кафанская группы медных месторождений эксплоатируются, с небольшими перерывами, с начала XVIII в по сей день.

Благодаря проведенным за последние 15 лет геолого-разведочным работам в Армении были выявлены новые и среди них крупные месторождения меди, а по действующим рудникам значительно увеличены промышленные и перспективные запасы.

До Октябрьской революции общие запасы меди исчислялись несколькими десятками тысяч тонн, а на 1.I.1944 г. они достигли 1900000 *т* и составляли около 9% общих запасов меди по СССР в целом. Эта цифра не является пределом, ибо ряд известных медных месторождений еще не разведан, а отдельные перспективные по меди районы не изучены детальными поисковыми работами,

Громадный рост общих запасов меди за сравнительно короткий период объясняется, в первую очередь, выявлением и разведкой двух крупнейших месторождений—Каджаранского и Агаракского, имеющих всесоюзное значение.

Рис. 10. Карта медных и молибденовых месторождений.

Из указанных общих запасов лишь незначительная часть—4,4% приходится на действующие Кафанские, Шамлугские и Алавердские рудники, которые принадлежат к так наз. месторождениям богатых руд жильного и штокового типа, с содержанием металла в рядовой руде 2—5%. Остальное количество, точнее—94% общих запасов меди в Армении, приходится на Каджаран (1 090 000 *т*) и Агарак (713 000 *т*), относящиеся к месторождениям рассеянных (вкрапленных и штокверково-вкрапленных) руд с содержанием меди в руде от 0,5 до 1,0—1,5 %.

Наряду с медью Каджаранское и Агаракское месторождения обладают весьма значительными запасами молибдена.

Отсюда ясно, что будущее медной промышленности республики связано, в основном, с освоением месторождений вкрапленных руд—Каджарана и Агарака.

В настоящее время медь добывается на Алавердских и Кафанских рудниках. Добываемая на Алавердских (Шамлугском и Ленинском) рудниках медная руда проплавляется без обогащения, в ватержакетных и частью отражательной печах Алавердского медеплавильного завода. Кафанская руда обогащается на местной обогатительной фабрике и поступает на указанный завод в виде медных концентратов.

Годовая производительность Алавердского медеплавильного завода с его одной отражательной и тремя ватержакетными печами достигает 15 000 *т* черновой меди. Однако, он работает неполной мощностью вследствие того, что вырабатываемый на Кафанской обогатительной фабрике медный концентрат далеко не полностью загружает отражательную печь завода.

Своего максимального развития медная промышленность Армении достигла в 1941 г. В этот год выплавка черновой меди достигла 9831 *т*, медная промышленность республики дала рост на 30% по черновой меди и на 63% по медным концентратам. Однако, в последующие годы, в силу причин, вызванных Отечественной войной, выплавка черновой меди снизилась до 7600 *т* в 1942 г. и 4 278 *т* в 1943 г. В 1944 г. производство меди повысилось и достигло 6 268 *т*.

Число месторождений медных руд по Армении достигает четырех десятков. Они группируются, в основном, в двух металлогенических провинциях, в Южной Армении—в Кафанском и Мегринском районах (Зангезур) и в Северной Армении—в Алавердском и прилегающих к нему районах (см. рис. 10).

Медные месторождения южной Армении

В южной Армении, или точнее, в *Зангезурском* рудном районе, сосредоточены основные медные богатства Республики—97,7% всех запасов меди. Здесь известны более 30 месторождений медных руд, многие из которых не изучены или изучены слабо, некоторые из них эксплоатируются, другие находятся в стадии промышленной разведки (см. рис. 11).

К числу действующих относится группа *Кафанских месторождений*. *Каджаран* (Пирдоудан), который по запасам меди и молибдена относится к крупнейшим месторождениям Союза ССР, находится в стадии промышленной разведки. Разведанные еще на 1.I.1941 г. запасы дали основание приступить в 1941 г. к промышленному освоению месторождения—к строительству крупного медно-молибденового комбината с обогатительной фабрикой. Строительство, которое было временно законсервировано в июле 1941 г. в связи с военной обстановкой, с начала 1944 г. вновь возобновлено. К числу достаточно разведанных месторождений Зангезура следует отнести также и *Агарак*, обладающий запасами меди до 713 000 *т* и молибдена около 71 000 *т*.

Указанные месторождения находятся в весьма благоприятных экономических условиях, в связи с чем медная промышленность в южной Армении имеет широкие возможности для своего развития.

Кафанские рудники связаны непосредственно с железной дорогой, поскольку Кафан является конечной станцией ветки ж.-д. линии Баку—Джульфа—Ереван. Каджаранское месторождение связано с Кафаном грунтовой дорогой протяжением в 35 *км*, пригодной для автомобильного движения. Агаракское месторождение расположено в 10 *км* от ж.-д. линии Ереван—Джульфа—Баку и соединено с ней грунтовой дорогой. Такая же дорога протяжением около 40 *км* связывает Агарак с Каджараном.

Таким образом, расположенные недалеко друг от друга и связанные между собой железной и грунтовыми дорогами, Кафанские рудники, Каджаранское и Агаракское месторождения представляют собой одну мощную рудную базу, обеспеченную для своего развития не менее мощной энергетической базой. Проблема энергоснабжения всей промышленности южной Армении может быть с успехом разрешена постройкой ряда ГЭС на р. Базарчай—Воротан, располагающей зарегулированной мощностью свыше 200 000 *квт*.

К числу положительных сторон экономики южной Армении следует отнести наличие Кафанского медного комбината с обогатительной фабрикой и местные кадры горнорабочих.

Основные черты геологического строения и металлогении южной Армении

Южная Армения представляет собой область Альпийской складчатости, крупных разломов и поднятий. В геологическом строении этой области принимают участие следующие толщи: метаморфические сланцы и вулканогенные породы докембрия или нижнего палеозоя, вулканогенные и осадочные толщи юрского, мелового и третичного возрастов. Все упомянутые толщи сложены в крупные складки общекавказского простирания, усложненные дизъюнктивными нарушениями. Возраст последней фазы складчатости—послеолигоценовый.

Вулканогенные породы прорваны мощной интрузией гранитоидов, слагающих южную половину Зангезурского (Конгуро-Алангязского)

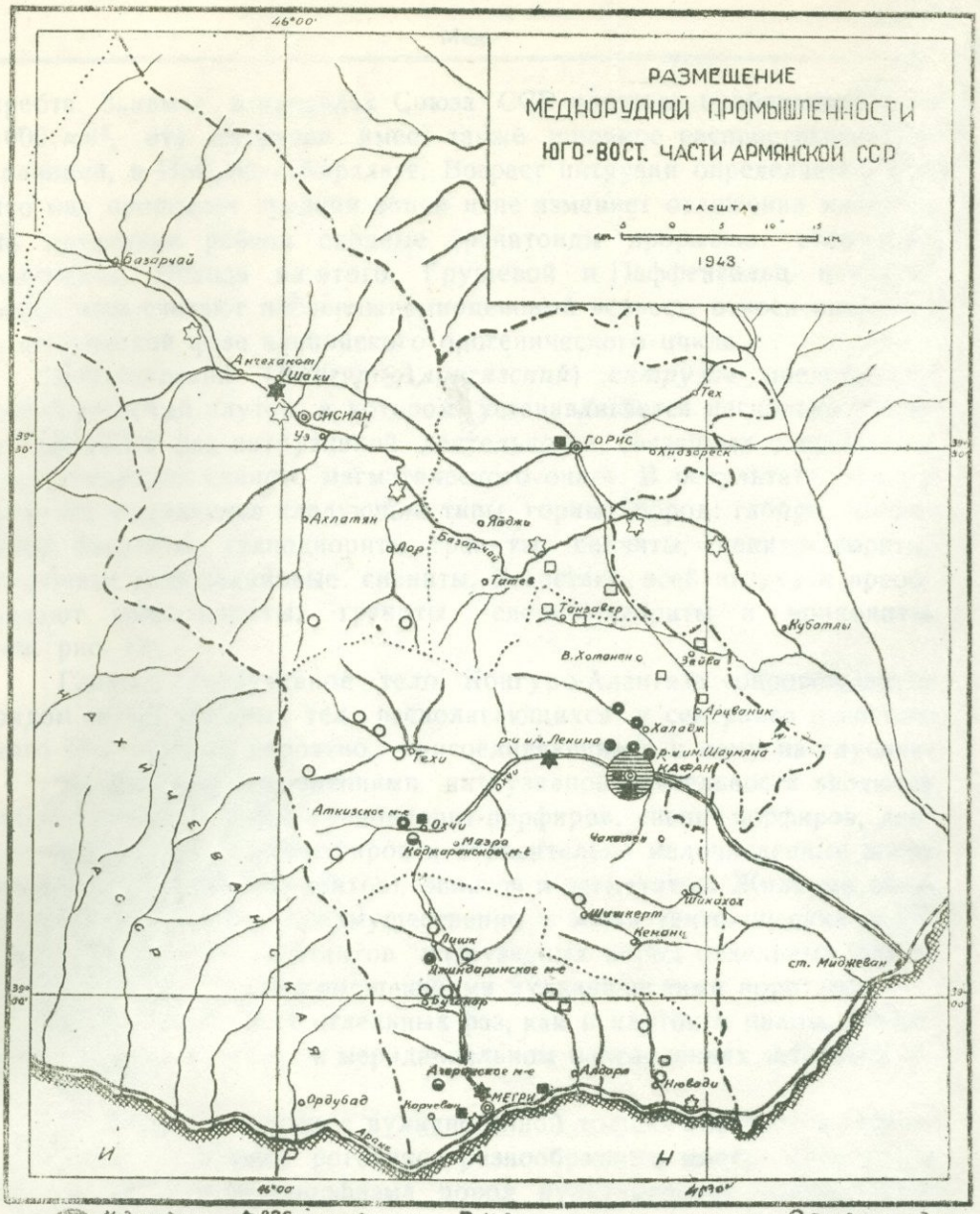

РАЗМЕЩЕНИЕ
МЕДНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ЮГО-ВОСТ. ЧАСТИ АРМЯНСКОЙ ССР
МАСШТАБ
1943
46°00'
39°30'
39°00'
Базарчай
Анчеханот
Шаки
СИСИАН
Уз
ГОРИС
Тех
Ахлатян
Яджи
Дор
Базар-чай
Татев
Тонзавер
Куватлы
В. Хотанан с
Звейа
Арцванник
Халаджи
Р-и им. Ленина
Р-и им. Шаумяна
КАФАН
Техи
Охчи
Аткизское м-е
Мазра
Коджаранское м-е
Чакатин
Шихахох
Шишкерт
Кенанц
Лишк
Ахидаринское м-е
Булгар
ст. Миджеван
Алаверское м-е
Алдара
Ниводи
МЕГРИ
Орбубад
Карчевн
Арах
АРМЯНСКАЯ ССР
И Р А Н
Медкорудная промышленность
ГЭС существующие
Возможные точки строительства ГЭС
Медные месторождения эксплоатируемые
" " имеющие пром. значение
" " мало изученные
Проявление медных рудоносных
Известняки
Строительные камни

Рис. 11

хребта. Занимая в пределах Союза ССР площадь приблизительно в 1000 *км*², эта интрузия имеет также широкое распространение за границей, в Иранском Карадаге. Возраст интрузии определяется тем, что она прорывает средний эоцен и не изменяет отложения миоцена. За пределами района сходные гранитоиды прорывают отложения олигоцена. Исходя из этого, Грушевой и Паффенгольц наиболее вероятным считают поленижнемиоценовый возраст, относя интрузию к штирийской фазе альпийского орогенического цикла.

Зангезурский (*Конгуро-Алангязский*) *интрузив* представляет собой сложный плутон, в котором устанавливается несколько последовательных фаз интрузивной деятельности, связанных с процессом диференциации единого магматического очага. В результате этого в плутоне выделяются следующие типы горных пород: габбро, монцониты, банатиты, гранодиориты, граниты, сиениты, сиенито-диориты, щелочные и нефелиновые сиениты. В составе всей интрузии преобладают гранодиориты, граниты, сиенито-диориты и монцониты (см. рис. 12).

Главное интрузивное тело Конгуро-Алангяза сопровождается рядом менее крупных тел, располагающихся у северного и восточного его краев и, вероятно, присоединяющихся к нему на глубине.

Последними проявлениями интрузивной деятельности являются многочисленные дайки гранодиорит-порфиров, сиенит-порфиров, диорит-порфиров и альбитофиров и относительно малочисленные жилы лампрофиров (микродиоритов), аплитов и пегматитов. Жильные образования приурочены преимущественно к зонам тектонических нарушений, к области контактов интрузивных пород отдельных фаз, а также к их контактам с вмещающими вулканическими породами.

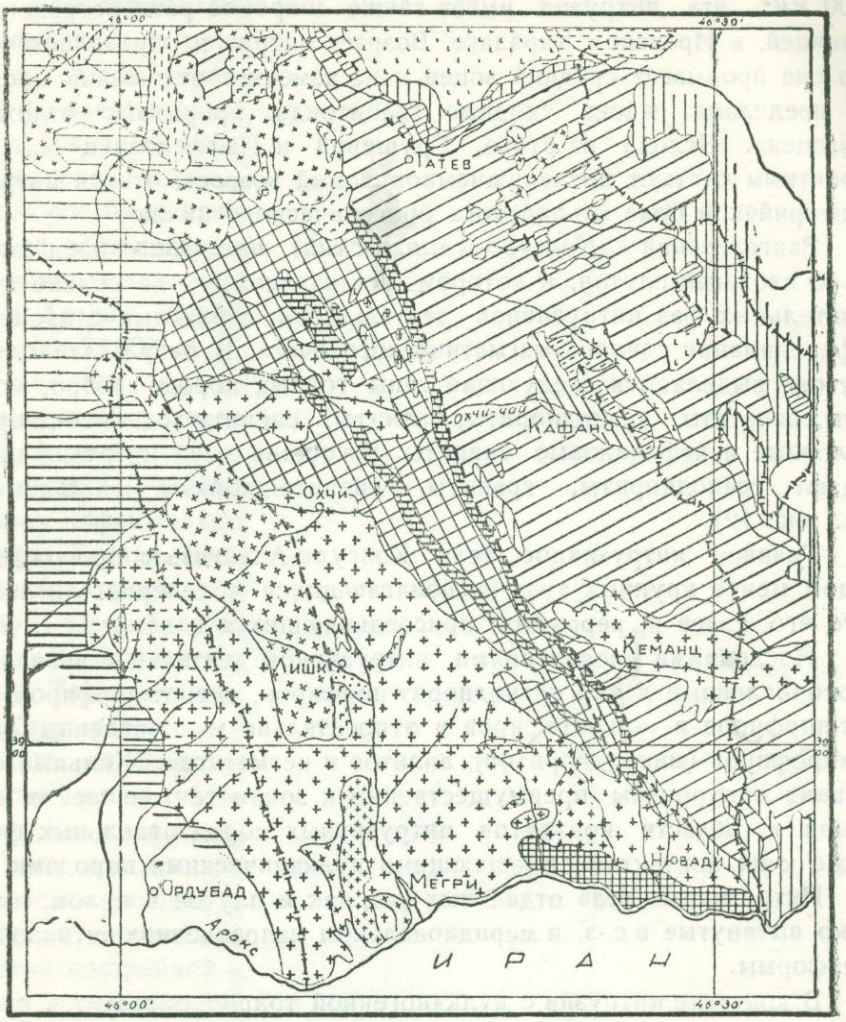
Интрузивные тела отдельных фаз, как и плутон в целом, имеют резко вытянутые в с.-з. и меридиональном направлениях штокообразные формы.

В контакте интрузии с вулканогенной толщей образуется сплошной ореол контактных роговиков разнообразного минералогического состава. За счет метаморфизма пород вулканогенной толщи возникают, главным образом, серицито-кварцевые, кварц-серицито-андалузитовые, биотито-роговообманковые, кварц-серицито-полевошпатовые роговики, скарны, мраморизованные известняки и другие виды контактных роговиков.

Процессы эндоконтактового метаморфизма выражены значительно слабее и проявляются в амфиболизации и эпидотизации интрузивных пород и лишь в более редких случаях в интенсивном окварцевании, вплоть до образования серицито-кварцевых и полевошпатово-серицито-кварцевых роговиков.

Конгуро-Алангязская интрузия по своему составу, особенностям главных породообразующих минералов, а также структуре самого плутона имеет много сходных черт с третичными интрузиями Главного Кавказского хребта и Закавказья. Ее можно сравнить также

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АРМЯНСКОЙ ССР



Аллювий и делювий. Четвертичные лавы. Миоплиоцен(?) Сланцево-песчаниковая, угленосная толща. Миоцен. Диатомовые глины Миоцен. Вулк. толща. Олигоцен. Вулк. толща. Эоцен. Вулк. толща. Мел. Разнообразные известняки, песчаники, мергели и др. Верх. юра. Толща известняков Юра (верх. и ср.) Вулк. толща. Н. юра. Свита кварцевых порфиритов. Н. юра. Вулк. толща. Н. палеозой. Вулканогенные породы, частью рассланцованные. Н. палеозой Известняки, рассланц. и метаморф. Кембрий-донембрий Метаморф. сланцы Граниты, порфировидные гранодиориты. Гранодиориты, сиенито-граниты, сиениты, монцониты, диориты. Сиенито граниты Агаранского типа. Баматиты. Габбро, габбро-диориты и др. Щелочные фации Мегринской интрузии. Кварцевые порфиры. Линии тектонических нарушений

5 0 5 10 км.

Описываемую область, благодаря деятельности постмагматических эманаций крупного Конгуро-Алангязского плутона, можно отнести к числу богатейших металлоносных районов Союза ССР. Здесь, на сравнительно небольшой площади (около 1000 $км^2$), охватывающей собой Мегринский и Кафанский районы Армянской ССР и Ордубадский район Нахичеванской АССР, в самой интрузии и в примыкающей к ней зоне вмещающих вулканогенных пород известны более 40 месторождений полезных ископаемых, не считая мелкие рудопроявления, некоторые из которых эксплоатируются, другие находятся в стадии промышленного освоения или же предварительного изучения.

Достаточно отметить *Кафанскую группу* медных и полиметаллических рудников, *Каджаранское*, *Агаракское*, *Джиндаринское*, *Урумисское*, *Паракачайское* медно-молибденовые месторождения, *Паракачайское* месторождение андалузита и др.*

Среди месторождений выделяются два основных генетических типа:

1. Контактовые, представленные небольшим числом мелких месторождений магнитного железняка со слабыми признаками меди (Гярд, Ганза, Кефашен, Паяган и др.), довольно крупными скоплениями андалузита в серицито-кварцевых роговиках (вторичных кварцитах) у истоков р. Парака и скарнами с молибденитовым и шеелитовым оруденением в верховьях р. Гехи.

2. Гидротермальные, представленные многочисленными проявлениями медных, полиметаллических и, главным образом, медно-молибденовых руд.

К зоне регионального нарушения в центральной части главного интрузива приурочены медно-молибденовые руды рассеянного типа — Каджаран, Агарак, Джиндара. Вблизи этой зоны известен ряд сравнительно мелких медных и полиметаллических месторождений жильного типа (Аткез, Тей, Тагамир, Пирзами).

Вдоль западного контакта интрузии, внутри нее известен ряд жильных медных и медно-молибденовых месторождений, образующих почти непрерывную рудоносную полосу (Парака, Урумис, Каплан, Нус-нус).

Значительно дальше от главного интрузивного поля, но вблизи мелких выходов интрузивных пород, проявляются медные и полиметаллические руды Кафанских рудников, представленные, главным образом, жильным типом.

Проведенные Мовсесяном исследования в центральной части Конгуро-Алангязского хребта позволяют сделать следующие выводы: мощные поствулканические процессы, обусловившие интенсивную

* В литературе, в частности в работах Иванова и Курнакова, имеются указания на наличие крупных рудопроявлений также и на продолжении Конгуро-Алангязского плутона в Иранском Карадаге.

минерализацию пород и образование рудных месторождений района, генетически связаны, в основном, с самой молодой фазой сложного третичного плутона района, с наиболее кислыми, а следовательно и более богатыми летучими составными частями—порфировидными гранодиоритами.

Рудные месторождения, за редкими исключениями, территориально приурочены к интрузиям района. Рудопроявления локализуются, главным образом, в периферической части интрузии, вблизи контакта последней с вмещающей вулканогенной толщей, вдоль линий крупных региональных нарушений, а также вдоль относительно мелких разломов сев.-вост. и сев.-зап. простирания, заполненных дайками гранодиорит-порфиров, альбитофиров и другими жильными породами дорудного возраста. Кроме того, наблюдается территориальная связь минерализации с контактами между интрузивными породами различных фаз.

В распределении различных рудных месторождений района, как и отдельных металлов в пределах одного и того же месторождения, часто обнаруживается довольно отчетливая первичная зональность, выражающаяся в том, что ближе к родоначальной интрузии расположены молибденовые и медно-молибденовые, в периферии интрузивного массива—медные и полиметаллические, а еще дальше—свинцово-цинковые месторождения.

Характерными для металлогении района металлами являются *медь и молибден*. Наряду с ними широко распространено и *железо* в виде магнетита, гематита и пирита. *Свинец* и *цинк* играют подчиненную роль. Более ничтожное распространение имеют: *мышьяк*, *серебро* и *вольфрам*, лишенные самостоятельного практического значения. Кроме них в рудах месторождений района встречаются в весьма ничтожном количестве: *висмут*, *золото*, *олово* и *ванадий*. Остается невыясненным вопрос о наличии *рения*, обычно связанного с молибденитом.

Интересны процессы концентрации *алюминия* в виде минерала андалузита, обусловленные, вероятно, местной миграцией металла в связи с постмагматическими процессами, имевшими место в тех участках экзоконтакта, где, повидимому, вследствие наличия крупных разломов широко протекали явления контактового метасоматизма.

1. Кафанское медное месторождение

Одщие сведения. Кафанское, или, как многие называют, Зангезурское месторождение, дающее 65—70% вырабатываемой в Армении меди, расположено в Кафанском районе, у районного центра Кафан, в бассейне среднего течения р. Охчи (46°26′ в. д. и 39°14′ с. ш.). Гор. Кафан связан жел. дорогой с Баку и с Ереваном.

Кафанское месторождение объединяет в себе ряд действующих и несколько заброшенных рудников, а также месторождения, частью неизученные, частью не имеющие практического значения.

Рудное поле занимает площадь в 20—25 *км*². Из пяти действующих рудников четыре—рудники №№ 1—2, 5—6 (Комсомольский), 7—10 (им. Берия) и Капитальная штольня—расположены непосредственно к северу от Кафана в системе р. Каварт и составляют Ленинскую группу рудников. *Рудник им. Шаумяна*, дающий, в отличие от первых, полиметаллическую руду, расположен в 3 *км* к СВ от Кафана (по прямой линии).

К числу заброшенных рудников, представляющих, по архивным материалам, значительную практическую ценность, относятся Мецмагара, Хрда, М. и Б. Барабатум, Хазна, Беюк и др. в пределах Ленинской группы, рудники Халадж и Чинаридзор в районе Шаумянского месторождения, и др.

Из числа малоизученных месторождений следует отметить Норашеник, Арачадзор, Куртамак и др.

Время открытия и начало разработки Кафанского месторождения уходят в глубокую древность. Начатые еще в период владычества персов эксплоатационные работы продолжались до русско-персидской войны начала XIX в. Дальнейшая разработка месторождения началась, по данным Коншина, с 1851 г. греками. В 1853 г. здесь был построен примитивный завод, дававший в год 11,25 *т* меди. В последующие годы было построено еще несколько примитивных медеплавильных заводов. Добыча руды и выплавка меди постепенно расширялась и особенно увеличилась к началу XX в. Производство меди было прекращено в 1918 г. и вновь возобновлено в 1924 г.

Для характеристики состояния медной промышленности Зангезура до 1911 г. приводим данные о выплавке меди в отдельные годы:

1858 г.— 26 *т*	1890 г.— 422 *т*.
1870 г.—113 „	1900 г.— 849 „
1880 г.— 56 „	1910 г.—1245 „

В табл. 32 приводятся данные о размерах добычи руды и выплавки черновой меди по годам, начиная с 1911 г.

В 1935 г. была пущена в эксплоатацию Кафанская обогатительная фабрика. В июне 1937 г. в связи с тем, что вся добываемая руда перерабатывалась на фабрике, а медные концентраты отправлялись на плавку в Алаверди, ватержакетные печи были ликвидированы и выплавка меди в Кафане прекращена.

Первые сведения по геологии района Кафанского месторождения мы находим в работах Абиха—1853 г., а также в коллективном труде Цулукидзе, Архипова и Халатова, относящемся примерно к тому же времени.

Первое описание самого месторождения и его района мы находим в отчете Коншина по исследованию медных месторождений Зангезурского рудного района в 1890 г., с геологической картой, масштаба 5 в. в дм. (25). К настоящему времени эта работа представляет ценность своими историческими данными об открытии и эксплоатации месторождения.

Таблица 32

Годы	Добыча руды в *т*	Выплавка меди в *т*	Годы	Добыча руды в *т*	Выплавка меди в *т*	Вып. медн. концентр. в условн. *т* с содерж. 15% меди
1911	7939	1160	Особ. кв. 1930 г.	2168	188	—
1912	10900	1410	1931	13017	1171	—
1913	12950	1840	1932	71400	1200	—
1914	9350	1420	1933	63000	1200	—
1915	11730	1280	1934	54187	1389,5	—
1916	10700	1170	1935	61518	1523	876
1917	3300	1160	1936	126523	15[illegible]0	13253
1924—25	1387	553	1937	97451	612	14718
1925—26	5270	692	1938	158092	—	26492
1926—27	6945	786	1939	183278	—	24650
1927—28	7151	697	1940	191758	—	26795
1928—29	7494	889	1941	264800	—	43746
1929—30	7828	814	1942	200429	—	33611
—	—	—	1943	109458	—	12601
			1944	116100	—	15950

В 1904—5 гг. Эрном были проведены несколько более детальные исследования, результатом которых является работа „Отчет об исследовании Катар-Кавартского месторождения медных руд“ (74). В ней дано детальное геологическое описание района месторождения и отдельных рудников, впервые дан подсчет запасов и описан генезис месторождения.

Конюшевский, в результате своих исследований (24) в 1911 г., дал описание рудопроявлений Зангезура с геологической картой района месторождения, м. 1:84 000. Эта работа имеет значительную ценность тем более, что некоторые выводы по стратиграфии района, отвергнутые рядом исследователей Зангезура, подтверждены работами последних лет.

Изучение геологии Кафанского месторождения получило широкий размах в советское время.

Грушевой, консультируя разведочные работы рудников начиная с 1924 г., дал новое толкование тектоники и генезиса месторождения (9, 11). Значительную ценность представляют ежегодные отчеты рудничных геологов (47, 48, 64).

Большую работу по изучению геологии описываемого месторождения провели Котляр и Додин в 1934—35 гг.; результаты обобщены в монографии „Зангезур“ (31). Работа снабжена двумя картами: 1) Додина, при участии Грушевого, м. 1:10 000, охватывающая площадь в 35 *км*² вокруг месторождения, 1934—1935 гг. и 2) Котляра —структурно-геологическая карта рудного поля площадью в 3 *км*², м. 1:2 000—1934 г. Эта работа является наиболее полной и новейшей сводкой по геологии Кафанского месторождения.

Изучением Кафанского месторождения занята в настоящее время группа специалистов Института геологических наук Академии Наук Арм. ССР под руководством Арапова.

Мы не коснулись ряда других работ, в которых в той или иной степени освещается геология описываемого месторождения (см. литературу).

Геологическое строение месторождения. По Котляру и Додину, наиболее древними породамн района являются юрские образования, представленные так наз. нижними порфиритами с подчиненными прослоями туфов и туфобрекчий (видимая мощность толщи равна примерно 500 *м*), которые, по аналогии с вулканогенными образованиями Кировабадского района Азербайджанской ССР, относятся к нижнеюрскому возрасту (см. рис. 13).

Эти порфириты постепенно, без видимого перерыва сменяются преобладающими в районе месторождения породами кварцево-порфиритового состава, также с прослоями туфобрекчий и туфов кварцевых и бескварцевых порфиритов (общая мощность толщи 150—300 *м*). Выше эта толща трансгрессивно перекрывается туфопорфиритовой серией пород с подчиненными пачками туфопесчаников и известняков среднеюрского возраста (мощностью 900 *м*).

Весь комплекс перечисленных выше пород прорывается интрузией гранодиоритов, диоритов и габбро-диоритов, а также жильными образованиями—кварцевыми порфирами, кварцевыми альбитофирами, диабазами и диабазовыми порфиритами.

Выхода диоритов, встречающиеся в северной части района месторождения на Арачадзорском участке и на левом склоне ущелья р. Охчи, приурочены, главным образом, к нижним эпидотизированным брекчиевидным порфиритам. Гидротермальное изменение последних выражается в окварцевании, хлоритизации, эпидотизации и пиритизации.

Имеется полное основание полагать, что диоритовые породы относятся к крупному Конгуро-Алангязскому плутону гранодиоритов третичного возраста, распространенному в западной части Кафанского района и далеко за его пределами. Как было указано выше, эта интрузия послужила источником многочисленных проявлений медных и молибденовых руд Южной Армении и Нахичеванской АССР.

Кварцевые порфиры, образующие дайки мощностью от 5 до 150 *м* и штокообразные тела преимущественно сев.-зап. (300—340°) простирания, широко развиты в зап. и сев.-зап. части района месторождения.

Кварцевые альбитофиры также образуют дайки мощностью от 2 до 30 *м* и штоки. Установлено, что кварцевые альбитофиры секут кварцевые порфиры.

Котляр, Додин и Грушевой генезис описываемого месторождения связывают с названной интрузией и в частности с ее дериватами—кварцевыми порфирами и альбитофирами.

Диабазовые порфириты и диабазы прорывают как всю толщу

вулканогенных пород, так и интрузию диоритов. По наблюдениям Котляра, названные породы секут рудные жилы. Последнее, однако, рудничными геологами бралось под сомнение.

Самое рудное поле сложено упомянутыми выше тремя толщами вулканогенных пород; при этом из всех трех толщ лишь средняя, кварцево-порфиритовая, включает в себе рудные образования. Породы верхней толщи почти совершенно безрудны. Слабо минерализована также и нижняя толща—нижние порфириты.

Макроскопически кварцевые порфириты представляют собой серые с зеленоватым оттенком, темно-серые, иногда почти черного цвета, плотные породы с ясно различимыми крупными выделениями кварца в виде правильных бипирамидок. Структура породы порфировая, с микрогранитовой, часто фельзитовой основной массой. Отношение вкрапленников, представленных, помимо кварца, также и плагиоклазами (№№ 52—58) и роговой обманкой, к основной массе составляет 1:3—1:4.

Гидротермально измененные порфириты представляют собой осветленные, частью заохренные, окварцованные и каолинизированные породы.

Тектоника. Указанные вулканогенные толщи сложены в складки. Исследователи геологии района месторождения полагают, что формирование тектоники района началось еще в юре, однако, по их мнению, главные движения относятся к третичному времени. Наиболее вероятным временем формирования структуры рудного поля считается эоцен—миоцен.

Само месторождение приурочено к своду антиклинальной складки или, вернее, куполообразного поднятия, с осью сев.-зап. направления, погружающейся в обе стороны и проходящей западнее г. Саятдаш. На восточном крыле упомянутой антиклинали наблюдается второстепенная складчатость.

Помимо складчатости, в рудном поле широко развиты дизъюнктивные нарушения. К наиболее ранним разрывным нарушениям Котляр относит крупные нарушения сев.-зап. простирания (320—355°) с преимущественным падением на СВ. Из них следует упомянуть по Ленинской группе рудников Кавартский сброс, восточный и западный Саятдашские разломы, и по Шаумянскому руднику—Западно-Шаумянский и Восточно-Шаумянский разломы.

Преобладающая часть рудных жил приурочена к трещинам сев.-зап. простирания (280—290°). Падение трещин (жил) крутое, до вертикального, преимущественно на Ю.

Вторая, меридиональная система рудных трещин (жил), имеющая подчиненное значение, падает, главным образом, на З, также под крутыми углами.

Наряду с ними Котляр выделяет группу меридиональных сбросов, образование которых происходило, по автору, одновременно с минерализацией.

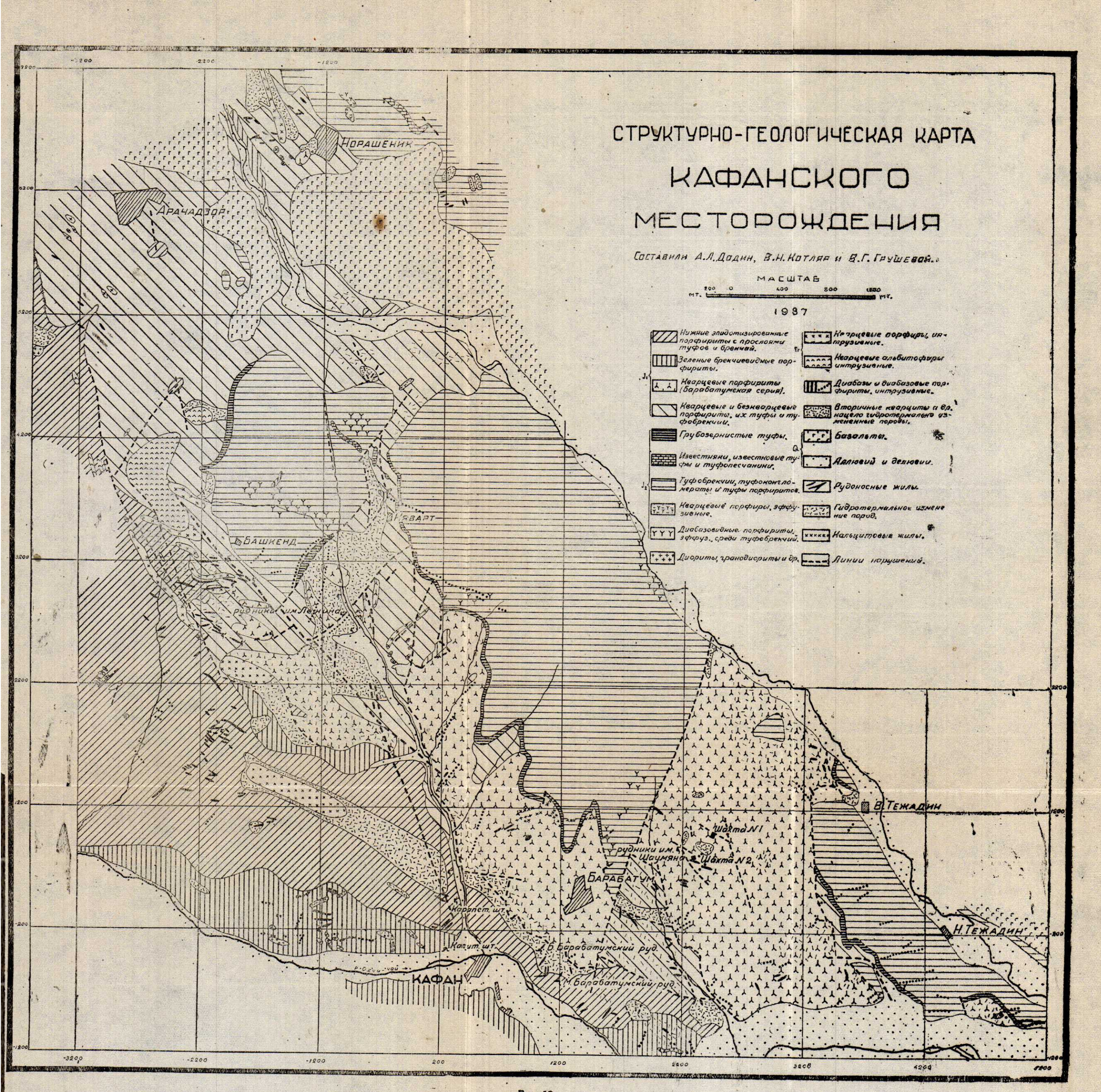

СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
КАФАНСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ
Составили А.Л.Додин, В.Н.Котляр и В.Г.Грушевой.
МАСШТАБ
200 0 400 800 1200
мт. мт.
1937
Нижние эпидотизированные порфириты с прослоями туфов и брекчий.
Зеленые брекчиевидные порфириты.
Кварцевые порфириты (Барабатумская серия).
Кварцевые и безкварцевые порфириты, их туфы и туфобрекчии.
Грубозернистые туфы.
Известняки, известковые туфы и туфопесчаники.
Туфобрекчии, туфоконгломераты и туфы порфиритов.
Кварцевые порфиры, эффузивные.
Диабазовидные порфириты, эффуз., среди туфобрекчий.
Диориты, гранодиориты и др.
Кварцевые порфиры, интрузивные.
Кварцевые альбитофиры интрузивные.
Диабазы и диабазовые порфириты, интрузивные.
Вторичные кварциты и др. нацело гидротермально измененные породы.
Базальты.
Аллювий и делювий.
Рудоносные жилы.
Гидротермальное изменение пород.
Кальцитовые жилы.
Линии нарушений.
Норашеник
Арачадзор
Яварт
Башкенд
рудники им. Ленина
В. Тежадин
Шахта N1
рудники им. Шаумяна
Шахта N2
Барабатум
Карапет. шт.
Кагит. шт.
В. Барабатумский руд.
М. Барабатумский руд.
Н. Тежадин
Кафан
р. Охчи-чай

Рис. 13.

Послерудные нарушения представлены отчетливыми трещинами, которые, как правило, совмещаются с плоскостями рудных жил.

Анализ тектоники всей области, а также направления разломов и ассиметричность складки дают основание исследователям Кафанского месторождения полагать, что тангенциальное давление, приведшее к образованию упомянутой структуры рудного поля, имело направление с СВ на ЮЗ.

Характер рудопроявления. Оруденение в описываемом месторождении представлено жильным типом; правда, в последние годы в Комсомольском руднике и на рудниках № 7—10 и 1—2 обнаружены и разведываются крупные рудные зоны, в которых медное оруденение представлено в виде вкрапленников и сети мельчайших сульфидных прожилков, т. е. штокверко-вкрапленным типом. Рудная зона рудника № 7—10, которая далеко еще неполностью изучена, в разведанной части имеет размеры 250 *м* по длине, 40—60 *м* по мощности и 100—150 *м* по падению.

В Ленинской группе рудников жилы характеризуются в, основном, медным оруденением. Здесь выделяются две системы параллельных жил: первая, резко преобладающая (40—50 промышленных жил),—примерно широтного простирания, и вторая, обнаруженная, в основном, в Комсомольском руднике,—меридиональная (7—10 жил). Падение жил крутое—60—90°. Первая система имеет преимущественное падение на Ю. Все жилы по простиранию и падению подвергнуты некоторым колебаниям. Обе системы рудных жил образовались одновременно.

Полиметаллические жилы Шаумянского рудника имеют также почти широтное простирание, но с падением преимущественно на С, под крутыми углами.

Распределение жил в рудном поле неравномерное. Жилы составляют сгущенные группы, приуроченные к основным структурным элементам и породам определенного литологического состава. Отдельные группы жил вскрыты действующими и законсервированными или заброшенными рудниками.

Длина рудных жил колеблется в пределах преимущественно 100—200 *м*, достигая в отдельных случаях 300 *м* и опускаясь до десятка метров. Мощность жил колеблется в пределах от 5—10 *см* до 2 *м* и равняется в среднем 20 *см*. Минимальная мощность промышленных медных жил равна 8—10 *см* и обеспечивает в рядовой руде, при ширине очистного забоя в 0,8 *м*, около 1 % меди.

Отдельные промышленные жилы выявлены по падению до глубины 150—200 *м* и прослеживаются глубже.

Рудные жилы по своей форме не простые и часто дают разветвления или соединяются друг с другом прожилками.

Строение рудных жил Кафанского месторождения самое разнообразное. Котляр выделяет по строению следующие типы жил: сплошные, простого строения и сложные в виде зон прожилков, явля-

ющиеся наиболее распространенными. Известны еще брекчиевидное и симметрично-полосчатое строения жил.

Склонение рудных жил преимущественно восточное.

Изменение боковых пород. Как было отмечено выше, рудные жилы приурочены к породам нижней юры—к кварцево-порфиритовой толще, главным образом к кварцевым порфиритам. Указанные рудовмещающие породы вдоль рудных жил и по отдельным участкам подверглись гидротермальному метаморфизму, выразившемуся в окварцевании, хлоритизации и в общем осветлении пород. Вследствие лимонитизации измененные породы в окисленной зоне засхрены. Для отдельных участков характерны также каолинизация, альбитизация, карбонатизация, эпидотизация и реже алунитизация.

Для отдельных рудных жил, в частности полиметаллических, наблюдается *первичная зональность*, выражающаяся в том, что с глубиной наряду с уменьшением цинка увеличивается содержание меди.

Минералогический состав руд. *Рудные минералы (первичные)* для основной—*Ленинской группы* рудников представлены (в порядке убывающей распространенности): халькопиритом, пиритом, сфалеритом, теннантитом, борнитом, ковеллином, халькозином, галенитом, пирротином (?), самородным золотом. В полиметаллических жилах, в частности *в Шаумянском руднике*, порядок распространенности минералов иной и представляется в следующем виде: сфалерит, галенит, халькопирит, пирит, блеклая руда, борнит, ковеллин и халькозин. Встречены алтаит и тетрадимит.

Из *вторичных минералов* в зоне окисления встречены: лимонит, малахит, азурит, хризоколла, куприт, тенорит и, в ничтожном количестве, вторичные минералы цинка и свинца.

Жильные минералы представлены (в порядке убывающей распространенности): кварцем, кальцитом, доломитом, сидеритом, баритом, флюоритом, гипсом (включает в себе пирит), халцедоном, серицитом, хлоритом и каолинитом. Наиболее распространенными являются *кварц* и *кальцит*. Остальные жильные минералы играют резко подчиненную роль. Барит, флюорит, халцедон отмечаются для полиметаллических руд.

Окисленные руды в описываемом месторождении не имеют существенного значения и практически не используются. Глубина зоны окисления незначительна и колеблется в пределах от 1—2 *м* до 20—30 *м*.

Химический состав руд. Содержание *меди*, основного металла описываемого месторождения, в рудных жилах колеблется в пределах от долей процента до 33%. В рядовой руде содержание меди варьирует от 1,5 до 6—7%, а для штокверковых руд оно равно 1—3,5%. При подсчетах запасов за последние годы среднее содержание меди по различным рудникам Ленинской группы принималось от 1,5 до 3,5%, а в среднем по группе—2,65—2,85%.

Цинк в рудах Ленинской группы представлен в незначительном количестве и практической ценности не имеет. В полиметаллических жилах Шаумянского рудника он является основным металлом. Здесь содержание его в жильной массе достигает 20—28%, а в среднем равно 20—15%. В рядовой руде содержание цинка равно 4—4,5%.

Свинец, подобно цинку, в медных жилах не имеет практической ценности, а в полиметаллических является одним из основных металлов. Среднее содержание его в рядовой руде колеблется от 2 до 3%.

Золото наибольшую концентрацию показывает в полиметаллических жилах, где содержание его достигает от следов до 30 *г* на 1 *т* руды. В медных жилах содержание золота незначительное и измеряется десятыми долями *г/т* руды.

Серебро в полиметаллических жилах содержится в количестве от 40 до 600 *г* на 1 *т* руды, а в медных жилах—в десятых долях грамма. Связано в значительной степени с теннантитом.

Мышьяк связан с блеклой рудой, в которой содержание его достигает 16,15%. В рядовой руде содержание этого металла измеряется тысячными долями процента.

Сера присутствует в разных количествах, от 5—6% до 13—15%. Кроме того, в рудах описываемого месторождения в небольших количествах обнаружены *кобальт, кадмий, марганец и сурьма*.

Следует подчеркнуть, что количественное содержание перечисленных выше металлов, за исключением меди, цинка и свинца, определено по немногочисленным пробам и вообще изучено поверхностно или вовсе не изучено; вследствие этого трудно сказать что-либо определенное о возможности их попутного извлечения путем селективной флотации.

Генезис месторождения. Морфология рудных тел, минералогический состав и строение руд, характер изменения боковых пород с достаточной убедительностью указывают на гидротермальное происхождение месторождения. С такой же несомненностью всеми исследователями Кафанского месторождения принимается генетическая связь рудоносных растворов с интрузивным массивом гранитоидного состава, отдельные купола которого обнажаются в районе самого месторождения. Дериваты этой гранодиоритовой магмы—кварцевые порфиры, кварцевые альбитофиры и диабазы Котляром, Русаковым и Грушевым справедливо рассматриваются не как прямой источник оруденения, а лишь как посредники, давшие пути и облегчившие проникновение металлоносных гидротерм в верхние горизонты земной коры.

Следует отметить, что Эрн, впервые описавший генезис месторождения (74), главную роль в рудоотложении приписывал основной магме, дайки которой, по мнению автора, явились путями циркуляции гидротерм.

По вопросу возрастного взаимоотношения диабазовых даек и оруденения имеются противоречивые мнения. По Эрну, рудные жилы

образовались позже диабазовых даек и не секут их лишь потому, что диабазы были более плотными, с трудом поддавались растрескиванию и явились упором для гидротерм. Как доказательство, автор выдвигает: пиритизацию диабазовых даек, особенно у контактов, и наличие в диабазах вкрапленности халькопирита.

Котляр доказывает (31) противоположное, т. е. что „диабазовые дайки внедрились уже в последние стадии проявления гидротермальной деятельности, причем после того как основная часть сульфидов была отложена—жильные трещины были выполнены рудой". Он обосновывает свое мнение следующими фактами: 1) отсутствие рудных жил в диабазовых дайках; 2) примыкание рудных жил впритык к диабазовым дайкам, причем с обеих сторон по тому же простиранию рудной жилы, без смещения; это явление Котляр принимает как доказательство того, что рудные жилы секутся диабазом; 3) пиритизация диабазов. Последнее явление автор объясняет действием гидротермальных растворов, имевших место после основной фазы рудоотложения. Действием этих же растворов он объясняет вкрапленники халькопирита в диабазе, обнаруженные Эрном и не наблюдавшиеся Котляром.

Оруденение локализуется в определенных, описанных выше дизъюнктивных структурах, приуроченных, в основном, к своду куполообразной антиклинали.

По Котляру, первая безрудная стадия минерализации постепенно перешла во вторую, основную, при которой происходило выделение сульфидов меди и, несколько позже, полиметаллических руд. В этот период тектонических нарушений не было. Они проявились между второй и третьей пирито-карбонатной фазой минерализации.

Минералогический состав руд и характер изменения боковых пород дают основание полагать, что рудоотложение в основном происходило в условиях средних глубин (мезотермальная группа месторождений по Линдгрену), переходя в отдельных случаях в условия малых глубин (полиметаллические жилы).

Запасы медной и полиметаллической руды по Кафанской группе месторождений, подсчитанные местной геолого-разведочной конторой на 1. I. 1945 г., представлены в табл. 33.

Приведенные в таблице запасы далеко не представляют запасы сырья по месторождению. Открытие мощных рудных зон почти на всех рудниках, вскрытие богатых рудных жил капитальной штольней показывают наличие реальных и широких перспектив в деле дальнейшего увеличения запасов медной руды.

Промышленно-экономическая оценка месторождения. Общее состояние рудников и Кафанского медкомбината в целом достаточно благоприятно для дальнейшего его развития. Из табл. 32 видно, что в 1941 г. комбинат дал рост по добыче руды на 38%, а по выпуску медных концентратов—на 63%. Если в последующие годы производство несколько сократилось, то это было вызвано обстоятель-

Таблица 33

РУДНИКИ	Категория $A+B+C_1$			Категория $A+B$		
	Руда в *т*	% сод. меди	Медь в *т*	Руда в *т*	% сод. меди	Медь в *т*
№ 1—2	176300	2,41	4257	26900	2,24	603
№ 5—6	632800	3,25	20638	195200	3,30	6470
№ 7—10	1096400	2,00	21 211	350400	2,00	7359
Капитальная штольня	227900	3,90	8972	131800	3,80	5225
Итого по Ленинской группе	2133400	2,58	55078	704300	2,78	19657
им. Шаумяна	122000	Cu—1,6 — 1960 Zn 6,6 — 8040 Pb 1,5 — 1830		64000	Cu—1,17 Zn—5,60 Pb—1,50	Cu—750 Zn—3580 Pb—960
Всего по Кафанской группе	2255400	2,57	57038	768300	2,67	20407

ствами военного времени, в основном—ухудшением материально-технического снабжения. Производственные резервы предприятия позволяют в ближайшие годы, без крупных капиталовложений, увеличивать выпуск продукции—добычу и переработку руды на 15—20% ежегодно.

Комбинат, как было сказано, непосредственно связан с жел. дорогой. При некотором увеличении объема геолого-разведочных работ рудники получат достаточное количество запасов руд промышленных категорий. Наличие так называемой Капитальной штольни и электровозная откатка подняли Кафанские рудники на уровень современного горного предприятия. Комбинат имеет свою энергетическую базу и компрессорное хозяйство, вполне обеспечивающие потребность его в электроэнергии и в сжатом воздухе. Джрахор ГЭС, расположенная в 18 *км* к З от комбината, на р. Охчи, имеет установленную мощность в 2800 *квт*; в маловодный период года, главным образом осенью и в зимние месяцы, мощность ГЭС снижается до 1000 *квт*, но для покрытия убыли комбинат имеет резервную дизельную станцию с общей установленной мощностью около 2000 *квт*.

Обогатительная фабрика с тремя секциями имеет проектную мощность в 950 *т* в сутки (две секции по 350 *т* и одна 250 *т*). Отдельные секции в действительности значительно перекрыли свою проектную мощность. Благодаря этому фабрика в настоящем своем положении может переработать в год не менее 300 000 *т* руды, чем и определяется предел добычи руды на ближайшие 3—4 года. Однако при надобности легко можно увеличить производительность фабрики, пристроив к ней дополнительно одну или две секции.

Одна из действующих секций фабрики, производительностью

в 250 *т* в сутки, приспособлена для селективной флотации медно-свинцово-цинковых руд рудника им. Шаумяна с получением медного и цинкового концентратов, при этом извлечение меди из полиметаллических руд достигает 79%, а цинка—78,3%.

Руды из Ленинской группы рудников подвергаются коллективной флотации, при 95% извлечении меди из руды. Содержание меди в медном концентрате достигает 20—23%, цинка в цинковом концентрате—35—50%.

Вырабатываемый на Кафанской флотационной фабрике медный концентрат проплавляется на Алавердском медеплавильном заводе. Цинковый концентрат до войны доставлялся в плавку на завод „Электроцинк" в Дзауджикау (Владикавказ, Сев.-Осетинская АССР).

Себестоимость одной тонны руды франко-обогатительная фабрика в 1942 г. составляла 26 руб. 97 коп., тонны медного концентрата с 15% содержанием металла—285 руб. 81 коп. и цинкового концентрата—518 руб. 96 коп. Отпускная цена тонны-процента медного концентрата равна 18 руб. Тонна-процент цинка стоит 3 руб. 80 коп. Из расчета содержания золота и серебра тонна цинкового концентрата с содержанием цинка в среднем 45% продается за 300 руб.

Свинцовый концентрат на фабрике не получается, хотя опытное обогащение гравитационным методом на столе Вильфлея показало извлечение свинца из руды в 68% при содержании металла в концентрате в количестве 38%. При некотором дооборудовании флотационной фабрики можно и необходимо организовать выпуск и свинцового концентрата.

Помимо меди и цинка, из руд Кафанского месторождения промышленность получает и благородные металлы, *серебро* и *золото*. Оба металла при флотации попадают с соответствующими минералами в медный и цинковый концентраты и извлекаются лишь при рафинировании черновой меди электролизом и при плавке цинка.

Практические выводы. Для обеспечения нормального роста добычи руды и выпуска медных концентратов на Кафанском медно-рудном комбинате в размере 15—20% ежегодно—необходимо в первую очередь усилить геолого-разведочные работы, доведя их объем до 4000—5000 пог. *м* в год. Рудники должны быть обеспечены разведанными запасами руд промышленных категорий по меньшей мере на 2 года. Разведочные работы в значительной мере должны быть направлены на изучение новых рудных полей и тел, в первую очередь во флангах действующих рудников № 5—6, 7—10 и Капитальная штольня, за разломами. Особого внимания заслуживает разведка вскрытой недавно зоны оруденения на руднике № 7—10. При выявлении крупных запасов, которые предполагаются по этой зоне, возникает вопрос о подведении ветки Капитальной штольни под рудник № 7—10 и соединении с ним восстающими выработками, что намного облегчит транспортировку руды и тем самым увеличит производительность этого рудника комбината, одного из наиболее перспективных.

Одновременно с этим в ближайшие 2 года должны быть восстановлены и оценены старые, заброшенные рудники, как Мец-магара, Хрда, Беюк, Саралих, район рудника № 4 и др. Некоторые из них, судя по архивным материалам, могут обладать значительными запасами промышленных руд.

Необходимо провести широкие геолого-поисковые работы на территории, прилегающей к действующим медным рудникам, с целью оценки известных рудопроявлений, как Халадж, Норашеник, Арачадзор и др., а также нахождения новых перспективных медных месторождений.

В момент, когда добыча руды будет доведена до 270—280 тыс. *т* в год, необходимо приступить к постройке одной новой секции флотационной фабрики производительностью в 350 *т* в сутки, с расчетом окончания строительства в течение 2 лет.

Электроэнергия, как уже было отмечено, в ближайшие годы не будет лимитировать развитие добычи и переработки руды. В будущем этот вопрос с успехом разрешится постройкой ГЭС на р. Базарчай-Воротан для снабжения электроэнергией проектируемого Каджаранского медно-молибденового предприятия.

Для извлечения свинца из полиметаллических руд необходимо в ближайшее время дооборудовать обогатительную фабрику и приспособить ее к выработке наряду с цинковым также свинцового концентрата.

2. Каджаранское (Пирдоуданское) медно-молибденовое месторождение*

Каджаран является одним из крупнейших медно-молибденовых месторождений Союза ССР и самым крупным в Армянской ССР. Он расположен в Кафанском районе, в 35 *км* к З от конечной ж.-д. ст. Кафан (46°8′ в. д. и 39°8′ с. ш.). Месторождение находится в стадии детальной разведки и промышленного освоения.

В геологическом строении района месторождения участвуют вулканогенные (ср. эоцен (?), юра (?)) породы, представленные главным образом порфиритами и прорывающими их интрузивными породами третичного возраста. Среди последних выделяются две фазы— более древние монцониты и прорывающие их порфировидные граниты. По их контакту проходит крупный региональный разлом сев.-зап. простирания при падении на СВ под углом 45—55°, контролирующий значительную часть рудопроявления всего района. Монцониты рудного поля вдоль разлома сильно раздроблены и пронизываются многочисленными дайками гранодиорит-порфиров, приуроченными, главным образом, к трещинам сев.-зап. и сев.-вост. направлений.

* Детальное описание геологии, экономики и промышленных перспектив Каджаранского месторождения приводится в статье „Молибден".

Оруденение связано с монцонитами, гидротермально измененными в различной степени. Метаморфизм монцонитов выражается, главным образом, в окварцевании, серицитизации, карбонатизации, каолинизации, образовании калиевого полевого шпата и альбитизации.

Основным типом оруденения Каджарана является штокверково-вкрапленный; жильный тип играет подчиненную роль.

Медно-молибденовое оруденение, контролируемое главным образом дайками гранодиорит-порфиров, а также зонами наибольшего дробления и отдельными крупными тектоническими трещинами (впоследствии выполненными кварцево-рудными жилами), образует вдоль последних зоны мощностью от 1—2 *м* до 20—25 *м*. По мере удаления от даек, либо кварцево-рудных жил, степень метаморфизма пород и минерализации постепенно падает и уже в свежих монцонитах оруденение либо вовсе отсутствует, либо представлено очень слабо. Места пересечения рудопроводящих каналов (рудных зон) представляют особенно интенсивную минерализацию (рудные узлы).

На Центральном участке месторождения, где контролирующие оруденение структуры (крупные трещины, выполненные дайками и кварцево-рудными жилами) имеют большое развитие, а главное—расположены близко друг от друга, сопровождающие их рудные зоны соединяются друг с другом и образуют одно сплошное рудное поле.

В региональном разломе (надвиге) и в примыкающей к нему узкой зоне, интенсивно перетертых монцонитов, оруденение практически отсутствует.

Гидротермально измененные дайки гранодиорит-порфиров рудного поля безрудны или же минерализованы в совершенно слабой степени.

Минералогический состав руд разнообразен. Из рудных минералов присутствуют: *главные*—халькопирит, молибденит, пирит; *второстепенные*—гематит, сфалерит, галенит, магнетит, борнит, энаргит; *редкие*—аргентит и висмутин.

В зоне окисления широко развиты вторичные минералы меди, молибдена, более резко свинца и цинка, а также самородная медь.

Жильные минералы представлены, главным образом, кварцем, карбонатами, калиевым полевым шпатом, каолинитом, хлоритом, серицитом и альбитом. Апатит, эпидот, биотит и турмалин имеют второстепенное значение.

Химический состав руд в настоящей стадии изученности месторождения представляется в следующем виде: *медь* содержится в рудах штокверково-вкрапленного типа от 0,2—0,4% до 0,8—1,5% (редко больше), а *молибден*—от 0,01—0,02% до 0,1—0,15%. В кварцево-рудных жилах содержание обоих металлов повышается, достигая для меди 3,4—4,0% и молибдена 0,20—0,25%. Для основного, Центрального, участка месторождения среднее содержание принято при подсчете запасов на 1. I. 1943 г. для меди—0,59% и для молиб-

дена 0,078%. В результате разведочных работ 1942 г. на Центральном участке месторождения выделена зона обогащенных руд мощностью 100—120 *м* и протяжением в изученной части около 350 *м* со средним содержанием меди 0,73% и молибдена 0,11%.

Кроме меди и молибдена, в рудах Каджарана встречаются в малых, не имеющих практического значения, количествах *свинец* и *цинк*, и в более ничтожных концентрациях—*мышьяк, висмут, серебро, золото, олово* и *вольфрам*. Помимо них, спектральным анализом установлены—*никель, кобальт, ванадий, бериллий, цирконий, сурьма* и *хром*.

Генезис месторождения. Главнейшими факторами в формировании месторождения послужили прорывающая монцониты мощная интрузия порфировидных гранитов и гранодиоритов, региональный разлом и сопряженная с ним зона интенсивного дробления монцонитов и большое скопление гранодиорит-порфиров в последних.

Минерализующие растворы, генетически связанные с молодыми порфировидными гранитами района месторождения, проникая в зону дробления и соприкасаясь с мелкими блоками раздробленных монцонитов, оказались в условиях быстрого понижения температуры и давления, в связи с чем равновесие в растворах нарушилось и началось осаждение металлов.

Первые порции гидротермальных растворов, в основном, не отлагали металлов и привели к интенсивному гидротермальному метаморфизму монцонитов и жильных порфиров.

Основная масса металлов скорее всего привносилась во второй фазе минерализации, после гидротермальной переработки рудовмещающих пород и образования в них многочисленных мелких трещин.

Основная фаза рудоотложения протекала в условиях, соответствующих концу гипотермальной и началу мезотермальной фаз образования рудных месторождений по Линдгрену.

Запасы металлов. На 1.I.1937 г. запасы были подсчитаны и утверждены Всесоюзной комиссией запасов (ВКЗ) по категориям C_1+C_2 по меди 1060 000 *т* с средним содержанием металла в руде 0,68%, и молибдена 41 000 *т* с средним содержанием металла в руде 0,03%. Дальнейшее изучение месторождения показало некоторое снижение среднего процентного содержания меди в руде и значительное повышение такового для молибдена.

На 1.I.1943 г. подсчитаны и 9. VI. 1943 г. утверждены ВКЗ следующие запасы меди и молибдена по одному Центральному участку месторождения (см. табл. 34 на стр. 144).

Следует подчеркнуть, что на месторождении имеются промышленные скопления руд с более высоким содержанием металлов—молибдена 0,12—0,15% и меди 0,8—1.0%.

По предварительным данным на 1.I. 1945 г. только на Центральном участке месторождения насчитывается по категории В 14 млн. *т*

Таблица 34

Категории запасов и сорта руд	Запас руды в тыс. *т*	Среднее содержание в %		Запасы металла в *т*	
		Медь	Молибден	Медь	Молибден
$B+C_1+C_2$	202513	0,53	0,066	1088 664	135 284
В том числе:					
Сульфидные руды кат. В	9763	0,62	0,085	60 147	8 338
Сульфидные богатые руды кат. В .	5511	0,75	0,095	41 370	5 205
Сульфидные руды кат. $B+C_1$ . .	63012	0,56	0,086	354 201	54 106
Сульфидные богатые руды кат. $B+C_1$	28808	0,66	0,101	188 828	29 083
Окисленные руды (C_1)	45417	0,58	0,084	264 147	15 319

руды, в ней 14140 *т* молибдена при содержании металла 0,1% и около 100.000 *т* меди при содержании металла в руде 0,7%.

По запасам молибдена Каджаран является одним из самых крупных в Советском Союзе месторождений молибденовых руд.

Хотя содержание меди в Каджаранских рудах несколько ниже, чем в других медно-порфировых месторождениях Союза ССР—как Коунрад, Бощекуль и Алмалык, тем не менее, благодаря высокому процентному содержанию молибдена, по суммарной ценности меди и молибдена, содержащихся в тонне руды, Каджаран занимает первое место среди указанных месторождений (см. табл. 35).

Таблица 35

Месторождения	Содержание в руде			Стоимость металлов в *т* руды	Примечание
	Медь в %%	Молибден в %%	Золото в *г/т*		
Коунрад (Казахск. ССР)	0,87	0,006	—	42 р. 98 к.	Подсчитано из расчета стоимости 1 *т* меди—4000 руб., 1 *т* молибдена 103 000 руб. и 1 *г* золота—40 руб.
Бощекуль „ „	0,70	0,014	0,5	62 р. 42 к.	
Алмалык (Узбекск. ССР)	0,60	0,003	1,2	75 р. 09 к.	
Каджаран (Центральн. участ.) Арм. ССР	0,56	0,086	—	111 р.—	
Агарак „ „	0,68	0,070	—	99 р. 30 к.	
Бингхем, штат Юта, США	1,1	0,021	—	65 р. 63 к.	

По запасам руды и благоприятности экономических условий Каджаран представляет собой объект первостепенного промышленного значения. Исходя из этого, в 1941 г. на Каджаране было начато строительство крупного медно-молибденового комбината с расчетом

пуска предприятия в эксплоатацию 1·XII.1942 г.; однако оно было консервировано в связи с Отечественной войной и вновь возобновлено в начале 1944 г.

Проектная мощность комбината первой очереди принята в 330 000 *т* руды в год, или 1000 *т* в сутки, с дальнейшим расширением обогатительной фабрики до 3000—5000 *т* суточной переработки руды. Были намечены добыча и переработка наиболее богатых руд с содержанием молибдена не ниже 0.1% и меди 0,4%, и принято извлечение меди в медный концентрат—80% и молибдена в молибденовый концентрат—65,5%. Из этого расчета фабрика при мощности в 330 000 *т* руды в год могла выпустить 1056 *т* меди в медных концентратах и 216 *т* молибдена в молибденовых концентратах.

При переработке более богатых руд, выявленных в 1942 г. и неучтенных при проектировании предприятия, указанные цифры соответственно возрастут по меди не менее чем в два раза.

3. Агаракское медно-молибденовое месторождение

Агаракское медно-молибденовое месторождение расположено в Мегринском районе, в 7 *км* к СЗ от районного центра—Мегри, у с. Агарак (46°07′ в. д. и 38°58′ с. ш.). Месторождение связано с Мегри вьючной тропой протяжением в 6—7 *км*. Из прилегающего непосредственно к месторождению с. Курис проведена до Мегри автомобильная дорога протяжением в 15 *км*, которая, однако, бездействует вследствие отсутствия моста через р. Мегри. Железная дорога Ереван—Джульфа—Баку проходит в 10 *км* к Ю от месторождения. Для связи между Агараком и жел. дорогой необходимо лишь расширить и улучшить грунтовую дорогу, проходящую через с. Карчеван, протяжением в 10 *км*.

Агарак, второе по величине медно-молибденовое месторождение Армении, расположен в 35—40 *км* к Ю от крупнейшего в республике Каджаранского медно-молибденового месторождения. Каджаран связан с Мегри грунтовой дорогой, которая после некоторого улучшения может быть вполне пригодной для автомобильного движения.

По литературным данным, на Агарак впервые обратил внимание в 1845 г. таможенный чиновник Яков Розов. С тех пор на месторождении возник кустарный промысел, действовавший с перерывами до 1913 г. Медь получалась по способу цементации и частью плавкой на маленьком примитивном медеплавильном заводе.

Агарак впервые описан Абихом, несколько позже Архиповым и Цулукидзе, а также Коншиным (25). Более детально Агарак описан Конюшевским (24), в результате изучения им в 1905—1907 гг. медных месторождений Зангезура.

В 1929—1931 гг. месторождение изучалось Грушевым и Соколовым попутно с геологической съемкой района месторождениям, м. 1 *в/дм*. В результате опробования выходов рассеянных медных руд месторождение было признано заслуживающим более детального изучения.

Собственно разведочные работы в Агараке проводились с 1930 года по январь 1934 г. Зак. Геол.-разв. Управлением. За это время было пройдено 3594 пог. *м* горизонтальных горных выработок и пробурено 12 буровых скважин глубиной от 50 до 155 *м* и общим метражем в 1265 пог. *м*. Было взято 3053 бороздковых, 15 валовых и 2 технических проб.

В 1931 г. Крежечковским произведено детальное геологическое картирование, М. 1:2500 (3,5 *км*²), а в 1933 г. Баркановым, м. 1:1000 (1,35 *км*²). Результаты всех геолого-разведочных работ, проведенных на месторождении до 1934 г., обобщены и сведены в отчете Барканова (3).

Разведочные работы были прекращены вследствие того, что месторождение было признано достаточно подготовленным для передачи промышленности*. Однако, несмотря на это, месторождение до сего времени не эксплоатируется.

Следует отметить, что проведенные до 1934 г. разведочные работы осветили месторождение односторонне, только как медное. На молибден не было обращено должного внимания. Только редкие из взятых проб подвергались химическому анализу на молибден. Несколько десятков таких проб, конечно, не могли оценить месторождение как молибденовое. Вследствие этого, а также в связи с резким улучшением экономического положения Агарака, вызванным постройкой жел. дороги Джульфа—Минджеван в 1941 г., был поставлен вопрос о комплексной оценке месторождения как медно-молибденового.

С этой целью в 1941 г. были проведены переопробование отдельных участков месторождения на молибден (взято 1308 проб) и новые горно-разведочные выработки (штольни, штреки и восстающие) общим метражем в 551 пог. *м*, шурфы в 174 пог. *м*, мелкие горные работы 1250 *м*³ и др. Работы эти, результаты которых обобщены в отчете Тараяна (60), показали, что содержание молибдена примерно в два раза больше, а меди значительно выше цифр, принятых в результате работ 1930—1934 гг. Таким образом, Агарак приобрел еще большее промышленное значение, чем это было раньше.

После годичного перерыва в 1943 г. была возобновлена и проводится до настоящего времени детальная разведка Агаракского месторождения.

Месторождение располагается в пределах абсолютных отметок от 1000 *м* до 1300 *м*.

На обширном рудном поле выделяются следующие участки:

1. Северный участок, к С от р. Агарак.
2. Участок Айдара, вдоль одноименного ручья.
3. Спетринский, в районе ущелья Спетри.

---

* См. протокол технического совещания при Тресте Закгеогидрогеодезии от 23 июня 1935 г.

4. Южный, к Ю от Спетринского участка.

Спетринский и Айдара объединяются в один—Центральный участок, обладающий около 90% общих запасов руд месторождения.

В геологическом строении месторождения участвуют почти исключительно интрузивные породы, принадлежащие к крупному Конгуро-Алангязскому плутону гранитоидов третичного возраста. Как было указано выше (при описании основных черт геологического строения и металлогении Южной Армении), эта интрузия представляет собой сложный плутон, в котором устанавливается несколько последовательных фаз интрузивной деятельности, связанных с процессом диференциации в едином магматическом очаге.

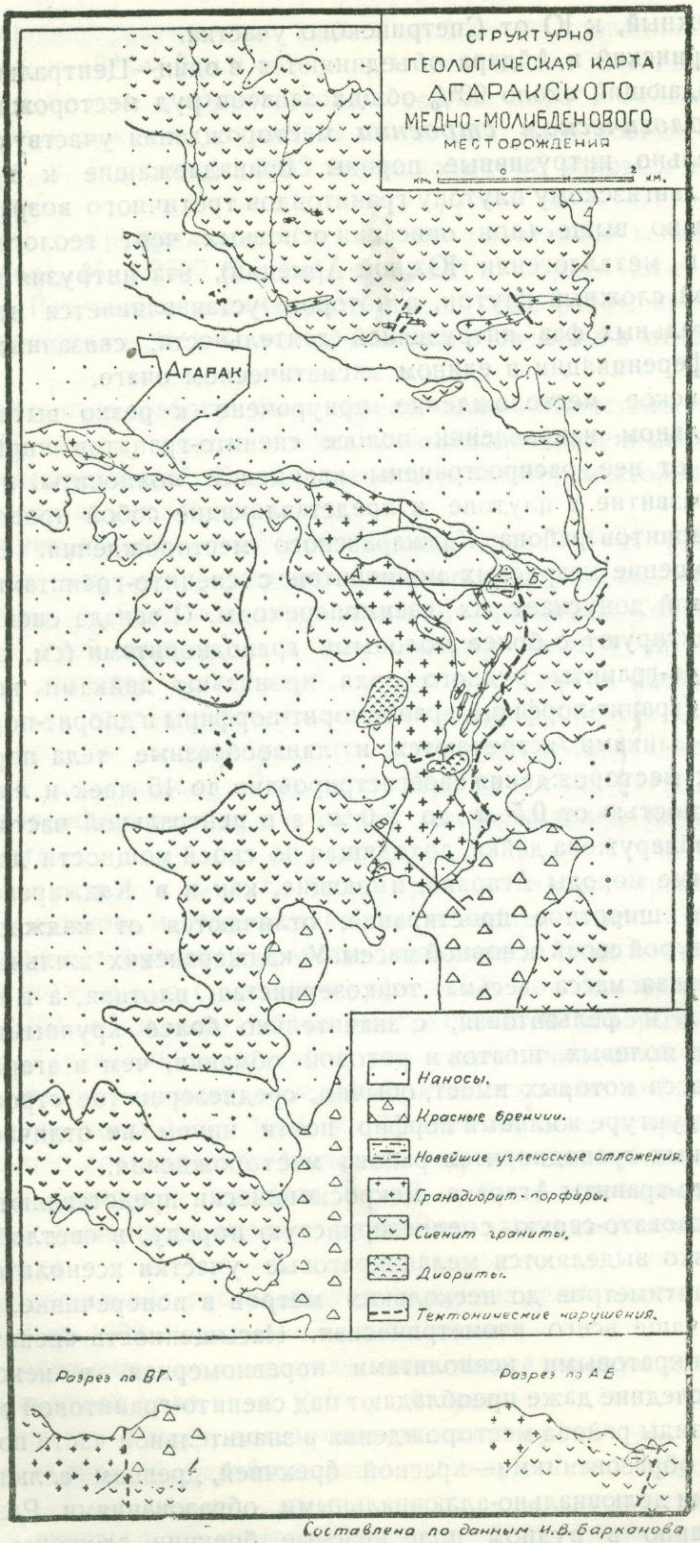
Агаракское месторождение приурочено к резко вытянутой в меридиональном направлении полосе сиенито-гранитов шириною до 2 *км*. К В от нее распространены кварцевые монцониты, имеющие широкое развитие в плутоне и представляющие собой продолжение на Ю монцонитов района Каджаранского месторождения. Возрастное соотношение кварцевых монцонитов с сиенито-гранитами не ясно; Грушевой допускает их взаимопереходы. С запада сиенито-граниты контактируют с более молодыми гранодиоритами (см. рис. 14).

Сиенито-граниты рудного поля пронизаны дайками порфировых пород (гранит-порфиры, гранодиорит-порфиры и диорит-порфиры). Наряду с дайками встречаются и линзообразные тела порфиров. В пределах месторождения зарегистрировано до 15 даек и линз порфиров мощностью от 0,5 *м* до 5,0 *м*, а в центральной части месторождения обнаружена дайка, доходящая по своей мощности до 150 *м*.

Жильные породы Агарака, имеющие, как и в Каджаране, либо с.-с.-в., либо широтное простирание, отличаются от каджаранских лишь структурой своей основной массы. У каджаранских жильных порфиров основная масса весьма тонкозернистая, плотная, а в отдельных случаях и фельзитовая, с значительно более крупными фенокристаллами полевых шпатов и роговой обманки, чем в агаракских, основная масса которых имеет, обычно, среднезернистое строение и, часто, по структуре жильный порфир почти ничем не отличается от порфировидных гранодиоритов района месторождения.

Сиенито-граниты Агарака макроскопически представляют собой серую и розовато-серую среднезернистую породу, в светлой массе которой резко выделяются меланократовые участки ксенолитов размером от сантиметров до нескольких метров в поперечнике. Форма ксенолитов чаще всего изометрическая. Насыщенность сиенито-гранита меланократовыми ксенолитами неравномерная, в некоторых участках последние даже преобладают над сиенито-гранитовой массой.

Гранитоиды района месторождения в значительной части покрыты новейшими образованиями—красной брекчией, древним аллювием и современными делювиально-аллювиальными образованиями. Развитые непосредственно в рудном поле красные брекчии сложены остроугольными и малоокатанными обломками подстилающих интрузивных



Составлена по данным И.В. Барканова

пород и сцементированы глинисто-железистым цементом. Наличие в брекчиях обломков с халькозином, борнитом и другими вторичными медными минералами указывает на послерудное образование брекчий, относящихся по возрасту к верхнетретичному, или скорее к четвертичному, времени (3).

Тектоника рудного поля, как и района месторождения, представлена исключительно дизъюнктивными нарушениями. Среди многочисленных трещин и крупных разломов выделяется полоса крупных нарушений—главная тектоническая линия (зона) с.-с.-в. простирания. Эта тектоническая зона с некоторыми перерывами соединяется с линией крупных нарушений с.-с.-в. простирания района Каджаранского месторождения, образуя мощный региональный разлом протяжением около 40 *км*, который контролирует значительную часть рудопроявления Конгуро-Алангязского массива (Каджаранское, Агаракское, Джиндаринское, Личкское и др. медно-молибденовые месторождения). Эта главная тектоническая зона исследователями района расценивается как надвиг, с падением надвиговой плоскости на З.

Среди более мелких тектонических трещин, частью выполненных дайками порфиров, аплитами и рудными жилами, преобладают, подобно Каджарану, с.-з. (310—340°) и, особенно, с.-в. (30—60°) с падением на СЗ.

Оруденение в Агаракском месторождении приурочено к гидротермально, в различной степени, измененным жильным порфирам, вмещающим их сиенито-гранитам и представлено вкрапленным типом руд (copper porphyry); однако, наряду с вкрапленниками, рудные минералы встречаются и в мельчайших кварцевых и сульфидных прожилках, приуроченных к определенным системам трещин.

Гидротермальное изменение сиенито-гранитов и порфиров выражается в окварцевании, серицитизации, альбитизации, хлоритизации и развитии вторичного биотита. Что же касается степени метаморфизма пород и, в особенности, окварцевания, то таковые в Агаракском месторождении выражены сравнительно слабее, чем в Каджаране.

В распределении первичного оруденения существует следующая закономерность: наблюдается определенное повышение первичного оруденения —а) непосредственно в висячем боку надвигового шва главной тектонической зоны и б) почти во всех жильных телах порфиров и в непосредственном их контакте с вмещающими сиенито-гранитами. С меньшей ясностью, но все же отмечается повышение оруденения в тектонически нарушенных зонах вне полосы главного надвига. Следовательно и в Агаракском рудном поле мы видим в основном те же закономерности рудопроявления, что и в Каджаране, за исключением лишь того, что жильные порфиры, имеющие в рудоотложении обоих месторождений экранирующее значение, в Агараке оруденены интенсивно, а в Каджаране весьма слабо. Это основное количественное, но не качественное, различие, вероятно, связано,

прежде всего, с отмеченными выше структурными особенностями и различной степенью трещиноватости жильных порфиров Агарака и Каджарана.

Вторичное изменение руд выражено достаточно отчетливо. На поверхности месторождения сульфиды в значительной степени выщелочены; на крутых же склонах, где имеет место более интенсивный размыв, сульфиды встречаются непосредственно на поверхности, совместно с окисленными минералами.

Зона сульфидного обогащения выражена не резко, а в виде рассеянной вкрапленности вторичных сульфидов, распространяющихся на большую глубину (до 125 *м* от поверхности, по скваж. № 9). На глубине в 20—40 *м* эта зона выражена более отчетливо.

Окисленные руды содержат, главным образом, малахит и азурит. Глубина их распространения принята практически, для подсчета запасов, 20 *м*. Вторичные сульфиды представлены халькозином, борнитом и ковеллином; преобладает халькозин.

Технические пробы, взятые в 1933 г. с глубин 10—40 *м* от поверхности из полуокисленных руд, показали, что медь в окисленных минералах составляет 18% и во вторичных сульфидах—20—25% от общеге ее содержания в пробах.

Минералогический состав руд. *Главнейшими первичными рудными минералами* являются халькопирит, молибденит и пирит. Сфалерит, галенит, магнетит, пирротин, блеклая медная руда встречаются редко. Из *вторичных сулфидов*, как уже отмечалось, присутствуют халькозин, борнит и ковеллин.

Из минералов окисленной зоны главнейшими являются малахит и азурит. Относительно второстепенное значение имеют куприт, хризоколла, самородная медь, тенорит. Кроме медных минералов встречаются также окислы железа, молибденовая охра, ярозит, смитсонит, самородная сера и гипс. Из числа *жильных минералов* следует отметить кварц, серицит, альбит и другие полевые шпаты, каолинит, вторичный биотит и др.

Пирит и халькопирит встречаются, главным образом, в виде мельчайших вкрапленных зерен, большей частью мономинеральных, реже в виде сростков. Тонкие сульфидные прожилки с халькопиритом, пиритом и реже молибденитом играют подчиненную роль.

Существенная часть молибденита связана с мельчайшими кварцевыми прожилками. Наряду с этим встречаются чисто молибденитовые прожилки и вкрапленники этого минерала в окварцованных породах.

Химический состав руд. Агаракское месторождение как по химическому, так и по минералогическому составам руд весьма сходно с Каджаранским. Наряду с *медью* и *молибденом* здесь встречаются, правда, в незначительных, не имеющих практического значения, количествах, от следов до сотых долей процента,—*цинк, свинец, мышьяк, кобальт, никель, висмут, золото, серебро и олово.*

Содержание *меди* по различным пробам, взятым из горных выработок Агарака, колеблется от 0,01—0,06% до 1,2—1,56%. Среднее содержание при подсчете запасов принято в 1944 г.—0,68 %. Руды с содержанием меди больше 1% встречаются: 1) вблизи поверхности, там, где заметно окисленное обогащение; 2) в условиях вторичного сульфидного обогащения; 3) в первичных обогащенных участках, непосредственно прилегающих к главному надвигу и встречающихся в других условиях.

Содержание *молибдена* колеблется в пределах от следов до 0,06—0,1 % и лишь редко повышается до 0,14 %. Среднее содержание молибдена при подсчете запасов в 1944 г. по всему месторождению принято 0,07 %.

Изучение количественного соотношения меди и молибдена показывает, что кривая содержания молибдена в общем, с некоторыми отклонениями, следует за кривой меди.

Генезис Агаракского месторождения имеет много общего с таковым Каджарана.

По Барканову, интрузивные гранодиорит-порфиры, являясь последними дериватами гранодиоритовой магмы, выполняли тектонические трещины и послужили в последующем (наряду с свободными от даек разломами) путями циркуляции рудоносных растворов. Последние, вероятнее всего, связаны с прорывающей сиенито-граниты интрузией гранитов и гранодиоритов.

Исходя из характера изменения рудовмещающих пород—окварцевания, серицитизации, альбитизации и образования вторичного биотита, а также рудных минералов—халькопирита, пирита, молибденита и др.,—Агарак следует отнести к гидротермальным месторождениям, образовавшимся в условиях перехода от глубинной зоны к средней, по классификации Линдгрена,—от гипотермальных к мезотермальным.

Запасы медно-молибденовой руды, подсчитанные Барковым на 1. I. 1934 г., до горизонта 1010 *м* определяются цифрами по всем категориям руды в 82 570 000 *т*, меди в руде—460 000 *т* и молибдена—26600 *т*.

Среднее содержание металлов в руде было принято для меди 0,53% и для молибдена—0,031 %.

Однако, как уже было отмечено выше, переопробование месторождения на молибден и медь, а также дополнительная разведка месторождения, проводимая с 1941 г., показали более высокое содержание в рудах Агарака как меди, так и молибдена. Тараяном в 1944 г. был произведен, согласно последним инструкциям Комитета по делам геологии при СНК СССР, пересчет запасов по данным на 1 января 1944 г., результаты которых приведены в табл. 36.

Таким образом общие запасы по месторождению определяются в округленных цифрах руды 113 млн. тонн, меди в руде 713 тыс. тонн и молибдена—75 тыс. тонн.

Таблица 36

Категории запасов	Сульфидные руды					Окисленные руды				
	Руда в тонн.	Медь		Молибден		Руда в тоннах	Медь		Молибден	
		колич. в тонн.	% сод. в руде	колич. в тонн.	% сод. в руде		колич. в тонн.	% сод. в руде	колич. в тонн.	% сод. в руде
B	10148000	74300	0,73	6940	0,068	1190000	14800	1,25	1087	0,091
C_1	29892000	197100	0,66	21000	0,071	1970000	20500	1,04	1093	0,055
$B+C_1$	40040000	271400	0,68	27940	0,070	3160000	35300	1,11	2180	0,070
C_2	67100000	373500	0,55	42900	0,064	3090000	32900	1,06	2060	0,066
$B+C_1+C_2$	107140000	644900	0,61	70840	0,066	6250000	68200	1,09	4240	0,068

Внебалансовые запасы руды заключают в себе около 16 тыс. тонн меди и 1 тыс. тонн молибдена.

В подсчет запасов вошли руды, заключенные между горизонтами 1265 и 1015, что составляет 250 *м* по вертикали. В промышленные запасы были включены руды с содержанием меди 0,5% и выше, независимо от процентного содержания молибдена.

Общее содержание окисленного молибдена для всего месторождения в целом много ниже установленного для кондиционных руд предела,—5 %. В окисленных рудах около половины молибдена находится в окисленном состоянии.

На месторождении выделяются зоны относительно богатых руд с содержанием меди 0,92% и выше. При необходимости добычу руды можно провести в первую очередь из богатых рудных зон.

Техническая классификация руд, по Барканову, в отношении минералогического состава, такова:

1) руды выщелоченные, богатые лимонитом и почти не содержащие медных минералов, непромышленные;

2) руды полуокисленные, в которых часть меди представлена окисленными минералами, главным образом малахитом, а остальная часть—халькопиритом и вторичными сульфидами;

3) руды сульфидные—первичные и частью вторично обогащенные.

В отношении вмещающей породы:

1) руды, в которых вмещающей породой являются более или менее свежие сиенито-граниты и жильные порфиры;

2) руды, где вмещающую породу представляют сильно измененные, серицитизированные, окварцованные и хлоритизированные, частью рыхлые и глинистые породы;

3) руды промежуточного типа.

Испытание руд на обогатимость методом флотации, проведенное Институтом Механобр (Ленинград) в 1932—1934 гг., дало вполне удовлетворительные результаты: при полупромышленной обработке 9-тонной средней пробы руд достигнуто извлечение меди в коллективный концентрат в 85 % и молибдена в молибденовый концентрат 80 % от общего содержания в руде; содержание меди в кол-

лективном концентрате равно 10—14 %, молибдена 0,2—0,27 %. В результате селективной флотации коллективного концентрата получился молибденовый концентрат с содержанием молибдена 8,5—10% с примесью меди около 1—2 %. Дальнейшей перечисткой молибденового концентрата можно повысить содержание металла почти в 2—2,5 раза, при соответственном увеличении содержания меди, как вредной примеси (до 2,5—4%). Таким образом, остается разрешить вопрос получения кондиционного молибденового продукта с минимальным содержанием меди,—не более 0,5 %.

Гидрометаллургическая обработка полученных молибденовых концентратов путем обжига и выщелачивания показала извлечение молибдена из концентрата на 98,1 %, однако с некоторыми вредными примесями: мышьяка 0,6 %, двуокиси фосфора (P_2O_5) 1,4 % и меди 4,2 %.

Для уточнения рабочей схемы обогащения медно-молибденовых руд Агарака следует проводить дополнительные исследования на опытной обогатительной фабрике.

Промышленная оценка месторождения. Большая промышленная ценность Агаракского месторождения вытекает из наличия:

1) крупных запасов меди—713 000 *т*, молибдена—75 000 *т*, при среднем содержании в руде меди 0,68%, молибдена 0,070%. Относительно низкое процентное содержание меди и молибдена компенсируется весьма хорошими показателями обогатимости руд Агарака—высокой степенью извлечения меди и молибдена. Кроме того, наличие в медной руде молибдена приравнивает руды Агарака в ценностном выражении к рудам ряда медно-порфировых месторождений Союза ССР, эксплоатируемых, либо имеющих первоочередное промышленное значение, как, например, Коунрад, Каджаран и Алмалык (см. табл. 35);

2) высоких горно-экономических показателей благодаря равномерно рассеянному характеру руд и возможности частичной эксплоатации месторождения открытыми работами;

3) хороших транспортных условий: Агарак расположен в 10 *км* от железной дороги.

Промышленно-экономическое значение Агарака значительно повышается при рассмотрении вопроса в свете экономики Мегринского и Кафанского районов. Здесь расположены, на расстоянии 35—40 *км* друг от друга, крупнейшее в Армении Каджаранское медно-молибденовое месторождение, находящееся в настоящее время в стадии промышленного освоения, и действующие Кафанские рудники.

Энергоснабжение будущих предприятий на Агараке и Каджаране удачно может быть обеспечено постройкой высоковольтной линии электропередачи от одной из действующих или строящихся ГЭС Севан-Зангинского куста либо ГЭС на р. Базарчай—Воротан, находящейся на расстоянии 60—90 *км* от указанных месторождений.

Не исключена возможность постройки ГЭС на р. Аракс, вблизи от Агарака.

Таким образом, крупные запасы медно-молибденовых руд и высокие экономические показатели ставят Агарак в число действительно подлежащих в ближайшие годы промышленному освоению месторождений СССР.

По своему экономическому значению Агарак заслуживает промышленного освоения непосредственно после пуска в эксплоатацию соседнего Каджаранского медно-молибденового месторождения, если не одновременно с ним.

Первую очередь обогатительной фабрики следует проектировать мощностью в 2—3 тыс. *т* переработки руды в сутки.

Необходимые мероприятия по дальнейшему изучению месторождения сводятся, в основном, к постройке на месте опытной флотационной фабрики производительностью в 25—50 *т* в сутки, для уточнения рабочей схемы обогащения руд. С этой целью необходимо достроить шоссе, проходящее от месторождения через с. Карчеван к жел. дороге, общим протяжением в 10—12 *км*. Кроме того, для питания фабрики электроэнергией нужно построить небольшую дизельную электростанцию мощностью в 300—400 *квт*, которая может работать не круглый год. Потребность опытной обогатительной фабрики может быть удовлетворена в течение 5—6 многоводных месяцев года действующей МегриГЭС. Для этого необходимо только провести линию передачи от электростанции до фабрики протяжением около 7—8 *км*. Проектная мощность МегриГЭС—800 *квт* обеспечивается в году лишь с марта по август месяцы; в остальное время года, из-за низкого расхода воды в р. Мегри, мощность станции падает до 300 *квт*, и она с трудом обеспечивает лишь потребность районного центра.

Одновременно, до момента эксплоатации месторождения, желательно произвести дополнительные горно-разведочные работы в объеме 2000—3000 пог. *м* с целью более детального освещения его по существующим разведочным горизонтам и на глубину.

4. Джиндаринское медное месторождение

Месторождение *Джиндара* находится в 0,5 *км* к Ю от с. Личк, Мегринского района, и расположено по склонам ущелья небольшого ручья Джиндара, на высоте 1800 *м* над ур. моря (46°10′ в. д. и 39°3′ с. ш.), Оно расположено между двумя крупнейшими медно-молибденовыми месторождениями Конгуро-Алангязского плутона—Каджаранским и Агаракским, в 15 *км* к Ю от первого и в 18—20 *км* к С от второго.

Месторождение впервые было описано в 1907 г. Конюшевским (24), который оценил месторождение как заслуживающее внимания. В 1925 г. Грушевой заснял часть рудного поля, м. 1:2100, и оценил месторождение как заслуживающее дальнейшего изучения.

Разведка месторождения впервые была начата Зак. Геол.-разв. Трестом в 1931 г. и выразилась в проходке штольни длиной в 40 *м* с двумя небольшими рассечками. Разведочные работы продолжались и в 1932 г. Шкрабо, от той же организации, и выразились в проведении до 400 пог. *м* горных работ и геологической съемке, м. 1:2500, на площади 2 *км*².

В геологическом строении района месторождения участвуют исключительно интрузивные породы, принадлежащие к двум различным фазам Конгуро-Алангязского плутона третичного возраста—интрузии монцонитов (сиенито-диоритов, сиенитов и диоритов) и прорывающих их порфировидных гранитов и гранодиоритов.

Линия контакта между породами обеих фаз простирается примерно в меридиональном направлении; к В от этой линии распространены монцониты и подчиненные им сиениты, сиенито-диориты, диориты и габбро-диориты, а к З—порфировидные граниты и гранодиориты. На участке самого месторождения из пород монцонитовой интрузии распространены, главным образом, диориты и сиенито-диориты.

Как монцониты, так и в особенности порфировидные граниты и гранодиориты прорываются довольно часто дайками гранодиорит-порфиров и близких к ним по составу пород. Количество даек особенно увеличивается по мере приближения к линии контакта указанных интрузий.

Вдоль контакта, в монцонитах, а в ряде участков по самому названному контакту проходит зона крупных дизъюнктивных нарушений (надвиг?), которая с некоторыми перерывами продолжается от Каджаранского месторождения на Ю до Агаракского и далее в Иранский Карадаг. О ней подробно сказано в описании Агаракского и Каджаранского месторождений, здесь только лишний раз подчеркнем, что эта тектоническая зона является контролирующей структурой, игравшей существенную роль в рудопроявлении всего района и в частности в формировании Каджарана, Агарака, Джиндары и других месторождений.

По ручью Джиндара, непосредственно у контакта с интрузией монцонитов, порфировидные граниты и гранодиориты интенсивно раздроблены и прорваны штокообразными телами и дайками гранит-порфиров широтного простирания. По составу и структуре гранит-порфиры ничем не отличаются от одноименных жильных пород Агаракского месторождения. Порфировидные гранодиориты и прорывающие их гранит-порфиры в пределах рудного поля, под действием гидротермальных растворов, подверглись окварцеванию, местами вплоть до образования вторичных кварцитов, серицитизации и хлоритизации. В измененном виде трудно отличить порфировидные гранодиориты от гранит-порфиров.

Оруденение приурочено исключительно к гидротермально измененным порфировидным гранитам и гранодиоритам и прорывающим

их гранит-порфирам. Степень оруденения повышается от слабо измененных к более интенсивно измененным, в частности окварцованным породам. С другой стороны, рудопроявление представлено в гранит-порфирах богаче, чем в порфировидных гранит-гранодиоритах. Оруденение представлено рассеянным типом,—вкрапленниками и мельчайшими прожилками сульфидов, пронизывающими гидротермально измененные породы.

Минералогический состав руд определяется халькопиритом, пиритом, борнитом, магнетитом, молибденитом, галенитом и блеклой рудой (?). Среди них основными и наиболее распространенными являются халькопирит и пирит, остальные минералы играют резко подчиненную роль. Из вторичных минералов встречаются лимонит, малахит, азурит, куприт. В слабых чертах вырисовываются зоны окисления, выщелачивания и вторичного сульфидного обогащения.

Содержание *меди* в руде колеблется в довольно широких пределах—от сотых и десятых долей процента до 4—4,5% и равно в среднем 0,5%.

Генезис месторождения. Из приведенного сжатого описания Джиндаринского месторождения вытекает, что оно как по структуре, характеру изменения боковых пород и оруденению, так и по минералогическому составу руд представляет собой полную аналогию Агаракскому месторождению и относится к гидротермальным месторождениям средних глубин (мезотермальным)—по Линдгрену.

Наиболее вероятным источником рудоносных растворов, как и для Каджаранского и Агаракского месторождений, следует считать интрузию порфировидных гранитов и гранодиоритов. Основным фактором в формировании месторождения явился региональный тектонический разлом (надвиг) и связанная с ним интенсивная трещиноватость порфировидных гранитов в периферии интрузивного тела, у контакта с монцонитами.

Запасы меди сравнительно незначительны и выражаются по категориям B—13 260 *т* и C_2—19 400 *т* при среднем содержании меди в руде по категории B—0,5—0,6% и по C_2—0,4%. Запасы к настоящему времени еще не утверждены ВКЗ.

Низкое содержание меди в руде и сравнительно небольшие запасы ее дают основание в настоящее и на ближайшее время отнести Джиндара по ценности к группе второстепенных медных месторождений. Подобная оценка справедлива еще потому, что в том же районе имеются два весьма крупных и достаточно хорошо разведанных медно-молибденовых месторождения—Каджаран и Агарак, которые пока еще не эксплоатируются.

Джиндаринское месторождение может приобрести практическую ценность и заслужить детальной разведки лишь после полноценного промышленного освоения Каджаранского и Агаракского месторождений.

5. Мелкие месторождения и рудопроявления меди в Кафанском и Мегринском районах

Кроме описанных выше месторождений, в Кафанском и Мегринском районах известны многочисленные проявления медных руд, частью не имеющие промышленного значения, частью еще не изученные. Ниже приводим их перечень, исключая из списка рудопроявления вокруг Кафанского месторождения, которые были упомянуты при его описании.

1. Рудопроявления в бассейне р. Гехи (левый приток р. Охчи)

Гехинское медно-молибденовое месторождение у с. Гехи (Киги). Медно-молибденовое оруденение рассеянного типа, приурочено к диоритам и монцонитам. Масштабы рудопроявления незначительны. Для окончательного выяснения промышленной ценности следует провести в небольшом объеме разведочные работы.

Аджебаджское рудное проявление, расположенное у сел. Аджебадж. Медное оруденение приурочено к гранатизированным известнякам, залегающим в контакте с интрузией. Практической ценности не представляет.

Паягано-Кефашенское медно-молибденовое рудопроявление приурочено к скарновым породам, образованным в результате метаморфизма известняков под действием гранитоидной интрузии. Халькопирит, магнетит, шеелит и молибденит образуют в скарнах вкрапленность. Содержание меди в руде колеблется от следов до 7—8% в наиболее обогащенных участках. Рудная зона простирается на расстояние 300—400 *м*. Исходя из этого, следует указанные проявления, в особенности Кефашенский участок, подвергнуть предварительной разведке.

У самого истока р. Гехи, у оз. Казан, известен ряд мелких кварцево-медных жил, не представляющих практической ценности.

2. Рудопроявления в верховьях р. Охчи

Аткезское полиметаллическое месторождение расположено у с. Аткез в 3 *км* к СВ от Каджаранского месторождения. Более подробное описание его приводится в главе о полиметаллических месторождениях.

Месторождение объединяет группу полиметаллических жил. Из них наиболее крупные три жилы разрабатывались до Октябрьской революции. Содержание меди в богатых рудах достигает 2—4%, цинка—4—5%, свинца—1—3%. Наряду с цинком, свинцом и медью в рудах Аткезского месторождения содержатся в небольших количествах серебро, молибден и золото.

Месторождение самостоятельного значения не имеет, но приобретает определенную ценность в связи с промышленным освоением Каджарана.

Мелкие рудопроявления меди известны и у истоков р. Охчи,

по линии контакта порфировидных гранитов-гранодиоритов с банатитами, проходящей по большим высотам, порядка 2 900—3 200 *м* над у. м.—вдоль водораздела Конгуро-Алангязского хребта. Все эти проявления медных руд, будучи расположены в трудно доступных гористых местностях, в настоящее время не имеют практической ценности.

Следует изучить проявления медных руд, вскрытых вблизи Каджаранского месторождения по р. Саг-кар, вдоль контакта монцонитоидов с порфировидными гранитами.

3. Рудопроявления в верховьях р. Мегри

В верховьях р. Мегри, в широкой тектонической полосе от Каджарана до Агарака распространены многочисленные мелкие проявления медных и медно-молибденовых руд, некоторые из которых служили объектом кустарной добычи в XIX в. Практическая ценность всех этих рудопроявлений на сегодня незначительна, и они не заслуживают детального изучения, пока не будут доразведаны и освоены промышленностью Каджаранское и Агаракское медно-молибденовые месторождения.

Проявления медных вкрапленных руд на участке Алагуни. Участок расположен в 2 *км* к Ю от с. Личк. Медная минерализация, подобно Джиндаре, приурочена к контакту диорито-монцонитовых пород с более молодыми порфировидными гранодиоритами, идущему в меридиональном направлении. Среднее содержание меди по участку равно 0,25% при колебаниях от 0,1% до 0,4%. Запасы незначительны.

Подобно Алагунийскому, медное рудопроявление имеется и у местн. Мюлк, к ЮЗ от него.

Тейское месторождение расположено у с. Тей. В конце XIX в. оно разрабатывалось, было проплавлено до 120 *т* руды. Кварцевые рудные жилы меридионального и сев.-вост. простирания приурочены к небольшому островку порфирита среди гранодиоритов, представляющему остаток кровли или утопленную в магме гранодиоритов породу кровли. Содержание меди в двух наиболее крупных жилах, протяжением до 50 *м*, колеблется от 0,1% до 6%. Ничтожность запасов лишает месторождение практической ценности.

В районе с. Тей, помимо указанного, известен еще ряд медно-рудных жил, однако, все они практического значения не имеют.

Подобные же рудопроявления известны по р. Гул.

Бугакарское месторождение расположено у местн. Бугакар. В 90-х годах XIX в. пройдены три разведочных штольни общим протяжением 73 *м*, по трем кварцево-медно-молибденовым жилам. Наиболее крупная из них имеет сев.-вост. простирание (65°) при крутом падении на СЗ. Мощность жилы равна 0,9 *м*, длина 40 *м*. Остальные две расположены совершенно близко от первой и имеют те же элементы залегания. Содержание меди в богатой части жилы достигает 4%. Запасы весьма ничтожные.

Рудные жилы, подобные Бугакарским, встречены в местн. *Чакили*, по тропе из Бугакарав Мюлк.

Месторождение Пирзами находится в 2 *км* к Ю от с. Тагамир; оно описано еще Конюшевским. Рудное тело имеет форму линзообразной жилы с падением на ЮВ, 153° под углом 35°. Залегает в монцонитовых породах. Имеет длину 25 *м*, ширину 1,5—2,5 *м*. Оруденение приурочено как к кварцевой жиле, так и к боковым окварцованным породам. В рудах установлены пирит, халькопирит, арсенопирит, сфалерит и галенит. Содержание мышьяка колеблется в пределах от 0,2 до 3,0%, цинка—до 2%, свинца до 0,6% и меди 0,2—0,5%. Месторождение не представляет практического интереса.

К ЮЗ от местн. Пирзами известен ряд мелких кварцеворудных жил.

4. Рудопроявления в восточной части Мегринского района

Здесь, как и в бассейне р. Мегри, имеется много мелких медных месторождений, некоторые из которых в дореволюционный период эксплоатировались. К их числу относятся: Нювадинское месторождение контактового типа, медно-рудные жилы к В от с. Нювады, по ручью Ернадзор, кошберинские жилы, старый рудник Амии-Мамед, старый рудник Дамир-даш, рудопроявления по р.р. Нювади, Малев, Марзкит и мн. др. Рудопр. Шикахохское и по р. Шишкерт (в Кафанск. районе).

Медные месторождения Северной Армении

Северная Армения значительно уступает Южной как по общим запасам медных руд, так и по добыче медной руды и металла в ней. Здесь сконцентрировано лишь около 2% из общих запасов меди Республики. Несмотря на это, в настоящее время около 30—35% вырабатываемой в Армянской ССР меди добывается в северной части Республики и, в частности, в Алавердском районе.

Под северной частью Республики подразумеваются в данном случае Алавердский, Степанаванский, Кироваканский, Дилижанский, Ноемберянский, Иджеванский и Шамшадинский районы. В этой части Республики известно до ста медных месторождений, большинство которых совершенно не изучено. Основные медные месторождения, в частности эксплоатируемые, расположены в пределах Алавердского района, а в остальных районах встречаются и мало изученные мелкие месторождения, практическая ценность которых еще не выяснена.

К числу разрабатываемых в настоящее время медных месторождений Алавердского района относятся: Шамлугский рудник со средней суточной добычей руды в 200—220 *т* и Ленинский (Алавердский) рудник с добычей руды в 50 *т* в сутки. Оба рудника находятся в ведении Алавердского рудоуправления.

Наряду с ними следует упомянуть Шагали-Эйларское и Ахталь-

ское месторождения, которые разрабатывались ранее, а в настоящее время проходят детальную разведку.

По некоторым косвенным данным, кустарное производство меди существовало в Алавердском районе еще в глубокой древности; начало документально известных горных разработок относится к 30-ым годам XVIII в. Добыча меди в месторождениях района значительно расширилась, начиная с 1889 г., когда она перешла в руки Французского Акционерного Кавказского промышленного и металлургического общества. В 1913 г. было выплавлено 3793 *т* металла, что составляло около 10% общего производства меди в России. После этого, в годы первой империалистической войны производство меди постепенно пало, а в 1918 г. совершенно прекратилось. Рудники были восстановлены и добыча медной руды возобновлена лишь в 1925 г. Дальнейшее развитие медной промышленности района показано в табл. 37.

Таблица 37

Годы	Добыча медной руды в *т*			Выплавка черновой меди в *т*			
	По Шамлугскому руднику	По Алавердскому (Ленинскому) руднику	Итого по Алавердской группе	Всего	Из Алавердской руды	Из Кафанских медных концентратов	Из медного лома и проч. сырья
1913	14186	64208	78394	3793	Все количество меди получено из алавердской руды	ПРИМЕЧАНИЕ	
1915	5302	34715	40017	1894			
1925—26	3830	548	4378	259		До 1931 г. показаны хозяйственные годы, которые исчисляются с октября мес. по октябрь следующего года. Особым кварталом 1930 г. обозначен IV квартал того же года.	
1926—27	11966	1128	13094	736			
1927—28	20275	11297	31772	1342			
1928—29	22862	19544	42406	2125			
1929—30	21664	23302	44966	2259			
Особ. кв. 1930 г.	6318	9464	15762	544			
1931	30444	31968	62412	2056			
1932	42256	16910	59166	2646			
1933	39122	16025	55147	1768			
1934	50452	22807	73258	2140			
1935	48200	21250	69450	2301			
1936	52031	22971	75002	4738	2687	1472	579
1937	103208	29248	132456	5626	3610	1706	310
1938	77720	16720	94440	7139	3428	3440	271
1939	75849	7881	83730	7623	3116	3672	556
1940	70273	нет добычи	72423	7633	2210	3778	1568
1941	82071	13113	95184	9831	2345	5847	2502
1942	59338	10862	70200	7157	1512	4135	1510
1943	39310	3905	43215	4461	1191	1527	1743
1944	45200	5700	50900	6268	1570	2110	2588

Алавердский район имеет развитую промышленность. По району проходит жел. дорога Тбилиси—Ереван, вдоль которой расположены многие медные месторождения района, на расстоянии от 1—5 *км* до 20—25 *км*. В районном центре—Алаверди, являющемся в то же время ж.-д. станцией, расположен единственный в Армении Алавердский медеплавильный завод с тремя ватержакетными и одной отра-

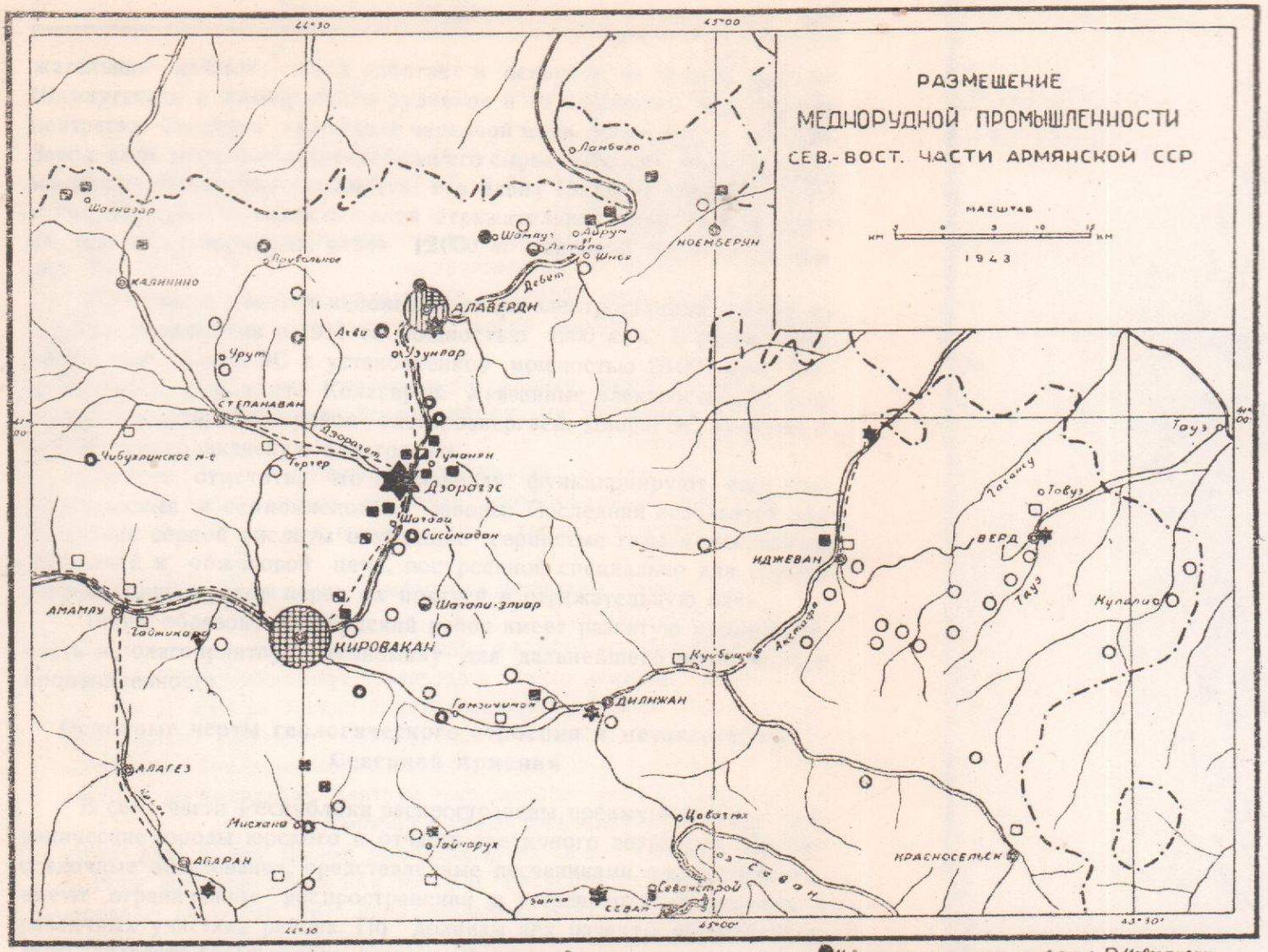

РАЗМЕЩЕНИЕ
МЕДНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
СЕВ.-ВОСТ. ЧАСТИ АРМЯНСКОЙ ССР
МАСШТАБ
1943
АЛАВЕРДИ
КИРОВАКАН
ДИЛИЖАН
ИДЖЕВАН
ВЕРД
НОЕМБЕРЯН
КАЛИНИНО
СТЕПАНАВАН
Дзорагет
Дзоратэс
Чибухлинское м-е
Тертер
Туманян
Шагали
Сисимаван
Шагали-элиар
АМАМЯУ
Гадикавар
Ганзачичан
АЛАГЕЗ
Мисхана
Тайчарух
АПАРАН
Цовагях
Севанстрой
СЕВАН
КРАСНОСЕЛЬСК
Куйбышев
Ахстафа
Шамлуг
Шинах
Лалвало
Шаумяновка
Прудольное
Дебет
Алаверди
Урут
Эзунвар
Тавуз
Товуз
Кулалиф
Таваушу
Алексеевка
Ленинаван
Заника
Севан
44°30
45°00
43°30'
Валовая продукция пром. пунктов в ценах 1926/27 г. в млн руб
Отрасли пром-ти
Медноруднная
Химическая
Электростанции
Районного значения
Фабр.-заводские
Сельско-хоз и комун
В/в линии элек. передачи
Медные мест-ния эксплоатируемые
" " имеющие пром значение
" " мало изученные
Проявления медного оруденения
Известняки
Кварциты
Огнеупорные глины
Строительные камни

Рис. 15.

жательной печами. Завод работает в основном на медной руде из Шамлугского и Алавердского рудников и на кафанских медных концентратах. Сведения о выплавке черновой меди приведены в табл. 37. Завод из-за нехватки медьсодержащего сырья работает не на полную мощность. Проектная мощность его равна 15 000 *т* черновой меди в год. Производительность одной отражательной печи, рассчитанная на медный концентрат, равна 12 000 *т* черновой меди в год (см. рис. 15).

При заводе имеется небольшая гидро-электростанция, выстроенная еще французами в 1911 г., мощностью 1200 *квт*. В районе действует еще ДзораГЭС с установленной мощностью 23 000 *квт*, расположенная у ж.-д. ст. Колагиран. Указанные электростанции полностью обеспечивают район электроэнергией. ДзораГЭС включен в общую республиканскую электросеть.

Следует отметить, что в Алаверди функционируют еще меднокупоросный и сернокислотный заводы. Последний использует для получения серной кислоты отходящие сернистые газы медеплавильных печей и обжиговой печи, построенной специально для обжига медных концентратов перед их подачей в отражательную печь.

Таким образом, Алавердский район имеет развитую промышленность и благоприятную экономику для дальнейшего роста медной промышленности.

Основные черты геологического строения и металлогении Северной Армении

В сев. части Республики распространены преимущественно вулканические породы юрского и отчасти третичного возрастов. Юрские осадочные образования, представленные песчаниками и известняками, имеют ограниченное распространение и встречаются островками в различных участках района. По долинам рек развиты четвертичные лавы андезито-базальтового состава. Все геологические образования, за исключением четвертичных лав, прорываются интрузиями гранодиоритов, диоритов, альбитофиров и фельзитовых порфиров, образующими крупные дайки, лакколиты и штоки. Возраст различных интрузивных внедрений определяется разными исследователями от юры до третичного времени.

Довольно широкое развитие имеют дайки и другие секущие тела диабазов и диабазовых порфиритов, возрастное взаимоотношение которых к гранитоидам еще не установлено. В шамлугском месторождении дайка диабаза сечет альбитофиры.

Геологический разрез района снизу вверх представляется в следующем виде (см. рис. 16):

1. кварцевые порфиры средней юры*;

* По данным некоторых исследователей кварцевые порфиры отнесены к нижней юре.

2. порфириты, туфы и туфобрекчии среднеюрского возраста, образующие толщу мощностью около 1000 *м* (участок Алаверди—Ахтала);

3. известковые туфы и туфовые песчаники, налегающие на туфобрекчии и порфиры согласно и содержащие среднеюрскую фауну (аммониты, белемниты и др.);

4. так называемые верхние порфириты среднеюрского возраста, налегающие согласно на туфопесчаники;

5. вулканические брекчии, лабрадоровые и авгитовые порфириты (в районе г. Лалвар), возраст которых окончательно не установлен;

6. в южной части района, недалеко от Сисимаданского месторождения, на среднеюрской порфиритовой толще налегают эоценовые туфопорфириты;

7. дайки диабазов и диабазовых порфиритов;

8. интрузии гранодиоритов, диоритов, альбитофиров и др., известные в районах сс. Ахпат, Айрум, Кохб и в верховьях р. Учкилиса;

9. четвертичные базальты, покровы и потоки которых имеют мощность до 300—380 *м*.

Тектоника всего района в целом, к сожалению, изучена слабо. По имеющимся данным, здесь выделяется громадная пологая антиклиналь сев.-зап. простирания, ось которой падает на ЮВ. К югу от границ Алавердского района эта антиклиналь сменяется сильно сжатой синклиналью, а в сев.-вост. части—моноклинальной складкой. В ряде участков района наблюдается местная складчатость, которая изучена слабо и не увязана в единую систему.

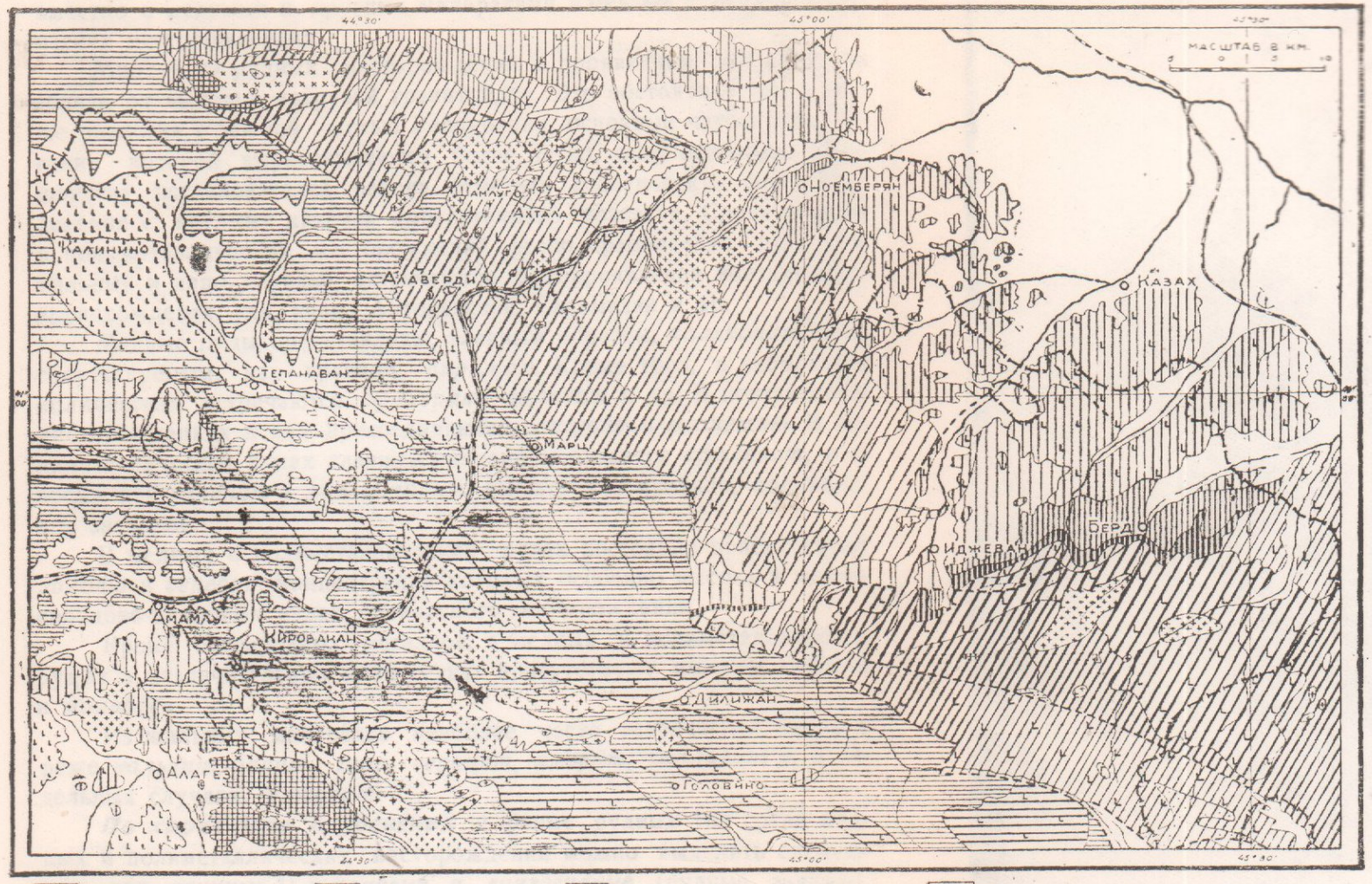
Более распространены дизъюнктивные формы нарушений, которые, однако, зарегистрированы и более или менее изучены лишь в пределах известных медных месторождений. Так, напр., на Алавердском (Ленинском) медном руднике имеется зона разлома и смятия меридионального простирания при падении на З, которая хорошо прослеживается на протяжении 3 *км* и характеризуется как взброс. Другая зона разлома, но примерно широтного простирания, известна на Шамлугском медном месторождении. Здесь же выявлены крупные трещины, расположенные почти перпендикулярно к зоне разлома.

Подобные разломы известны также на Ахтальском, Шагали-Эйларском, Сисимаданском, Чибухлинском и других месторождениях и участках. Эти разломы, многие из которых выполнены различными жильными породами, часто контролируют оруденение и к ним приурочены медные, полиметаллические и другие месторождения.

Как уже было отмечено, в северной части Республики известно более десяти месторождений и многочисленные проявления меди и частью полиметаллов. Известны также не имеющие практической ценности скопления железных руд в виде жилообразных тел, а также месторождения серного колчедана, представляющие значитель-

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СЕВ.-ВОСТ. ЧАСТИ АРМЯНСКОЙ ССР

по К. Н. Паффенгольцу



Аллювий и делювий. Четвертичные лавы. Олигоцен. Вулканогенная толща. Средний эоцен. Вулканогенная толща. Средний и нижний эоцен. Туфогенные породы. Сенон (+ верх. турон). Карбонатная толща. Турон. Вулканогенная толща. Сеноман. Извест.-песч. и частью вулк. толща. Нижний мел. Свита известняков. Оксфорд-киммеридж. Карбонатная фация вост. части малого Кавказа. Келловей. Сланцево-песч. фация вост. части м. Кавказа. Доггер. Вулк. толща. Верх (?) лейас. Толща кварцевых порфиров. Лейас. Вулк. толща. Лейас. Песч.-глин. сланцы. Кембрий-докембрий. Метаморф. сланцы и вулканогенные породы. Неоинтрузии. Эоцен-в. миоцен; граниты, гранодиориты, диориты и др. Граниты. Палеозой. Щелочные интрузии. Габбро. Верх. эоцен. Линии тектонических нарушений.

Рис. 16

ный интерес. Пирит в промышленных концентрациях встречается совместно с медными и другими минералами в медных и полиметаллических месторождениях.

Многие из рудных месторождений и проявлений расположены вблизи от выходов интрузий гранитоидов. Это обстоятельство, а также аналогия с южной частью Республики, основные черты металлогении которой вырисовываются более четко, дают основание большинству исследователей района отметить генетическую связь оруденения с кислыми интрузи ямитретичного возраста. Среди медных и полиметаллических месторождений резко преобладают гидротермальные и лишь изредка встречаются рудопроявления контактового происхождения, как, напр., Антоневское, Сисимадан и др.

Медные руды представлены, главным образом, *халькопиритом*, сопутствуемым, как правило, *пиритом*. Кроме того, в небольших количествах встречаются *сфалерит*, *галенит* и др. В контактовых месторождениях к ним присоединяются *гематит* и *магнетит*. В полиметаллических рудах главным минералом является *сфалерит*, в то время как *галенит* и *халькопирит* имеют, как правило, подчиненное значение.

В медных и полиметаллических рудах постоянно присутствуют *золото* и *серебро*, концентрация которых особенно высока в медно-свинцово-цинковых рудах Ахтальского месторождения.

Кроме благородных металлов, в медных и полиметаллических рудах в незначительных количествах присутствуют *мышьяк*, *кадмий* и *молибден*.

Из жильных минералов наиболее часто встречаются *кварц* и реже *кальцит*, *барит*, *гипс*, *серицит*, *хлорит*, *каолинит* и, в отдельных случаях, *флюорит*.

По характеру оруденения и форме рудных тел среди медных и полиметаллических месторождений можно выделить следующие три группы: 1) *штоковые и линзовидные* (рудные залежи), 2) *жильные* и 3) месторождения *штокверково-вкрапленных руд*. В некоторых месторождениях наблюдается сочетание всех трех форм, при резком преобладании одной из них (Алавердское месторождение). Средп известных, имеющих промышленное значение месторождений преобладает первая группа—штоковые месторождения, к числу которых относятся *Шамлугское и Алавердское—медные и Ахтальское полиметаллическое* месторождения. Рудные штоки, средние размеры которых достигают по простиранию 100—120 *м*, по падению 50—60 *м*, мощности 10—12 *м*, сопровождаются более мелкими линзообразными телами и гнездами. На периферии штоковых месторождений появляются жилообразные рудные тела с более повышенным, чем в самих штоках, содержанием металлов.

Жильные месторождения многочисленны, однако они невелики по размерам. К их числу относятся *Шагали-Эйларское*, *Антоневское*, *Чамлугское* месторождения, а также *южный* участок Алавердского

месторождения. Можно полагать, что оруденение штокового типа приурочено к главным тектоническим нарушениям, а жильные—к второстепенным.

Штокверково-вкрапленные месторождения стали изучаться только в последние годы. К их числу относятся *Спасакарское* месторождение, рудопроявления *Шнохского* массива и др. Этот тип оруденения связан с участками интенсивного дробления крупных тектонических зон. Содержание меди в штокверково-вкрапленных рудах не превышает 0,8—1,0—1,2%, в то время как в штоках и жилах оно колеблется в рядовой руде от 2,5—3,0 до 6,0—8,0%.

Почти все медные и полиметаллические рудные тела, за исключением контактовых образований, приурочены к туфобрекчиям, туфопорфиритам, порфиритам, кварцевым порфирам и кератофирам среднеюрского возраста. При этом наблюдается концентрация рудных тел вблизи контактов, под висячим боком.

1. Алавердское медное месторождение

Общие сведения. Алавердское медное месторождение (Ленинский рудник) расположено в 2 *км* к С от ж.-д. ст. Алаверди у подножья г. Лалвар (41°8′ с. ш. и 44°40′ в. д.).

Месторождение является одним из действующих рудников Алавердского рудоуправления, правда, в настоящее время второстепенным, и находится от основных—Шамлугских рудников в 13 *км* к ЮЗ. С Алавердским медеплавильным заводом связано узкоколейной дорогой протяжением в 2 *км*, по которой руда доставляется на завод вагонетками, конной тягой. Кроме того, от Алаверди до медных рудников проведено шоссе (2,5 *км*).

Месторождение было открыто и эксплоатируется с 1730 г. По добыче медной руды оно занимало в Закавказье первое место. За более чем 200-летний период добыто более 1 100 000 *т* руды и выплавлено 44 000 *т* меди. Размер добычи за последние годы показан в табл. 37.

В геологическом строении месторождения принимают участие среднеюрские вулканические породы; порфириты и их туфы залегают в висячем боку месторождения, туфобрекчии—в лежачем боку нижних горизонтов, а песчаники—в верхних горизонтах. Толща этих пород прорезывается дайками диабазов, диабазовых порфиритов, альбитофиров. В 5 *км* от месторождения встречаются выхода гранодиоритов предположительно третичного возраста. Месторождение приурочено к взбросу меридионального простирания, прослеженному на расстоянии около 3 *км*. Оруденение связано с гидротермально измененными породами висячего (порфириты и их туфы) и частично лежачего (туфобрекчии) боков тектонического нарушения (см. рис. 17).

Изменение рудовмещающих пород выражается в огипсовании, окварцевании, хлоритизации, каолинизации и серицитизации. Горными работами по вертикали месторождение исследовано на 250 *м* выше

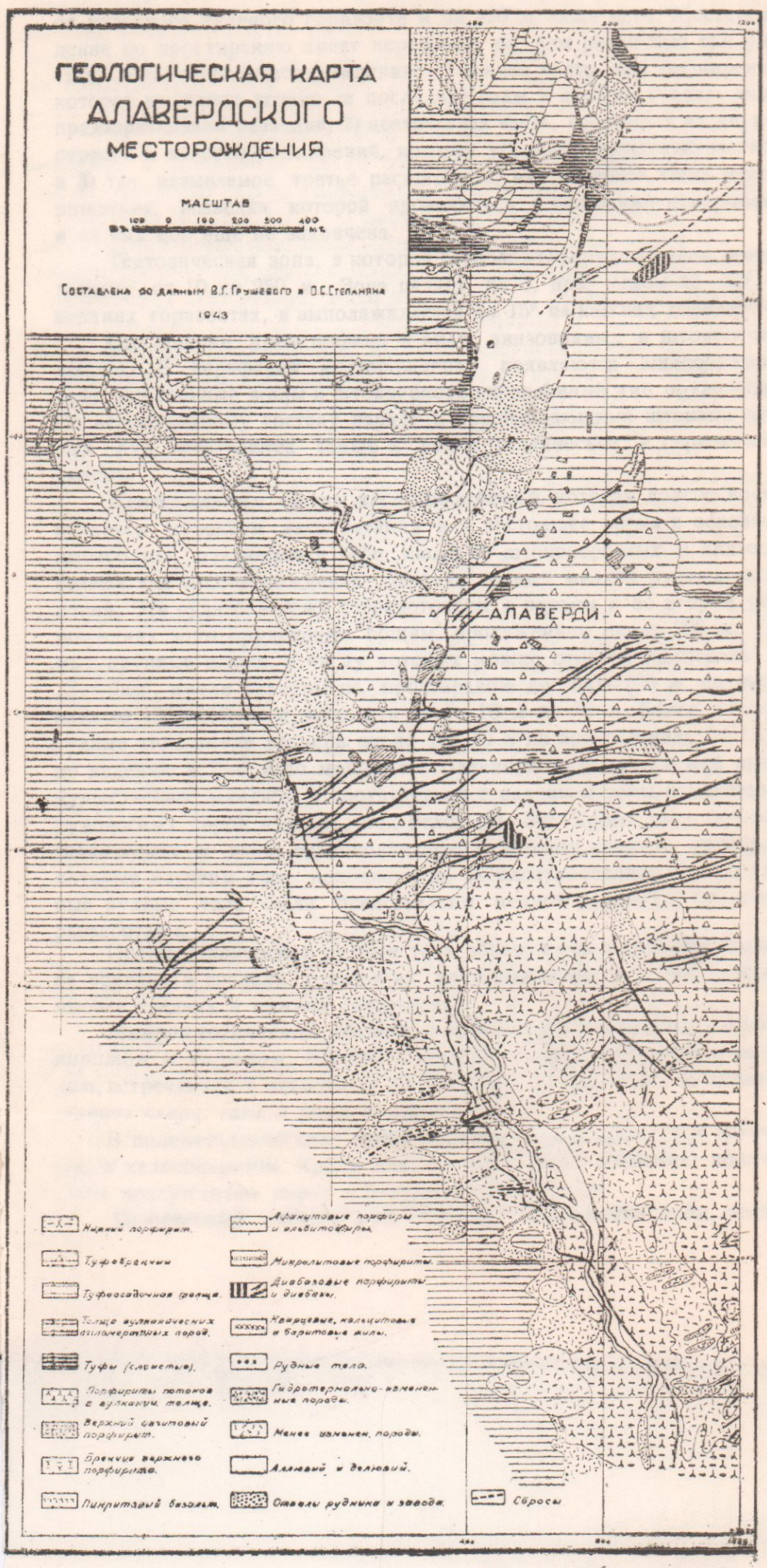

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
АЛАВЕРДСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ
МАСШТАБ
100 0 100 200 300 400 м
Составлена по данным В.Г. Грушевого и О.С. Степаняна
1943
АЛАВЕРДИ
Нижний порфирит.
Туфобреччии
Туфоосадочная толща.
Толща вулканических аллювиальных пород.
Туфы (сланцевые).
Порфириты потоков в вулканич. толще.
Верхний авгитовый порфирит.
Брекчия верхнего порфирита.
Пикритовый базальт.
Альбитовые порфиры и альбитофиры.
Микролитовые порфириты.
Диабазовые порфириты и диабазы.
Кварцевые, кальцитовые и баритовые жилы.
Рудные тела.
Гидротермально-измененные породы.
Менее измененн. породы.
Аллювий и делювий.
Отвалы рудника и завода.
Сбросы

Рис. 17.

от условного нулевого горизонта и на 220 *м* ниже него. Месторождение по простиранию имеет пережимы, по ним различают три участка, или части, месторождения: 1) южная часть, или расширение, которое выявлено только за последние годы и прошло стадию лишь предварительной разведки, 2) центральная часть, состоящая из двух— первого и второго расширений, которая усиленно эксплоатировалась, и 3) так называемое третье расширение, или северная часть месторождения, разведка которой проводилась с большими перерывами и до сих пор еще не закончена.

Тектоническая зона, в которой расположены рудные тела, имеет ширину от 10 до 250 *м*. Зона падает на З, под углом 45—50° на верхних горизонтах, и выполаживается до 15° на нижних горизонтах.

Оруденение представлено в виде линзовидных и штокообразных тел. В периферии месторождения появляются жилообразные тела, нормальные жилы и штокверково-вкрапленный тип оруденения. По вещественному составу наряду с преобладающими штоками медных руд встречаются также и полиметаллические и серноколчеданные.

Центральная часть месторождения, которая долгое время являлась объектом эксплоатации и в настоящее время в основном выработана, заключала в себе около 40 штокообразных и линзообразных тел в сопровождении многочисленных мелких рудных скоплений. Эти рудные залежи сосредоточены в первом и во втором расширениях зоны оруденения общим протяжением около 500 *м*. Самые крупные штоки, к числу которых можно отнести „Централь" и „Зет-бис", имели размеры по простиранию до 100—120 *м*, по падению до 120—150 *м* и мощности от 5—10 *м* до 30 *м*. Более мелкие рудные тела имели размеры около 10—12 *м* по простиранию, 5—10 *м* по падению и 2—3 *м* по мощности. Падением рудных залежей преимущественно западное, в соответствии с падением зоны измененных рудоносных пород в целом, под углом 40—50°. Кроме двух полиметаллических и двух сорноколчеданных штоков средних размеров, которые изучены еще неполно и не эксплоатировались, все остальные рудные тела были представлены медной рудой и в основном разработаны.

Полиметаллические рудные тела обнаружены преимущественно на верхних и средних горизонтах месторождения, а серноколчеданные—в средних и нижних горизонтах.

Минералогический состав медных руд представлен *халькопиритом и пиритом. Борнит* и *ковеллин*, как и *сфалерит* и *галенит*, встречаются в небольших количествах. Из нерудных минералов обычны *кварц*, *гипс* и реже *кальцит*.

В полиметаллических рудах сфалерит преобладает над галенитом и халькопиритом. Кроме них, в сравнительно меньших количествах присутствуют пирит и блеклые медные руды.

Химический состав руд. Среднее содержание *меди*, посту-

павшей ранее в плавку, составляло от 3% до 7%. В рудах штокверково-вкрапленного типа, которые теперь служат объектом добычи, содержание меди равно 1,7—2,0%, а в серноколчеданных рудах штольни „25 октября"—1,5—2,0%. Медная руда, добывавшаяся на горизонте 37, имела следующий состав: Cu—4,61%, Zn—1,22%, Fe—28,39%, S—32,06%, SiO_2—26,76% и Al_2O_3—6,73%.

Содержание *серы* в обычных рудах колеблется в пределах 20—25% и достигает в серноколчеданных рудах—25—35% и выше (штоки „Серный колчедан", „Анастас").

В рудах Алавердского месторождения содержатся, кроме того, и благородные металлы. Содержание *золота* для богатых медных руд достигает около 5 *г/т*. Бедные руды добычи 1942 г. содержали *золота* 0,88 *г/т* и *серебра*—9,2 *г/т**.

Руда полиметаллического штока „Katt" на горизонте +35 имела следующий состав: Cu—3,44%, Zn—18,28%, Pb—2,25%, Fe—9,58%, S—20,68%, Ba—21,70,% SiO_2—9,94%, Al_2O_3—2,46%, CaO—7,48%, MgO—2,68%, Ag—106,8 *г/т*, Au—12 *г/т*.

Содержание благородных металлов в полиметаллических рудах достигает для золота 8—10 *г/т*, для серебра свыше 300 *г/т*. Руда из серноколчеданных штоков ручной сортировкой может быть обогащена, с доведением содержания серы до 40%.

Северный участок, или третье расширение месторождения, разведан недостаточно; здесь установлено жильное оруденение с содержанием меди в руде от 2-до4%; для его детального изучения имеются благоприятные геологические предпосылки.

Южный участок месторождения, который по морфологии рудных тел не похож на центральную часть, также изучен недостаточно. В 1937—38 г. Степанян проводил поисково-разведочные работы по изучению медного оруденения. Из многих кварцево-рудных жил три ранее частично разведывались и эксплоатировались. Одна из жил непромышленная. Непромышленной была также на верхних горизонтах и третья жила, но впоследствии, по мере углубления разведочных работ, мощность ее увеличилась и доходила до 1 *м*. Среднее содержание меди по этим жилам равно около 8%, при колебаниях от 3% до 30%.

В рудах южной части месторождения преобладающим минералом является *халькопирит* в смеси с *пиритом*. В небольшом количестве встречаются *борнит*, *ковеллин*, *халькозин* и на выходах жил *малахит*, *азурит* вместе с *лимонитом*.

Ниже приводится анализ руды (проба 1—10) по разведочным работам 1938 г. жилы у мельницы и № 1, с горизонта—97 шахты № 3.

	Cu	S	CaO	SiO_2	Al_2O_3	Pb	Zn	Fe
Проба 1—10	6,62%	23,58%	2.78%	10,60%	2,43%	0,33%	0,9%	29,56%
Проба 106	11,07%	28,08%	2,11%	11,4%	0,80%	0,33%	0,7%	34,06%

* По данным Алавердского медеплавильного завода.

В этих же пробах, отправленных в геохимическую лабораторию ВСЕГЕИ для производства анализов на благородные металлы и другие элементы, выявлено следующее их содержание:

	Au	Ag	Sn	As	Mo	Sb	Co
Проба 1—10	следы	8 *г/т*	0,04%	0,02%	нет	нет	нет
Проба 106	следы	29 *г/т*	0,04%	0,08%	нет	нет	нет

По простиранию жилы прослежены до 80 *м*, средняя мощность равна 0,6 *м*; имеются раздувы в 2—3 *м* и сужения жилы до нескольких сантиметров с дальнейшим утолщением. Падение жил южное, в отличие от Центрального участка, под углом около 30°. На глубоких горизонтах замечается значительное выполаживание жил.

Генезис месторождения связывается с гранодиоритами предположительно третичного возраста, выхода которых обнаруживаются в районе месторождения. Судя по минералогическому составу руд, Алавердские медные рудники можно отнести к месторождениям средних глубин—мезотермальным по Линдгрену.

Запасы медных руд к настоящему времени сравнительно ограничены и исчисляются на 1.I. 1944 г., в районе шурфа № 3, по категориям А+В около 30 000 *т* и по C_1—15 000 *т*, со средним содержанием меди в руде 1,5—1,8%. Кроме того, в различных местах центрального участка имеются целики богатых руд и бедные руды, оставшиеся по периферии выработанных штоков. Запасы полиметаллических руд не подсчитаны. Предположительно они достигают нескольких десятков тысяч тонн. Запасы серного колчедана, содержащего, кроме серы, 1,5—2% меди, достигают по недоразведанному серноколчеданному штоку штольни „25 октября" по категориям А+В—40 000 *т* и C_1—50 000 *т*, а по штоку „Анастас"—30 000 *т*, всего 120 000 *т* руды.

Таким образом, общие запасы медных и серноколчеданных руд с содержанием 1,5—2,0% меди достигают 165 000 *т*, не считая перспективных запасов южного и северного участков месторождения.

Экономические показатели. Выводы и предложения. Добыча руды в настоящее время производится в районе шурфа—шахты № 3. Среднесуточная добыча не превышает 40—50 *т*. Таким образом, разведанные запасы могут обеспечить работу рудника на 10 лет. В силу того, что добываемая штокверково-вкрапленная руда бедна и не удовлетворяет требованиям медеплавильного завода, она подвергается ручной сортировке, с доведением содержания меди до 2,5—3%. Себестоимость тонны медной руды со средним содержанием металла в руде 2—2,5% равнялась в 1942 году франко-площадка рудника—78 руб. 04 коп., при отпускной цене тонны-процента меди в руде—12 руб. 50 коп. Переброска тонны руды из рудника до медеплавильного завода по узкоколейной дороге обошлась в том же 1942 г. 22 руб. 75 коп.

С целью расширения запасов и добычи руды необходимо про-

верить наличие руды на всех тех участках, где она предполагается, в частности доразведать глубинные зоны Центрального участка, разведать южный и северный участки месторождения. Одновременно необходимо добиться комплексного использования серноколчеданных руд на медь и серу на алавердских медеплавильном и сернокислотном заводах.

2. Шамлугское медное месторождение

Общие сведения. Шамлугское медное месторождение является вторым, в то же время основным действующим рудником Алавердского рудоуправления. Оно расположено в 18 *км* от Алаверди (медеплавильного завода) и в 13 *км* к СЗ от Алавердских (Ленинских) рудников (41°10′ с. ш. и 44°43′ в. д.).

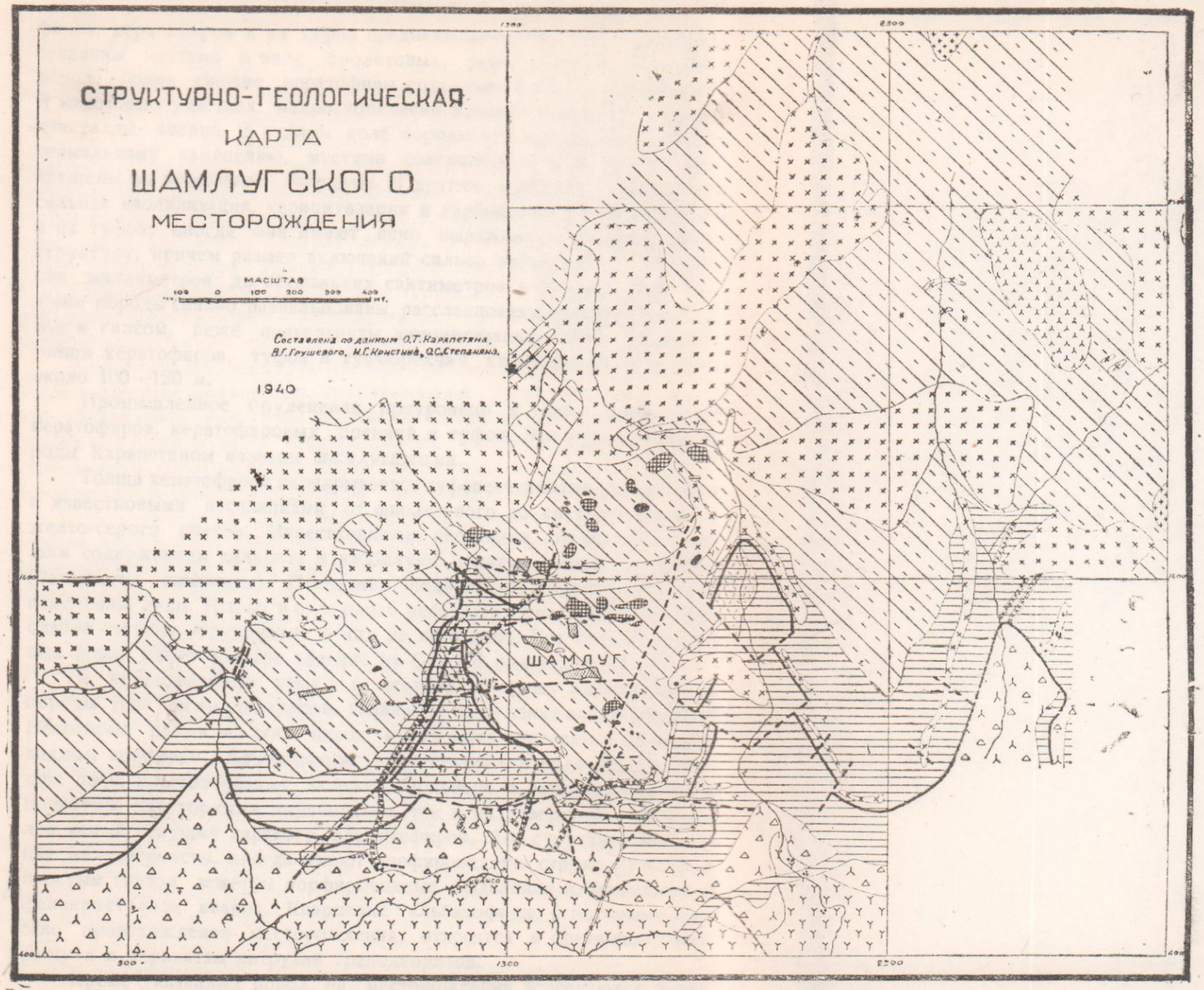
Месторождение от ст. Ахтала Зак. жел. дороги находится в 7 *км* к СЗ по прямой линии и в 10 *км* по узкоколойной рудничной жел. дороге. Кроме узкоколейной дороги от месторождения до ст. Ахтала имеется шоссе (около 22 *км*).

Месторождение разрабатывается примерно со второй половины XVIII в. По некоторым данным разработка Шамлугских рудников началась в 1770 г.

По общему количеству добытой руды Шамлугское месторождение занимает второе место после Алавердского. С 1907 г. по 1944 г. здесь добыто около 900 000 *т* руды. Размеры добычи медной руды по годам приведены в табл. 37. Начиная с 1932 г. добыча руды в Шамлуге непрерывно растет и в настоящее время резко преобладает над добычей в Алавердском руднике.

Геологическое строение месторождения представляется в следующем виде: снизу залегают зеленоватые порфириты среднеюрского возраста, известные в районе под названием „нижних порфиритов" (см. рис. 18).

Нижние порфириты обнажены, главным образом, по ущелью р. Уч- килиса. Породы эти слабо изменены гидротермальным воздействием, пиритизированы, хлоритизированы, эпидотизированы, карбонатизированы. На отдельных участках порфиритовой толщи наблюдается довольно интенсивная пиритизация пород, а иногда и небольшие гнездообразные скопления пирита. Выше „нижних порфиритов и залегают туфобрекчии порфирита, являющиеся для Шамлугского месторождения лежачим боком рудоносной зоны. В рудном поле туфобрекчии порфирита подверглись гидротермальному метаморфизму значительно сильнее, чем нижележащие порфириты, при этом изменение пород более интенсивно в верхних горизонтах, где туфобрекчии изменены почти полностью, осветлены и заключают в себе небольшие жилообразные тела. Мощность толщи туфобрекчий около 60 *м*. Следует отметить, что резкого перехода между порфиритами и туфобрекчиями порфирита не наблюдается. Выше, над туфобрекчиями залегают кислые эффузивные породы типа кварцевых керато-



Порфириты. Туфобреччии порфирита. Кварцевые кератофиры. Туфопесчаники „Верхние" порфириты. Альбитофиры и фельзиты. Плагиограниты. Гидротермально измененные породы рудоносной зоны Диабазовые порфириты. Линии надвигов. Линии сбросов. Рудные проявления. Спроектированные на дневную поверхность контура штоков: медных руд, цинковых руд, серно-колчедановых руд.

Рис. 13.

фиров, кератофиров и их туфов среднеюрского возраста. Туфы представлены местами в виде фиолетовых, реже серых расслоенных пород. Более свежие кератофивы сохранили свою серую окраску. В некоторых участках макроскопически хорошо наблюдаются фенокристаллы кварца. В рудном поле породы эти подвергались гидротермальному изменению, местами совершенно обесцвечены и превращены во вторичные кварциты. В других участках наблюдается сильная каолинизация, серицитизация и карбонатизация кератофиров и их туфов; иногда они имеют ясно выраженную брекчиевидную структуру, причем размер включений сильно варьирует от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров в поперечнике. Местами породы сильно развальцованы, рассланцованы,проникнуты пиритом и гипсом, реже подвергнуты лимонитизации. Общая мощность толщи кератофиров, туфов и туфобрекчий кератофиров составляет около 100—120 *м*.

Промышленное оруденение приурочено к толще измененных кератофиров, кератофировых брекчий и туфов. Эти рудоносные породы Карапетяном названы *шамлугитами*.

Толща кератофиров перекрывается туфопесчаниками, глинистыми и известковыми песчаниками от фиолетового до светло-зеленого и желто-серого цветов. Известковистые песчаники отличаются большим содержанием кальцита и изобилуют мелкими остатками фауны (белемниты, аммониты). Песчаники подверглись гидротермальному изменению лишь только в отдельных небольших участках и в очень слабой степени. Оруденение в них не встречено. Вся толща осадочных пород имеет пологое падение на С и СЗ под углом 10—20°.

В кератофировые лавы и в осадочную толщу интрудировали породы типа кислых порфиров, названные на руднике альбитофирами Некоторые разности этих пород могут быть отнесены к фельзитовидным порфирам. Альбитофиры представлены в виде крутопадающих даек, пластообразных залежей, покровов и лакколитообразных поднятий. Как горными выработками, так и на поверхности установлен ясный секущий характер альбитофиров. По структуре последние мелкозернисты, иногда имеют порфировидную структуру и тогда простым глазом заметны порфировидные выделения плагиоклазов и фенокристаллов кварца. Кварцевые альбитофиры, с которыми связано происхождение месторождения, относятся к третичному возрасту и к дериватам интрузии гранодиоритов.

Кроме указанных пород, на месторождении встречаются также дайки диабазового порфирита, имеющие сев.-вост. простирание. Дайки секут и смещают рудные тела, причем смещения эти имеют небольшие амплитуды. Диабазы и диабазовые порфириты в отличие от фельзитовых альбитофиров представлены крутопадающими дайками.

Тектоника. В результате северного давления, обусловившего моноклинальное залегание пород района, появилась также и мелкая складчатость, захватившая, главным образом, породы туфоосадочной

серии. Позднее на границе толщи порфиритовых туфобрекчий и кварцевых кератофиров и их туфов имело место нарушение, полого падающее на С. В дальнейшем эта тектоническая структура была усложнена новыми сбросовыми нарушениями. В этой стадии оформлялись широтные разломы с углами падения на Ю в 40—80°, с образованием ступенчатых сбросов и сбросо-сдвигов.

Третьей группой разломов по возрасту являются сбросо-сдвиги сев.-вост. простирания с падением на ЮВ. Сев.-восточные сбросы прослеживаются подземными выработками, а также хорошо наблюдаются и на поверхности, где они фиксируются осветленными породами, как это особенно хорошо наблюдается в двух участках—на зап. склоне р. Шамлуг и к В от с. Шамлуг и р. Хараба. В результате такой передвижки вся порфиритовая, кератофировая и туфоосадочная свита была перемята и разбита рядом трещин. Наиболее перемятыми, трещиноватыми и рассланцованными оказались кератофиры и их туфы.

Одновременно с тектоническими движениями, которые следует отнести к одной из фаз Альпийского орогенеза, происходило внедрение гранодиоритовой магмы, давшей мощную интрузию кварцевых альбитофиров. Судя по нарушенности некоторых рудных тел и их смещению, месторождение подверглось также и интенсивным пострудным тектоническим процессам.

Структура месторождения представляется в виде нескольких куполообразных вздутий, состоящих из окварцованных брекчий, которые в своей верхней части облечены покрышкой туфопесчаников. Таких вздутий, которые, возможно, образовались в результате тектонических перемещений, оконтурено горными выработками пока два. Рудные тела, имеющие, главным образом, форму штоков и линз, расположены в склонах и гребнях этих вздутий. Одновременно все рудные тела строго контролируются вышеуказанными тектоническими трещинами.

Отдельные рудные залежи имеют длину по простиранию до 100 *м* и по падению 50—80 *м*, при мощности 10—20 *м*. Крупные штоки заключают в себе около 80 000 *т*—200 000 *т* руды.

Общее количество выявленных к настоящему времени штоков и линз достигает 20. Среди них штоки „F", „D", „Жан", „Стахановец" и др. почти полностью выработаны. Объектами эксплоатации являются крупные штоки „C" и „KL". Общие запасы медной руды штока „C" по всем категориям достигают 170 000 *т*, а по штоку „KL"—260 000 *т*. Крупные штоки и линзы сопровождаются мелкими рудными телами. В южной части месторождения встречаются жилообразные скопления руд.

Наряду с резко преобладающими медными штоками в Шамлуге встречаются также полиметаллические („Борис", „F" и др.) и серноколчеданные штоки и линзы, разведанность которых еще недостаточна. По своим размерам полиметаллические и серноколчеданные штоки уступают медным.

Рудные тела сосредоточены, главным образом, вблизи висячего бока минерализованной зоны, недалеко от контакта с альбитофирами и песчаниками. Буровыми работами 1942 г. обнаружена рудная залежь в лежачем боку шамлугитов.

Минералогический состав руд такой же, как и в Алавердском месторождении. Для медных руд главнейшими минералами являются *халькопирит* и *пирит*. В малых количествах встречаются *ковеллин*, *сфалерит*, *галенит*, *куприт*, *азурит*, *хризоколла*, *анкерит* и др. Из нерудных обычны *кварц*, *барит*, *гипс*, *ангидрит*, *карбонаты*, *серицит*, *хлорит*, *каолин* и другие. В полиметаллических рудах сфалерит преобладает над халькопиритом и галенитом. В серноколчеданных штоках наряду с преобладающим пиритом в незначительных количествах встречаются перечисленные выше рудные минералы.

Химический состав руд. Содержание *меди* в рудах колеблется в широких пределах—от следов, 0,5% до 10—13%. Среднее содержание меди в руде, по данным на 1.I. 1944 г. равняется по штокам „С"—3,20%, „KL"—2,6%, „Стахановец"—5,75%, по всему месторождению—3,16%. В настоящее время добывается руда с средним содержанием меди 3,2—3,5%.

Рядовая руда из штока „Д" имела следующий химический состав: Cu—4,1%, Zn—1,05%, Pb—0,21%, Fe—16,21%, S—20,06%, CaO—7,21%, SiO_2—34,6%, Al_2O_3—12,78%, с объемным весом 3,56. Руда из этого штока по уступу —2 содержала 0,74 *г/т золота* и 29,5 *г/т серебра*. Обнаружены следы *платины*. Содержание золота в рудах различных штоков колеблется от 1,1 *г/т* до 5 *г/т* и серебра от 5 *г/т* до 125 *г/т*. По данным Алавердского медеплавильного завода, проплавленная в 1942 г. шамлугская руда содержала в среднем золота 1,06 *г/т* и серебра 11,6 *г/т*. Содержание благородных металлов в полиметаллических рудах несколько повышенное. Это обстоятельство объясняется участием в составе этих руд теннантита.

Полиметаллическое оруденение наклонки № 33 представлено, главным образом, цинковой рудой, с содержанием цинка 14—18% и меди 1,5%.

Руды полиметаллического штока „Борис" содержат меди от 3% до 8%, цинка от 4% до 18% и свинца от 1,2% до 5,5%. В верхних горизонтах Шамлугского месторождения была обнаружена богатая зона вторичного сульфидного обогащения.

По генезису месторождение аналогично Алавердскому. Минералогический и химический состав руд, характер сопутствующих их жильных минералов, а также изменение вмещающих пород дают основание отнести Шамлуг к гидротермальным месторождениям средних глубин. Его происхождение связано с интрузией гранитоидов и в частности с альбитофирами. Гидротермы, отделившись от интрузии, получили возможность доступа в зону раздробленных пород. Гидротермальные процессы начались окварцеванием и пиритизацией, затем,

по мере охвата процессами рудного метасоматоза пород зоны надвига, началось формирование рудных тел.

Запасы медных руд на 1.I. 1944 г. по категориям представляются в следующем виде (см. табл. 38).

Таблица 38

Категории	Балансовые			Забалансовые		
	Руда в *т*	Содерж. меди в %%	Медь в *т*	Руда в *т*	Содерж. меди в %%	Медь в *т*
A+B	206000	3,11	6400	21000	0,74	156
C_1	399000	3,18	12700	28000	0,79	222
$A+B+C_1$	605000	3,16	19100	49000	0,77	378
C_2	200 000	2,5	5000	—	—	—
$A+B+C_1+C_2$	805000	3,1	24100			

Вышеприведенные запасы руд не являются исчерпывающими для всего месторождения ввиду того, что оно разведано далеко еще неполно и имеет крупные перспективы. Подлежат детальной разведке отдельные участки центральной части месторождения. Совершенно недостаточно еще разведаны—зап., сев.-вост. и северная части месторождения. Кроме того, в районе месторождения имеются участки, которые по геологическим данным вполне заслуживают разведочных и поисковых работ. К числу таких участков относятся средняя часть р. Охназ, где установлены выходы оруденений, участок Качал-конд, Хараба и другие.

Экономические показатели. Годовая добыча руды на Шамлугском руднике достигала в 1941 г. 82 000 *т*, в 1942 г.—59 300 *т*, в 1943 г. 39300 *т*. В 1937 г. рудник дал более 100 000 *т* руды. Горнотехнические условия рудника позволяют довести годовую добычу до 100 000 *т*, чем полностью будут загружены медеплавильные печи Алавердского медеплавильного завода. Единственно „узким" местом рудника, лимитирующим добычу руды, является неудовлетворительное состояние Ахтальского транспорта, по которому происходит доставка руды из рудника на ж.-д. ст. Ахтала. В 1941 г. было транспортировано 76 000 *т* руды, в 1942 г.—39 300 *т*, а в 1943 г.—47500 *т*. На рудниках образовалась большая залежь добытой медной руды, что привело к вынужденному сокращению добычи в 1942 и 1943 гг.

Себестоимость тонны шамлугской медной руды франко-станция Ахтала, со средним содержанием металла 3,64%, составляла в 1942 г. 75 руб. 28 коп. при отпускной цене за тонну-процент 12 руб. 50 коп.

Практические предложения сводятся в основном к следующим неотложным мероприятиям.

1. Проведение линии электропередачи из Алаверди до Шамлугского месторождения. Проект составлен.

2. Электрификация Ахтальского узкоколейного транспорта, реконструкция бремсбергов с доведением пропускной способности дороги до 500 *т* в сутки.

3. Устройство в Шамлуге хорошо оборудованной сортировочной установки для отделения пустой породы из руды и классификации ее по крупности, в соответствии с требованиями медеплавильного завода.

4. Увеличение объема горно-разведочных работ до 2500 *п/м* и колонкового бурения до 4000—5000 *п/м* в год.

5. Разведка полиметаллических (медно-цинковых) руд, промышленная их оценка, выяснение возможности селективной добычи высокопроцентных медно-цинковых руд.

3. Ахтальское медно-свинцово-цинковое месторождение*

Общие сведения. Ахтальское медно-свинцово-цинковое месторождение находится в 2 *км* к СЗ от ж.-д. ст. Ахтала и связано с нею по шоссе (3 *км*). Через месторождение проходит узкоколейная дорога, по которой перевозится медная руда из Шамлугского рудника до ст. Ахтала (41°09′ с. ш. и 44°33′ в. д.).

Во второй половине XVIII в. месторождение разрабатывалось довольно интенсивно с целью получения меди, серебра и золота. В XIX в., до перехода рудников в ведение Французской компании, эксплоатационные работы велись с продолжительными перерывами.

Небезынтересно отметить, что добываемая в Ахтале полиметаллическая руда французскими концессионерами вывозилась на фургонах до Батуми (Зак. жел.-дороги тогда еще не было) и дальше в Марсель—по морскому пути.

По количеству добытой руды месторождение уступает Шамлугскому и Алавердскому. Алавердский комбинат в 1926 г. приступил к частичному восстановлению горных выработок, однако работы эти были вскоре приостановлены. Восстановительные и разведочные работы были начаты и затем приостановлены в 1932, 1934 гг. Только с 1940 г. разведка месторождения стала проводиться систематически.

Оруденение приурочено к нижним горизонтам среднеюрской вулканогенной толщи. Висячий бок месторождения резко отличается от рудоносной толщи—кварцевых порфиров и представлен плотными порфиритами и их туфами. Зона гидротермально измененных пород, благодаря эррозионному действию рр. Уч-Килиса и Назик, имеет выходы на дневную поверхность. Местами породы этой зоны

* Подробное описание Ахтальского месторождения дается в статье и Свинец и цинк".

окрашены окислами железа и марганца, местами же полностью обесцвечены. Породы зоны минерализации Ахтальского месторождения в отличие от Алавердского и Шамлугского месторождений сильно окварцованы и слегка пиритизированы. Послетретичные базальтовые потоки в районе р. Уч-Килиса перекрывают порфиритовую толщу. Толща висячего бока представлена эффузивными породами. Практическое значение при ведении разведочных работ имеют сбросо-сдвиги сев.-вост. и сев.-зап. направлений, с углами падения 55—80°, и менее резко выраженные трещины широтного простирания. Оруденение, очевидно, приурочено к вышеуказанным тектоническим нарушениям и в особенности к стыку их с широтными пологими трещинами, выраженными сравнительно интенсивно только на некоторых участках. Рудные тела представлены небольшими линзами с жилообразными ответвлениями. Из рудных минералов в состав руды входят: *пирит*, *сфалерит*, *халькопирит*, *галенит*, *теннантит*, *борнит*. В зоне вторичных изменений наблюдаются: *ковеллин*, *халькозин*, редко *малахит*.

Среди нерудных минералов большое распространение имеет *барит*, который часто образует крупные линзообразные тела, залегающие вдоль полиметаллических образований. Барит является одним из промышленных компонентов руд и может быть объектом комплексной и даже, в отдельных случаях, самостоятельной добычи. Из других нерудных минералов присутствуют: *кварц*, *кальцит*, *серицит*, *каолинит* и отчасти *гипс*.

Содержание металлов, по старым данным, частично проверенным при восстановительных работах, колеблется для *меди* от 1,5% до 6%, для *цинка* от 5% до 25%, для *свинца* от 3% до 8%. Для ахтальских руд характерно повышенное содержание благородных металлов; содержание *золота* достигает 5 *г/т* и *серебра*—200—250*г/т*.

Эксплоатационные работы коснулись только средней части месторождения. Нижние горизонты совершенно не затронуты эксплоатацией. Пройденные буровые скважины установили распространение гидротермально измененной зоны на большие глубины.

Основной задачей исследования Ахтальского месторождения должно являться выяснение рудоносности нижних горизонтов месторождения, оконтуривание оставшихся залежей и поиски в центральной части новых рудных тел. Перспективные запасы месторождения могут быть даны после выяснения рудоносности нижних горизонтов, но ориентировочно определяются в 200000 *т* руды, или около 40000 *т* металлов (цинка, свинца, меди).

Хотя разведанность месторождения недостаточна, однако богатое содержание в рудах меди, свинца и цинка, повышенные концентрации золота и серебра, возможность попутной добычи серного колчедана и барита, благоприятное местоположение, близость жел. дороги, наличие транспортных средств и геологические факторы настоятельно выдвигают необходимость продолжения детальной разведки

Ахтальского месторождения. Ценность этого месторождения повышается еще наличием полиметаллических руд на Шамлугском и Ленинском рудниках, что в общей совокупности выдвигает вопрос постройки в ближайшем будущем в Алавердском районе обогатительной фабрики для обогащения как низкопроцентных медных руд, так и селективной флотации полиметаллических руд района с выделением медного, цинкового, свинцового концентратов и других полезных компонентов.

4. Агвинское медное месторождение

Агвинское медное месторождение находится в 3 *км* к З от ст. Санаин и в 7 *км* к ЮЗ от ст. Алаверди Зак. ж. д. Месторождение приурочено к порфиритовой толще верхней юры. На расстоянии 2,5 *км* к СЗ от месторождения выступают кислые интрузии, с которыми оруденение связывается генетически. Месторождение состоит из двух участков—западного и южного. Более перспективным является зап. участок, расположенный по ущелью—выше с. Агви. Оруденение проявляется в виде сложной сети жил, состоящих из кварца, глинистого материала и рудных минералов—обычно *халькопирита*, *пирита*, *гематита* и различных окисленных минералов. Рудные минералы образуют вкрапленность, которая, местами значительно сгущаясь, дает обогащенные зоны. Среднее содержание *меди* в выработках верхних горизонтов колеблется от 1,5% до 2%. Запасы меди, подсчитанные относительно верхних горизонтов, по предварительным данным Арм. Геол. Управления, составляют 1163 *т*, а на 1.1. 1944 г. оптимальные запасы оцениваются по всем категориям в 5000 *т*. Однако, следует отметить, что нижние горизонты месторождения еще недоразведаны; месторождение представляет интерес, и на нем следует продолжать разведочные работы.

5. Палантекянское медное месторождение

Месторождение Палантекян расположено на сев.-зап. склоне Лалвара, в 7—8 *км* к СВ от с. Привольное. Месторождение связано с Алавердским рудником аробной дорогой длиною около 17 *км*. Другая аробная дорога в 10 *км*, проходящая через с. Качачкут, связывает месторождение с ж.-д. ст. Санаин.

Палантекянское месторождение известно издавна; им интересовались ещс французские концессионеры. Оно приурочено к породам среднеюрской порфиритовой серии. В 2—3 *км* от месторождения имеются выходы гранодиоритовой интрузии. Оруденение представлено в виде круто надающих сложных кварцево-кальцитовых трещинных жил, образующих рудные зоны. Длина их достигает 350 *м*, мощность колеблется от 0,3 *м* до 1,5 *м*. В опробованных обогащенных участках содержание *меди* составляет 2—3%. Оруденение состоит из *пирита*, *халькопирита* и *окисленных руд*.

Месторождение в 1934 г. было обследовано поисковой партией Зак. Геол. Треста, причем было установлено, что обогащенные участки месторождения разбросаны на большой площади. Однако наличие в этом участке медных шлаков и осмотр проведенных разведочных выработок убеждают нас в том, что поисково-разведочные работы на данном участке не могут считаться законченными.

6. Спасакарское медное месторождение

Спасакарское медное месторождение расположено на правом берегу р. Дебед, в 1 *км* к СВ от раз. Кобер и в 12 *км* к Ю от ст. Алаверди Зак. ж. д. (44°38′ с. ш. и 41°01′ в. д.).

Месторождение известно и разведывалось с 1940 по 1943 г. За эти годы пройдено около 1300 пог. *м* горно-разведочных выработок и одна скважина глубиной около 100 *м*. Взято до 1500 проб.

В геологическом строении района месторождения участвуют среднеюрские порфириты, их туфы и туфобрекчии, толща подобных же образований среднеэоценового возраста, древние террасовые отложения и четвертичные базальты. В 2 *км* к ЮВ от месторождения юрская вулканогенная толща прорывается интрузией гранодиоритов и диоритов. Среднеюрские и эоценовые отложения сложены в складки и нарушены, кроме того, крупными тектоническими трещинами.

Район месторождения примыкает к юго-зап. крылу громадной пологой антиклинальной складки сев.-зап. простирания. В 1,5 *км* от месторождения, по контакту между юрой и эоценом, проходит крупный сброс сев.-зап. простирания с падением на ЮЗ под углом 50°. На месторождении отмечается ряд сопряженных пересекающихся меридиональных и широтных трещин, которые образуют структуру месторождения. Само месторождение расположено в 1 *км* от антиклинального перегиба основной складки в лежачем боку упомянутого сброса.

Оруденение приурочено к вулканогенным породам верхов средней юры. На месторождении встречаются порфиритовые туфобрекчии мощностью около 200 *м*, образующие крутопадающие на ЮЗ грубые слои. На них налегают согласно плагиоклазовые порфириты (мощностью 120 *м*). Также согласно последние перекрываются толщей хлоритизированных габбро-диабазовых порфиритов, местами переслаивающихся с туфо-сланцами.

Указанные породы разбиты широтными сбросовыми трещинами с крутым падением на С и Ю. Тектонические трещины часто совпадают с напластованием.

В контакте габбро-диабазовых порфиритов с плагиоклазовыми порфиритами параллельно круто падающей контактовой поверхности проходит рудоносная зона, приуроченная к габбро-диабазовым порфиритам. Последние кверху постепенно переходят в эпидотизированные туфовые порфириты (мощность 50 *м*).

Рудовмещающие породы под влиянием рудоносных гидротер-

мальных растворов подверглись окварцеванию, серицитизации и карбонатизации. Степень измененности пород растет в соответствии с интенсивностью рудоносности.

Рудная зона, имеющая пластообразную форму, прослежена по простиранию на 200—250 *м*. Предположительная длина ее около 500 *м*. По падению прослеживается на 250 *м*. Мощность зоны колеблется от 20 *м* до 30 *м*. Рудная зона в целом состоит из чередующихся по простиранию и падению богатых и бедных рудных полос.

Оруденение представлено штокверково-вкрапленным типом. Медные минералы встречены небольшими прожилками мощностью от 1—2 *мм* до 5—7 *мм* и вкрапленниками.

Минералогический и химический состав руд простой; из рудных минералов присутствуют *халькопирит* и подчиненный ему *пирит*, из нерудных—*кварц* и *кальцит*. Судя по химическому составу руд, редко встречается и *молибденит*. Зона окисления выражена слабо.

Содержание *меди* в руде колеблется в переделах от следов до 1,5—5,0%. Среднее содержание меди равно: в богатых рудах—1,0%, в средних по качеству рудах—0,5—0,65% и в бедных рудах—0,2—0,35%.

Химический состав руд приводится в табл. 39.

Таблица 39

Хим. состав	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	S	CO_2	Cu	Mo	H_2O 110° C
Рядов. руда богат. зон	46,84	0,23	15,87	16,77	0,35	7,42	1,12	0,37	3,44	1,80	0,82	1,54	0,03	0,36
Рядов. руда бедн. зон	54,66	1,15	16,20	11,57	0,35	2,46	3,51	2,20	3,80	0,98	1,2	0,65	0,02	0,20

Минералогический и химический состав руд, характер изменения боковых пород и морфология месторождения в свете геологического строения района дают основание отнести месторождение к гидротермальному типу средних глубин.

Произведенные в обогатительной лаборатории Груз. Геол. управления опыты по обогащению различных сортов руд Спасакарского месторождения дали положительные результаты.

Испытание проб руды с содержанием меди 0,72% (смесь богатых и средних руд) дало положительные результаты: при первичной флотации руды достигнуто извлечение металла в концентрат 94—95%, при содержании меди в первичном концентрате 9—9,2%. После одной перечистки первичного концентрата был получен концентрат с содержанием меди 24,12%, при извлечении 89%.

Запасы меди по месторождению представляются в следующем виде (в тоннах):

Сорта \ Категории	A_2+B	C_1	A_2+B+C_1
В богатых рудах с содержанием меди 1%	839	36	875
В средних рудах с содержанием меди 0,5—0,65%	305	18	323
Итого балансовые запасы меди	1144	54	1198

Запасы меди по категории C_2 исчисляются в 15 000 *т*.

Несмотря на ряд преимуществ—близость от жел. дороги и Алавердского медеплавильного завода, благоприятные горнотехнические условия разработки, легкая обогатимость руд, Спасакарское месторождение в силу ограниченности запасов и низкого содержания меди в руде в ближайшие годы не может представить практического интереса. Такие руды, как на этом месторождении, могут быть разработаны лишь при условии наличия в Алавердском районе обогатительной фабрики.

7. Шагали Эйларская группа медных месторождений

Месторождения Шагали-Эйларской группы расположены в районе ст. Шагали, примерно в 40 *км* к Ю по жел. дороге от Алаверди (медеплавильного завода). К этой группе относятся *Шагали-Эйларское*, *Сисимаданское*, *Антоньевское*, *Туманянское* (*Дсехское*), *Заманлинское* и целый ряд других более мелких месторождений. Из них ранее эксплоатировались лишь Шагали-Эйларское, Сисимаданское и Антоньевское месторождения. Наибольший интерес из всей группы представляет *Шагали-Эйларское* месторождение. Многие из месторождений этой группы, как, например, Антоньевское, Сисимаданское, Заманлинское и другие, до сих пор еще детально не обследованы, и район в целом недостаточно изучен. Шагалинская группа месторождений может получить промышленную оценку только после проведения детального геолого-разведочного обследования всего района в целом.

Шагали-Эйларское медное месторождение расположено в 16 *км* к ЮВ от ж.-д. ст. Шагали, по верхнему течению р. Шакарджур (40°48′ с. ш. и 44°40′ в. д.). Абсолютная высота центральной части месторождения 1540 *м* над у. м. Месторождение связано с ж.-д. ст. Шагали двумя аробными дорогами, одна через с. Ехегнут (Камишкут), а вторая—через Сисимаданский рудник. Рудничный по-

селок находится в 3 *км* от месторождения — в сторону станции. В настоящее время некоторые из зданий сохранились в хорошем состоянии.

Начало разведочных работ на этом месторождении относится примерно к 1895 г. С 1902 г. оно разрабатывалось Французской Концессионной компанией, с 1910 г. обогатительная фабрика и месторождение перешли к Алавердской концессии и обогащенная руда отправлялась для плавки на Алавердский завод. За 16-летний период эксплоатации было добыто более 105000 *т* руды примерно с пятипроцентным содержанием металла. Добыча руды достигла в 1911 г. 39000 *т* и в 1912 г.—29 000 *т*. По рассказам старожилов, завод питался не только рудой, добываемой из центральной части месторождения, но также и рудой, подвозимой к заводу вьючным способом из соседних месторождений. Горные работы, прекращенные в 1914 г., были возобновлены в 1929 г. Алавердским рудоуправлением, но вскоре опять были приостановлены. В 1940 г. здесь проводились небольшие разведочные работы.

Месторождение подчинено толще измененных окварцованных, хлоритизированных, серицитизированных и альбитизированных туфовых пород и порфиритов юрского возраста. Эта толща порфиритовых пород прорывается гранодиоритовой интрузией, воздействием которой и обусловлено гидротермальное изменение пород. Полосы измененных обесцвеченных пород имеют значительную ширину, выходы их прослежены на большой площади.

Оруденение представлено в виде кварцево-халькопиритовых жил, сопровождающихся сильно окварцованными рудоносными зонами. Полоса измененных пород имеет ширину до 2 *км* при длине в несколько километров. Жилы падают на СВ под углом 60—85°, имеют довольно выдержанное сев.-зап. простирание (от 310 до 350°). Мощность их по простиранию и падению весьма непостоянна и колеблется от 0,1 *м* до 0,5 *м*, достигая местами до 1,0 *м*. Прежними разведочными роботами были установлены две жилы, имеющие промышленное значение; кроме того, в северной части месторождения было обнаружено и некоторое время эксплоатировалось линзовидное рудное тело.

Отдельные, наиболее обогащенные медным колчеданом, участки жил содержат 10—12% *меди*, а в среднем по жильной массе содержание меди равно 5%. Содержание *золота*, по данным нескольких проб, равно от 1,6 до 3,1 *г/т* и *серебра*—от 163 до 255 *г/т*. Жильным минералом служит *кварц* или измененная боковая порода с вкрапленностью пирита. Преобладающим минералом в жилах является *пирит*, к которому примешаны *халькопирит* и в ничтожном количестве *сфалерит* и *галенит*. Из вторичных минералов наиболее часто встречаются *медная зелень* и *куприт*. Редко попадаются мелкие листочки *самородной меди*. Зона окисления проявлена совсем слабо, зона вторичного обогащения совершенно не наблюдается.

Наблюдения показывают, что все рудные жилы приурочены к тектоническим сбросовым трещинам. Наиболее значительный сброс обнаружен по ущелью р. Шакар-джур. Менее значительные по размерам тектонические нарушения сбросового характера обнаружены в районах, прилегающих к руднику с зап. и вост. его сторон. Характерно, что все они имеют приблизительно одинаковое сев.-зап. простирание и являются параллельными к главной зоне тектонического нарушения. Почти все сев.-зап. сбросовые трещины сопровождаются незначительными поперечными трещинами. Центральная часть месторождения разведывалась и эксплоатировалась несколькими штольнями, заданными частью по простиранию, частью вкрест простирания, в пределах небольшого интервала по вертикали.

Запасы месторождения, подсчитанные на 1. I. 1935 г., представляются в следующем виде: по категориям А+В—11150 *т* руды, или 544 *т* меди; по C_1—11 190 *т* руды, или 365 *т* меди; по C_2—44 000 *т* руды, или 1 470 *т* меди. Запасы категории С по центральной части не являются исчерпывающими; здесь при детальной разведке можно встретить новые рудные жилы. Дальнейшие разведочные работы, проведение которых считаем необходимым, должны быть направлены прежде всего на изучение глубоких зон месторождения, характера сев. линзовидной части месторождения и ряда других рудопроявлений, в том числе сев.-вост. склона хребта Бабакар (Шор-Шор), вост. и сев.-зап. склонов г. Эйлар, участков—Джухт-Ахтала, Чамлуг, Шлорут и др.

Сисимаданское медно-серноколчеданное месторождение расположено по ущелью р. Сиси в 2,5 *км* к ЮВ от ж.-д. ст. Шагали. Выявленное здесь оруденение представлено, главным образом, серным колчеданом, с незначительным содержанием медного колчедана; поэтому описание этого месторождения дается в статье о серноколчеданных месторождениях.

Грушевой относит Сисимадан к контактово-метасоматическим месторождениям. Руда встречается в виде гнезд и неправильных жилообразных тел в контакте третичных (?) известняков с гранодиоритами.

Антоньевское медное месторождение находится по аробной дороге в 5 *км* к Ю от Сисимаданского, в верховьях р. Сиси, на зап. склоне г. Цакери-глух (40°51′ с. ш. и 44°37′ в. д.).

Рудные проявления сосредоточены в полосе метаморфизированных известняков, залегающих здесь в контакте с интрузивными породами. Оруденение представлено в виде тонких кварцевых жил с раздувами до 1 *м*, а местами в виде оруденелых зон до 5 *м* мощности. Оруденение бедное и неравномерное. Из рудных минералов встречаются *халькопирит* и *пирит*, реже *гематит*. О среднем содержании серы и меди данных нет. Содержание *меди* в руде сортировкой доводилось до 5—6%. Опробование, произведенное по одной

маломощной жиле, дало содержание меди от 0,3% до 2,8% с некоторым содержанием *серебра* и со следами *золота*.

Антоньевское месторождение, как и другие проявления оруденения этого района в известняках, относятся, подобно Сисимаданскому, к контактово-метасоматическому типу, с наложением гидротермальной фазы.

Для определенного суждения о значении месторождения необходимо провести разведочные работы.

Туманянское (Дсехское) медное месторождение расположено в 5 *км* сев. с. Туманян (Дсех) Алавердского района, в 3,5 *км* от ж.-д. раз. Кобер и в 16 *км* от Алавердского медеплавильного завода.

Оруденение, представленное в виде жил, приурочено к породам порфиритовой серии.

Разведочными работами, охватившими исключительно поверхностную зону месторождения, выявлен ряд жил, среди которых наибольшего внимания заслуживает жила штольни № 4, прослеженная по простиранию на 100 *м*, при средней мощности 0,7 м, с раздувами до 2,5 *м*. Среднее содержание *меди* в жильной массе составляет 2,19%. Содержание *цинка* и *свинца* ничтожное, *мышьяка*—от следов до 5% в отдельных пробах. Простирание жилы широтное. Падение крутое, до вертикального. Прослежена жила на глубину всего на несколько метров, коротким гезенком, вверх по ней пройдена наклонная выработка. Для выяснения распространения жилы по падению в 1940 г. была проведена штольня, которая, однако, промышленного оруденения не встретила.

Общие запасы меди по месторождению определяются приблизительно в 400 *т*. Исходя из незначительности запасов, месторождение большого интереса не представляет.

Мелкие рудопроявления Шагали-Эйларской группы. Из более мелких месторождений и рудопроявлений следует отметить *Чамлугское месторождение*, которое расположено в 2 *км* к СВ от Сисимадана. В одной из выработок имеется кварцевая жила с довольно значительной, неравномерной, вкрапленностью *пирита* и *халькопирита*. Месторождение заслуживает дальнейшего изучения.

К югу от Чамлуга, по ручьям Шлорут, Агичаир и Степанадзор имеются старые выработки, которые пройдены по рудным проявлениям.

Участок Шор-Шор расположен в 2,5 *км* к СЗ от Шагали-Эйларского рудника. Среди измененных порфиритовых пород здесь имеются рудные проявления вблизи контакта кислой интрузии. Они образуют ряд параллельных жил сев.-зап. простирания. Руда состоит, главным образом, из *медного* и *серного колчеданов*. Имеющиеся здесь выработки, количеством более 12, пройдены по простиранию жил, но насколько далеко последние прослежены—неизвестно.

Поисковыми работами 1933 г. обнаружен ряд рудных проявлений к В от центральной группы Шагали-Эйларских месторождений. К указанным проявлениям относятся *Назои-юрт*, *Цахкот-юрт*, *Каланки-дзор* и другие. Наиболее интересное проявление медного колчедана встречено у слияния рр. Назои-юрт и Цахкот-юрт. Здесь, у самого русла речки имеется несколько параллельных и перекрещивающихся жил с сев.-зап. простиранием. Жилы состоят из *медного* и *серного колчеданов*.

Изучение этих рудопроявлений района Шагали-Эйларского месторождения, несмотря на множество горных выработок, не закончено. Едва ли имеется определенное мнение об этих месторождениях, и потому оценка их была бы преждевременной. При продолжении поисковых и разведочных работ не исключена возможность получения благоприятных результатов. В геологическом отношении они, несомненно, заслуживают внимания.

В верховьях р. Заманли, в местности *Гюн-гермаз*, встречен пиритизированный участок, прослеживающийся по широтному направлению почти на 2 *км*, при ширине от 200 *м* до 300 *м*. Общее количество встреченных здесь кварцево-медных жил превышает 10. По данным геолога Танатара, в двух штольнях наряду с *пиритом* был встречен и *халькопирит*, причем в одной жиле было установлено хорошее содержание пирита и халькопирита. Жила эта обнажается непосредственно в русле р. Заманли, в обрыве на высоте 3 *м* над уровнем воды. На правом борту реки мощность жилы доходит до 1 *м*. Простирание жилы сев.-зап.—300°, падение крутое—на ЮЗ. Жила состоит из *кварца* с густой вкрапленностью *пирита* и местами *халькопирита*. Она прослеживается на 35—40 *м*, не выклиниваясь. Весь этот участок, в особенности жилу в русле р. Заманли, можно считать заслуживающим постановки более детальных поисково-разведочных работ.

В среднем и нижнем течении реки Заманли в нескольких местах были встречены окварцованные и пиритизированные участки в толще эффузивных пород.

Здесь же имеются заваленные выработки, в отвалах которых встречаются куски богатой пиритом руды. Эти рудопроявления должны быть прослежены поисковыми работами.

Резюмируя сказанное относительно группы Шагали-Эйларских медных месторождений, следует признать. что район в целом геологически не изучен, центральная часть самого Шагали-Эйларского месторождения недостаточно разведана, зарегистрирован ряд заслуживающих внимания рудопроявлений, часть которых до Революции эксплоатировалась; имеется некоторое количество разведанных и подготовленных к добыче руд. Разведочные и поисковые работы в этом районе должны быть продолжены в широком масштабе.

8. Степанаванская группа медных месторождений

а) Чибухлинское медное месторождение находится в Степанаванском районе, в ущелье р. Желтой, в 12 *км* к З от с. Куйбышев (Ново-Покровка) и в 20 *км* к СЗ от Степанавана. От ст. Колагеран Зак. ж. д. отстоит в 45 *км*, из коих 30 *км*—шоссе (до Степанавана), а остальные 15 *км* составляют грунтовую дорогу. От ж.-д. ст. Амамли месторождение отстоит на расстоянии 17 *км* по прямой линии—через горный перевал (40°58′ с. ш. и 44°03′ в. д.).

Разведочные работы на месторождении были начаты и проводились с 1914 г. по 1917 г. французской концессионной компанией, в ведении которой находился в то время Алавердский медеплавильный завод. В 1929 г. разведочные работы снова были начаты Алавердским комбинатом и затем переданы Зак. Геол. тресту, который вскоре приостановил разведку, не дав никакого заключения. В период с 1936 г. по 1938 г. Арм. Геол. управление проводило дополнительные разведочные работы и по окончании их дало заключение о нерентабельности разработки месторождения в настоящее время.

Чибухлинское месторождение приурочено к эоценовым гидротермально измененным туфо-порфиритовым породам, залегающим вдоль мощной дайки габбро-змеевиков. Дайка змеевиков и толща гидротермально измененных пород приурочены к зоне крупного тектонического нарушения. Мощность дайки в пределах месторождения колеблется от 10 *м* до 60 *м* и доходит на Аглаганском хребте до 400 *м*. Породы кислой интрузии—порфировидные граниты—проявляются по склону правого берега р. Желтой, недалеко от месторождения. Гидротермальное изменение рудовмещающих пород приурочено к тектоническим разломам и выражено окварцеванием, серицитизацией и хлоритизацией. Породы, подвергшиеся сравнительно слабому нарушению и раздроблению, изменены в меньшей степени.

На участке месторождения наблюдаются две полосы измененных пород. Первая, сев. полоса—приурочена к лежачему боку дайки ультра-основной породы, внедрившейся по сбросу; вторая, более мощная—расположена несколько южнее. К этой второй полосе приурочены все основные рудные проявления, выявленные на месторождении. Полосы измененных пород вытянуты в широтном направлении вдоль левого берега р. Желтой и отделены друг от друга толщей слабо измененных серовато-зеленых порфиров. Вся зона измененных пород тянется в виде непрерывной полосы на расстоянии 4 *км*, мощностью до 300 *м*. К западу она обнажается отдельными участками по правому берегу р. Желтой с перерывами на протяжении около 11 *км*.

Оруденение представлено жилами и жилообразными телами, приуроченными к тектоническим трещинам широтного простирания, с крутым, до вертикального, падением на С. Благодаря интенсивным, частым пострудным тектоническим нарушениям рудные тела

раздроблены и растасканы в толще измененных пород. По простиранию отдельные части рудных жил прослеживаются от нескольких до 20—25 *м*, имея мощность от 0,05 *м* до 0,5 *м*. Оруденение представлено, главным образом, *халькопиритом*, отчасти *борнитом* и *пиритом*.

Подсчитанные запасы руды по месторождению составляют по группам $A+B+C_1$—4 600 *т* с 10% содержанием *меди*. Прогнозные запасы, по данным Саакяна, для участка месторождения между нижним и верхним рудниками определяются в 140 000 *т* руды, или 11200 *т* меди. По данным же Мкртчяна, изучившего месторождение, запасы на том же участке определяются в 17000 *т* руды, или 1300 *т* меди. По мнению Мкртчяна, месторождение не заслуживает дальнейших разведочных работ. По данным же Степаняна изучение месторождения нельзя считать законченным. К тому же, разведочные работы 1936—1938 гг. по своему направлению не могли обеспечить должного эффекта. Основная задача разведочных работ Чибухлинского месторождения—это исследование оруденения в глубину. Нет у нас никаких данных утверждать, что пострудные тектонические процессы с той же интенсивностью растаскали оруденение и в нижних горизонтах. Поэтому детальная разведка нижних горизонтов месторождения горными выработками настоятельно необходима. В районе месторождения установлены и другие рудопроявления, заслуживающие внимания. Район в целом вместе с крупными серноколчеданными оруденениями, с рядом медчорудных рудопроявлений и с интенсивным гидротермальным изменением пород, заслуживает более детальных поисково-разведочных работ.

9. Привольнинская группа медных месторождений

Рудные месторождения группы Привольное расположены вокруг с. Привольное Калининского района, на площади радиусом около 5 *км*; с. Привольное находится в 18 *км* к С от гор. Степанавана, с которым связано грунтовой дорогой, доступной для автотранспорта. Другой более короткий путь, протяжением 18 *км* от с. Привольное к ж.-д. линии, проходит через Лалвар—Леджанский массив и доступен только арбам.

Месторождения заключены, главным образом, в среднеэоценовых туфопесчаниках и отчасти в туфобрекчиях и порфиритовой толще средней юры. В туфопесчаниках оруденение представлено пластообразными телами, а в туфобрекчиях—жилами.

Месторождение „Медной горы“ расположено в 2 *км* к З от с. Привольное, на правом берегу р. Урут (Мисханка). Оно разведывалось французскими горнопромышленниками в 1910-х годах, а в 1934 г. Зак. Геол. трестом.

Верхняя часть месторождения сложена туфопесчаниками, мощность которых достигает 120 *м*. Туфопесчаники подстилаются порфиритами и залегают в виде пологой синклинальной складки с осью

сев.-зап. простирания. В толще туфопесчаников отмечаются 6 оруденелых пластов. Первая пачка пластов приурочена к нижним горизонтам. Вторая пачка оруденелых пластов расположена на 30—40 *м* выше первых. Мощность пластов колеблется от 15 *см* до 30 *см* с прослоями слабо оруденелой хлоритизированной породы. Оруденение представлено *халькопиритом*, рассеянным в *гематито-хлоритовой* массе пласта. Местами *халькопирит* образует небольшие прослойки, а иногда и мелкие линзовидные скопления. В незначительных количествах встречаются *сфалерит и галенит*. Среднее содержание *меди* в руде составляет около 2%. Ручной сортировкой была получена руда первого сорта с содержанием меди 7%, второго сорта—с содержанием меди 2,3% и третьего сорта—0,8%.

Наличие у подножья Медной горы шлаков доказывает производившуюся здесь плавку руды.

По данным Барканова, общие запасы месторождения оцениваются в 60 000 *т* руды.

Руда из этого месторождения может быть использована Алавердским медеплавильным заводом в качестве флюса, для придания силикатным рудам жидкоплавкости.

Другие рудопроявления, расположенные вблизи Медной горы, по заключению Барканова, практического интереса не представляют. К ним относятся рудопроявления в районе г. Черемша, Телячья балка, Коростелева балка, местн. Верблюд, ущ. Малая щель, Коровья балка, Дарбантли и другие.

Небольшой масштаб оруденений, низкое содержание меди в руде, пестрота минерального состава, значительная нарушенность в залегании оруденелых пластов—позволили исследователю этих рудопроявлений Барканову считать их в ближайшие годы не представляющими практического интереса.

Медное месторождение Мец-дзор (Степанаванский район) расположено в верхней части ущелья р. Овандара (Агчуганка), впадающей слева в р. Дзорагет, в 6 *км* к С от с. Агарак.

Разведочные работы проводились здесь с перерывами с давних пор и в частности в 1914—1916 гг. частными горнопромышленниками. В 1934 г. месторождение исследовалось партией Зак. Геол. треста, при этом некоторые выработки, в том числе наиболее интересная штольня № 4, были восстановлены и опробованы.

Месторождение приурочено к порфиритам среднеюрского возраста. Оруденение представлено отдельными кварцевыми, кварцево-турмалиновыми рудоносными жилами, а также зонами (полосами) оруденения, разбросанными на площади около 2 *км*². Жилы и полосы оруденения большей частью имеют меридиональное простирание. Мощность рудных жил достигает 15—30 *см*. Полосы оруденения имеют ширину от нескольких до десятков метров, а местами и до 150 *м*. Оруденение представлено *пиритом*, местами с небольшой примесью *халькопирита*, *блеклой руды* (*теннантит*) и *гале-*

нита. Известны зоны пиритизированных пород с кварцево-пиритовыми жилами, длиной до 1—1,5 *км*, с слабым медным оруденением. Наиболее значительное медное оруденение установлено в жиле штольни № 4, где содержание *меди* в руде составляет около 1,5—2% и больше, при мощности жилы 0,4—0,5 *м*. Месторождение определенно заслуживает более детального изучения как по простиранию, так и на глубину. Для этого необходимо провести в первую очередь около 200 пог. *м* горной проходки и около 200 $м^3$ мелких горных работ.

Медное оруденение по предварительной оценке не заслуживающее внимания, известно также в ущелье Ключ в 3 *км* к С от с. Максим Горький (Ново-Александровка) Степанаванского района, а также в окрестностях с. Мгарт Алавердского района.

10. Кировакан-Дилижанская рудоносная полоса

По административному делению эта обширная рудоносная полоса захватывает части Кироваканского, Дилижанского, Иджеванского, Шамшадинского и Ахтинского районов.

Северная часть этой полосы ограничивается восточной ветвью Бзовдальского хребта. В южн. ее части проходит Памбакский хребет, а с В она замыкается хребтом Мурхуз.

Рудные проявления разбросаны на площади свыше 1000 $км^2$, которая отличается сложной тектоникой. Некоторые из имеющихся здесь месторождений эксплоатировались ранее примитивным способом. Рудопроявления района в целом изучены крайне слабо, а многие из них не изучены вовсе. Сравнительно более подробные данные имеются лишь по Мисханскому и Дилижанскому месторождениям. Все процессы рудообразования района связаны с застыванием на некоторой глубине огромного третичного гранодиоритового батолита. Отдельные части выхода интрузивных пород известны во многих участках описываемой полосы. Вокруг этого батолита сосредоточен ряд медных и частью медно-молибденовых месторождений контактового и гипотермального типа—Мисхана, Якшатова балка, Гамзачиман (Бозикенд) и др. По мере удаления от батолита выступают медные месторождения мезотермального типа, как Дилижан, Фролова балка, Армутли. В наиболее отдаленной части интрузии, в бассейне р. Гасан наблюдаются уже месторождения эпитермального типа с преобладающим свинцово-цинковым оруденением.

Наиболее значительные по площади геологические исследования произведены Котляром и Смирновым.

Ниже приводим описание отдельных медных месторождений, могущих современем получить промышленное значение.

Дилижанское медное месторождение (рудник Арцруни) находится в 2 *км* к Ю от Дилижана и расположено на правом берегу р. Головинки, впадающей в р. Акстафу. Мимо самого месторождения проходит шоссе Дилижан—Ереван.

Первые сведения о месторождении относятся к 1867 г., когда оно разрабатывалось горнопромышленником Арцруни. Добыча руды определялась в 1887 г. около 270 *т* с средним содержанием *меди* 3,5%, а к 1897 г. сократилась до 10 *т*. В 1926 г. месторождение было охвачено проводимыми в районе поисковыми работами, а в 1930 г. на нем были проведены небольшие разведочные работы.

Район месторождения сложен авгитовыми порфиритами и порфиритовыми туфами с подчиненными им кварцевыми порфирами. В 0,5 *км* от месторождения обнажается интрузия габбро-диорита, с которой связано оруденение. Месторождение жильное, наиболее отчетливо прослеживаются 4 жилы. Мощность их колеблется от 0,4 *м* до 1,5 *м*; по простиранию окончательно не прослежены. Разведанная глубина жил составляет около 36 *м*. В окисленной зоне имеются *малахит*, *азурит*, *халькантит*. Зона сульфидных руд представлена *пиритом* и *халькопиритом*, под микроскопом иногда можно наблюдать зерна *сфалерита*; жильным минералом является *кварц*.

Опробование руд на верхнем горизонте показало содержание *меди* от 1,82% до 2,79% и *цинка*—0,43%. На нижнем горизонте—от 0,91% до 2,3% меди. В некоторых пробах обнаружено содержание *золота* и *серебра*.

Выработки по наиболее крупной жиле № 3 затоплены. Месторождение нужно разведать на глубину, для чего следует провести с существующего нижнего горизонта слепую шахту с боковыми рассечками. В случае продолжения месторождения в глубину оно представит несомненный интерес.

Медное месторождение „Фролова балка" расположено в верховьях одноименной речки, впадающей справа в р. Акстафу, и отстоит на 3 *км* от ближайшего с. Фиолетово (Никитино) Кировоканского района. Как и Дилижанское, оно известно с давних пор и было предметом не только разведки, но и эксплоатации.

Вмещающие породы туфо-порфиритовой и порфировой серии гидротермальным изменением превращены в кварциты. Рудное поле состоит из множества коротких (10—50 *м*) жил небольшой мощности (5—20 *см*). Оруденение представлено *пиритом*, *халькопиритом*, *сфалеритом*; жильными минералами являются *кварц* и *кальцит*. При опробовании отвалов в 1928 г. в сортированной сульфидной руде определено 1,48—4,87% *меди* и 0,32—5,51% *цинка*. По заключению Котляра, месторождение заслуживает постановки небольших разведочных работ.

Армутлинское медное месторождение расположено у местн. Армутли по р. Хач-ахбюр (булах) в Иджеванском районе. Оно с давних пор эксплоатировалось. Месторождение приурочено к вулканогенным породам (туфы, туфобрекчии, порфириты) предположительно среднеюрского возраста, превращенным местами, под действием гидротермальных растворов, во вторичные кварциты.

Старые разведочные работы сосредоточены у самой местн. Армутли, а также в балке Кархан-джур. Оруденение представлено рядом жил. Смирнов указывает также на штокообразное оруденение, уже почти выработанное, которое, возможно, представляет раздув одной из жил. Простирание жил широтное, падение крутое, мощность доходит до 50 *см*. Жилы по простиранию не прослежены. Опробование жил в балке Кархан-джур показало содержание *меди* от 0,1% до 24,62% и в среднем 2,55%. Опробование рудных отвалов у штолен показало содержание меди 4,8, 1,08 и 0,6%. Минералогический состав руд представлен *пиритом* и *халькопиритом*; из вторичных минералов встречаются *ковеллин*, *малахит*, *лимонит* и *азурит*. Жильный минерал представлен *кварцем*. В некоторых шлифах установлены *блеклые руды* и *галенит*.

Следует считать целесообразным восстановление некоторых штолен, с целью опробования рудных тел, а также постановку в районе месторождения поисково-разведочных работ.

Мисханское медное месторождение (Ахтинского района) расположено у с. Мисхана (Ново-Михайловка),* в верховьях р. Мармарик (Маман), впадающей у с. Рндамал в р. Занга. С районным центром Н.-Ахта оно связано проселочн. дорогой в 34 *км* и с Кироваканом такой же дорогой в 20 *км*, пролегающей через Памбакский хребет.

Месторождение было известно еще в прошлом столетии и разрабатывалось кустарным способом. В 1911 г. оно было сдано в аренду английской компании Струдерс. Разведочные работы, проводившиеся этой компанией, были прекращены в 1914 г. В 1930—1932 гг. месторождение было охвачено поисковыми и разведочными работами. Оно принадлежит к контактовому типу, усложненному последующими гидротермальными процессами. Полоса гранатовых скарнов, с которыми связано оруденение, заключена между третичными кварцевыми диоритами, пироксено-амфиболовыми роговиками и мраморизированными известняками, прорванными грано-сиенитами дотуронского возраста. Оруденение проявляется в 3-х отдельных участках. Главный участок имеет площадь выходов измененных пород более чем в 15000 $м^2$. Оруденение в охристых породах и скарнах проявляется в виде мелких жил, желваков и вкрапленности. Руды содержат *халькопирит*, *молибденит* и отчасти *пирит*. Из вторичных минералов присутствуют *малахит*, *азурит*, *куприт*. Значительная часть месторождения представлена окисленными рудами. Среднее содержание *меди* равно приблизительно 1%, молибдена 0,1—0,2%. Подсчитанные запасы на 1.I.1933 г. составляют 5 674 *т* меди и 588 *т* молибдена. Исходя из ограниченности запасов, низкого содержания меди, а также по экономическим условиям, месторождение в ближайшие годы не может иметь практического значения.

К более мелким рудопроявлениям относится Гамзачиманское *ме-*

* Подробное описание этого месторождения приводится в статье „Молибден".

сторождение (Вартан-юрт и Бандарган-юрт), которое расположено в верховьях р. Блдан в 5 *км* к СВ от с. Гамзачиман (Кироваканского района). Оруденение представлено маломощными кварцево-медными и полиметаллическими жилами.

К тому же типу относится месторождение *Якшатова балка* в самом верхнем течении р. Акстафы, у с. Лермонтово (Воскресеновка).

Ванадзорское месторождение находится в верховьях р. Ванадзор, в 5—6 *км* от гор. Кировакана.

Медные месторождения бассейна р. Гасан (Шамшадинского района). Эта группа месторождений сосредоточена в крайне вост. части и в наибольшем удалении от крупных выходов интрузий. По минералогическому составу, согласно Котляру, эти месторождения скорее могут быть причислены к полиметаллическому типу, поэтому их подробное описание здесь не дается. К этой группе принадлежат месторождения—Южн. и Сев. Инак-даг, Сугюти, Араги-дзор, Таузбулах, Тандирли, Бала-садер, Пшик, Гелистрик, Арчи-кохер, Хози-юрт и др.

Эта группа рудопроявлений еще в 1912 г. была обследована Морозовым, давшим их краткое описание. Более подробное описание приводится в работе Котляра (27).

Перечисленные рудопроявления, очевидно, на ближайшее время практического интереса не представляют. Однако, не исключена возможность, что в этом районе будут выявлены месторождения, заслуживающие внимания.

11. Мелкие месторождения и рудопроявления меди

Кроме описанных выше месторождений имеется еще целый ряд указаний на проявления медных руд, которые пока недостаточно проверены и не подвергались даже предварительному обследованию. Ниже приводится список этих рудопроявлений.

Алавердский район

1. К В от Ленинских рудников в местности Кизил-таш имеется рассеянное оруденение, заслуживающее разведок.

2. К СВ от с. Агви, в Агвинском ущелье, в местности Седви.

3. Мгартское рудопроявление в окрестностях с. Мгарт.

4. К В от Шамлугских рудников, в средней части р. Охназ.

5. К СВ от с. В. Ахтала.

6. К СЗ от с. Н. Ахтала, в местн. Тохмах-кала.

7. В 2 *км* к В от Алавердского медеплавильного завода, на лев. берегу р. Дебед.

8. На сев. склоне г. Качал-конд, в балке, расположенной правее дороги Шамлуг—Берда-дзор.

9. В местн. Качачкут-дзор, в 2 *км* к ЮВ от месторождения Палантекян на левом склоне ущелья Качачкут-дзор.

10. К ЮЗ от с. Шнох, в мест. Бовер (Кархан),—рассеянное медное оруденение. Заслуживает поисковых работ.

11. В 9 *км* к ЮЗ от с. Ноемберян—жильное месторождение. Заслуживает детальных работ.

12. В местн. Мисхана, в окрестностях с. Кохб.

13. Кохбское месторождение в 1 *км* от с. Кохб.

14. В окрестностях с. Джуджеван, в местностях Мисхана и Голисар.

15. В мест. Ахишко, в 4 *км* от с. Воскепар.

Апаранский район

16. Гюлаблинское рудопроявление, к СВ от с. Гюлабли

Ахтинский район

17. Джан-юртское рудопроявление, на г. Джан-юрт.

18. Улашикское рудопроявление, в 1 *км* от с. Улашик.

19. В местн. Суренджан, близ с. Тайчарух.

Басаргечарский район

20. Рудопроявление близ с. Гюней (Сатана-хач).

Иджеванский район

21. В 2 *км* к Ю от с. Верин-Агдан, в местн. Аваки Тлекатегшамут.

22. В местн. Мичи-юрт, в 8 *км* к СЗ от с. Верин Агдан.

23. В местн. Армутли, по левую сторону р. Хач-ахбюр (булах). Месторождение заслуживает детальных поисковых работ.

24. У г. Далик, в 3 *км* от с. Армутли.

25. В местн. Хози-юрт в верховьях р. Агдан.

26. В местности Кырх-даг, к СВ от с. В. Агдан.

27. На правой стороне нижн. течения р. Севкар.

Кироваканский район

28. Сисинское рудопроявление на правом берегу р. Сиси, в 2 *км* от бывш. Сисимаданского завода.

29. В местн. Мартидзор, около ж.-д. ст. Памбак, в 2 *км* к СВ от с. Ягубли.

30. В 3 *км* к З от Сисимадан, в местностях Хараба и Цакмат-глух.

31. В местн. Хозичакат, в 4 *км* к ЮЗ от Сисимадана.

32. Около с. Галавар.

33. По ущелью верхн. течения р. Чалаби, в 5 *км* от с. Гезал-дара (Ханджугаз). Месторождение заслуживает детального осмотра.

34. Ванадзорское, в 6 *км* от Кировакана, на правом берегу р. Ванадзор.

35. В Шагалинской лесной даче, в мест. Заманли.

36. В Гюлидаганской лесной даче, в местн. Косалар-джур и Хараби-хозичакат, Сисиберд.

37. В местн. Бовер, на правом берегу р. Памбак.

38. Гамзачиманское (Бозикендское) месторождение и Вартан-юрт, в 4 *км* от с. Гамзачиман. Месторождение эксплоатировалось.

39. В местн. Гамбара-тап, недалеко от гор. Кировакана.

40. В местн. Эшак-мейдан в Гамзачиманской даче, и в местн. Фролова балка, в 5 *км* от с. Фиолетово (Никитино).

41. Ягублинское рудопроявление, у с. Ягубли.

42. В местн. Якшатова балка, в 2—3 *км* к СЗ от с. Лермонтово (Воскресеновка).

43. Маймехское рудопроявление.

44. Фиолетовское рудопроявление, в окрестностях с. Фиолетово (Никитино).

Красносельский район

45. Башкендское рудопроявление около с. Башкенд.

46. В местн. Султаналикшидаг близ с. Чамбарак.

47. В местн. Седи-дзор, на расст. 5 *км* от с. Башкенд.

Степанаванский район

48. На г. Кармир-глух.

49. В местн. Дарбантли, на правом склоне ущелья р. Дарбантли, впадающей в р. Урут (Агзи-беюк).

50. Около с. Когес, в средней части ущелья Талани-дзор.

51. Горьковское (Александровское) рудопроявление, в 4 *км* от с. М. Горький (Александровка).

52. Свердловское (Айдарбекское) рудопроявление, у с. Свердлов (Айдарбек).

53. В местн. Грабовая балка, в 1,5 *км* восточнее Чибухлинского медного рудника.

54. В верховьях ущелья Талани-дзор.

55. Лорийское рудопроявление, в 5 *км* от с. Агарак.

56. В местн. Мадани-Маш, в 2 *км* к СЗ от месторождения Палантекян.

57. В местн. Медвежья балка, по южн. склону г. Медвежья, напротив балки Холодный родник.

58. К СЗ от с. Пушкино (Гергеры русск.).

Шамшадинский район

59. Месторождение Коша-Дагирман, в 13 *км* к С от с. Чамбарак. Заслуживает детальных поисковых работ.

60. В 10 *км* к ЮВ от с. Верин-Агдан, в местностях: Чардахлитала, Баят-Каш, Согутли, Инакдаг-джур, Садер, Арчи-кохер, Садери-джур.

61. В местн. Шахмурад, около с. Ахум.

62. В местн. Кюрди-юрт, в 20 *км* от с. Навур.

63. В местн. Каранлых, в 20 *км* от местн. Кизил-булаг.

64. В 13 *км* к С от с. Чамбарак, в местн. Чипакли.

65. В местн. Ахинджа, в 15 *км* от с. Айгедзор (Кулали).

66. В 15 *км* от с. Навур, в местн. Чобан-гел.

67. В 4 *км* от с. Навур, в местн. Еркар-гех.

68. В 2 *км* на Ю от с. Навур, в местн. Мечимат (заслуживает поисковых работ), а также в местностях: Лорути-джур (4 *км*), Тобылхут (3 *км*), Егини-сар (2 *км*), Турочани-дзор (7 *км*), Пшик-дзор (6 *км*), Ктрвац-джур (10 *км*), Фотси-юрт (8 *км*), Худа-юрт (10 *км*), Полор-юрт (1 *км*), Бердзени-дзак, Аваки-бина (5 *км*), Автандил-тала (7 *км*). Последние два заслуживают поисковых работ в первую очередь.

69. В 1 *км* от с. Айгедзор (Кулали), в местн. Навтази-джур.

70. В местн. Гели-тала, в 30 *км*, и Арустаки-дзор, в 8 *км* от с. Айгедзор.

71. В 4 *км* на В от местн. Гаджиляр, в местн. Яных-кая.

72. В местн. Арчи-кохер, в басс. р. Гасан.

73. В местн. Гозшух-дзор.

74. В местн. Ял-паяси, в 15 *км* от с. Чамбарак, в верховьях р. Хндзорут. Заслуживает детальных поисковых работ.

75. По ручью Тондирли, в басс. р. Гасан.

76. Рудопроявление, расположенное недалеко от районн. центра Берд.

77. В местн. Мех-Тумаг, между р. р. Гасан и Салерах.

Основные выводы

1. Общие запасы медных руд и металлов в них по всем категориям на 1 января 1944 г. представлены в табл. 40.

2. Как видно из приведенной таблицы, разведанные запасы меди в руде превышают 1 900 000 *т* и обеспечивают медную промышленность в том объеме, в каком она есть в настоящее время, до ста лет.

Из общего количества меди 97,7% приходится на южн. часть Республики—Зангезур, точнее на Кафанский и Мегринский районы, и лишь 1,95% на сев. часть Республики—Алавердский район. Кроме того, около 94% запасов меди заключены в двух крупнейших месторождениях Республики, имеющих общесоюзное значение—Каджаранском и Агаракском. Руды этих месторождений представлены вкрапленными, частью штокверково-вкрапленными, типами и содержат, наряду с медью, также молибден—99,7% общих запасов этого металла. Отсюда следует, что в Армении развитие медной и создание молибденовой промышленности связано, в основном, с освоением вкрапленных медно-молибденовых руд, с эксплоатацией Каджаранского и Агаракского месторождений.

3. Рентабельность разработки вкрапленных медных и медно-молибденовых руд по отношению к жильным и другим типам богатых руд, при больших объемах добычи и переработки руд, доказана

Таблица 40

Месторождения	Руда в *т*	Медь: Среднее содерж. в %%	Медь: Количество в *т*	Медь: В %% к общим запасам	Молибден: Среднее содерж. в %%	Молибден: Количество в *т*	Молибден: В %% к общим запасам
Кафанское	2.225.000	2,57	57 000	2,98	—	—	—
Каджаранское	202.000.000	ср. 0,53 б-ст. 0,75	1.090.000	56,89	ср. 0,066 б-ст. 0,101	120.000	62,63
Агаракское	113.000.000	0,63	713.000	37,20	0,066	71.000	37,05
Джиндаринское	2.500.000	0,55	13.000	0,68	—	—	—
Итого по южной Армении	319.470.000	—	1.873.000	97,75	—	191.000	99,68
Алавердское	165.000	1,7	2700	0,14	—	—	—
Шамлугское	805.000	3,1	24.100	1,25	—	—	—
Ахтальское	200.000	2,5	5000	0,26	—	—	—
Шагали-Эйлярское	66.000	3,65	2400	0,12	—	—	—
Агвинское, Спасакарское и Туманянское (Дсехское)	300.000	0,7—1,5	3000	0,15	—	—	—
Итого по северной Армении	1.536.000	—	37.200	1,95	—	—	—
Мисханское	660.000	0,9	5700	0,30	0,15	600	0,32
Всего по Армении	321.666.000	—	1.915 900	100,0	—	191.600	100,0

практикой последнего десятилетия. К тому же, как Каджаранское, так и Агаракское месторождения, будучи достаточно изучены, находятся в весьма выгодных экономических условиях. Следует подчеркнуть также, что по суммарной стоимости металлов—меди и молибдена в одной тонне руды, Каджаран занимает первое и Агарак второе место среди подобных им медно-молибденовых порфировых месторождений (Коунрад, Бощекуль, Алмалык в СССР, Бингхем в США и др.).

Благодаря этому, в соответствии с постановлением СНК СССР и ЦК ВКП(б) от 30.I 1941 г. было начато строительство Каджаранского (Пирдоуданского) медно-молибденового комбината с пуском в эксплоатацию рудника и обогатительной фабрики первой очереди к 1.IX 1942 г. Строительство комбината было временно приостановлено в связи с Отечественной войной и вновь возобновлено в 1944 г.

4. Энергетической базой для будущей меднорудной промышленности Зангезура может служить р. Базарчай-Воротан с 4 проектированными ГЭС—зарегулированной мощностью около 200 000 *квт*. Самая крупная и одна из выгодных для постройки ГЭС—четвертая ступень имеет установленную мощность в 103600 *квт* с годовой выработкой 547 000 000 *квч*. Стоимость установки равна около 100 млн. р., стоимость одного киловатт-часа—приблизительно 0,75 к. Она наиболее близкая и расположена в 35 *км* от Каджарана и в 25 *км* от Кафана.

В первый период работы предприятий—до постройки ГЭС на р. Базарчай-Воротан, электроэнергия может быть передана в Зангезур из Севан-Зангинского куста, с его действующими, строящимися и проектируемыми станциями (СеванГЭС, ГюмушГЭС). Для этого потребуется построить линию передачи протяжением в 220—270 *км* (в соответствии с двумя различными вариантами) стоимостью около 20—22 млн. р. Подобная линия передачи необходима при всех случаях, учитывая кустование всех ГЭС Республики.

Потребность Зангезура в электроэнергии может быть разрешена и постройкой ГЭС на р. Аракс на участке Ордубад—Минджеван, на двух ступенях, со сбросами вблизи районного центра—Мегри (мощность ГЭС 53 000 *квт*) и с. Нювади (мощность ГЭС 80 000 *квт*). Преимуществом этого варианта, по отношению к базарчайскому, являются расположение предполагаемых ГЭС непосредственно у железной дороги, близость их к центрам потребления электроэнергии, более полное использование попусков из оз. Севан.

Максимальная нагрузка Каджаранского медно-молибденового комбината первой очереди определяется в 3 500 *квт*. В первом этапе расширения предприятия эта цифра возрастет до 13 000—15 000 *квт*. Вся потребность будущей меднорудной промышленности Зангезура, включая Каджаран, Кафан и Агарак, определяется ориентировочно в 40 000—50 000 *квт*.

5. Руды Каджаранского и Агаракского медно-молибденовых ме-

сторождений, будучи аналогичными по минералогическому и химическому составам, обогащаются в основном по одинаковой схеме.

Учитывая опыт обогащения убогих медно-молибденовых руд на действующих предприятиях, а также результаты лабораторных исследований по обогащению каджаранских и агаракских сульфидных руд, процент извлечения металлов следует принять при нормальной работе фабрики—по меди 90% и по молибдену 80%.

Проект Каджаранского медно-молибденового комбината предусматривает строительство первой очереди обогатительной фабрики производительностью в 1000 *т* в сутки (или 320 000 *т* в год), с дальнейшим расширением ее в несколько раз.

Мы считаем целесообразным довести мощность обогатительной фабрики, после освоения ее первой очереди, до 5 000 *т* в сутки, или 1 650 000 *т* в год.

При этом, учитывая наличие на Каджаранском месторождении зон богатых и относительно бедных руд, мы полагаем, что в первый период эксплоатации месторождения (по крайней мере при действии фабрики первой очереди) должны быть разработаны зоны обогащенных руд.

Исходя из вышеизложенного, размеры годовой добычи руд и выпуска медных и молибденовых концентратов, в разных вариантах мощности предприятий, могут быть определены следующими цифрами.

Таблица 41

Месторождения	Очереди предприятий по мощн.	Добыча и переработка руды в *т*		Содержание метал. в проц.		Количество концентратов		Количество метал. в концентратах в *т*	
		В сутки	В год	Меди	Молибдена	Медных в условных *т* с 15-проц. содержан. меди	Молибденовых в условн. *т* с 45-пр. содержан. молиб.	Меди в медных	Молибдена в молибденовых
Каджаранское	I	1000	330 000	0,75	0,101	14.700	650	2200	300
	II-а	5000	1650 000	0,75	0,101	74.000	3200	11100	1500
	II-б	5000	1650 000	0,53	0,066	56.000	2180	8400	980
Агаракское	I	1000	330 000	0,68	0,070	13 400	410	2000	180
	II	5000	1650 000	0,68	0,070	67.000	2050	10100	920
Каджаран I Агарак I	I-I	2000	600000	—	—	28000	1060	4200	450
Каджар. II-а Агарак II	II-а-II	10000	3300000	—	—	141000	5250	21200	2420
Каджар. II-б Агарак II	II-б-II	10000	3300000	—	—	123000	4230	18500	1900
Каджар. II-а Агарак I	II-а I	6000	1980000	—	—	87400	3610	13100	1680

6. Кафанская обогатительная фабрика в практической своей деятельности еще не достигла проектной мощности—950 *т* в сутки (или около 300 000 *т* в год), поскольку добыча руды никогда не пре-

вышала эту цифру. Одна из трех секций—секция селективной флотации в 1941 г. значительно перекрыла свою проектную мощность, и это было вызвано тем, что в отдельные периоды работы секция получала больше медно-цинковой руды, чем допускала ее проектная мощность. В наилучший период своей работы, в 1941 г., фабрика переработала около 255 000 *т* руды.

Тем не менее, в расчетах мы принимаем проектную мощность предприятия—300 000 *т* медной и медно-цинковой руды в год.

При минимальном содержании меди в рядовой руде 2,5% и 94%-ном извлечении ее в концентрат мы получим ежегодно около 47 000 условных тонн медных концентратов с 15% содержанием меди, или около 7100 *т* меди (в концентратах). Следует отметить, что при форсированном проведении разведочных работ и выявлении новых рудных полей среднее содержание меди в рядовой руде может достичь 2,8%, как это имело место в течение продолжительного времени вплоть до 1943 г.

При необходимости, в момент, когда годовая добыча руды на Кафанском меднорудном комбинате приблизится к 300 000 *т*, можно построить одну, четвертую по счету, секцию обогатительной фабрики производительностью 350 *т* в сутки (аналогично действующим). Тогда годовую добычу руды можно довести до 430 000 *т*, что в переводе на медь в концентрате составляет около 10 200 *т* при 2,5% содержании металла в руде.

7. Алавердская группа медных месторождений хотя и обладает незначительными по отношению к Зангезуру запасами руд, тем не менее она в настоящее время дает 30—35% вырабатываемой в Армении меди. Экономические условия района вполне благоприятны для дальнейшего развития медной промышленности.

Преимуществом этой группы являются близость большинства ее месторождений от железной дороги, наличие ДзораГЭС, которая соединена с общереспубликанским кустом, Алавердского медеплавильного завода, который загружен местным алавердским сырьем лишь на 10—15%. Завод имеет одну отражательную печь, которая рассчитана на плавку обожженного медного концентрата (с содержанием 20% меди), производительностью в 12 000 *т* черновой меди в год, три ватержакетных печи, в которых проплавляется кусковая медная руда алавердских месторождений с средним содержанием меди в руде 2,5—3,5%. Производительность всех трех печей составляет 3000 *т* черновой меди в год. Отражательная печь работает на кафанских медных концентратах, однако, ввиду неполной загрузки в печь дополнительно подается измельченная алавердская руда.

До тех пор, пока добываемая на месторождениях Алавердской группы руда поступает в плавку без обогащения, размер добычи ее определяется и будет определяться производительностью ватержакетных и частью отражательной печей медеплавильного завода, что не может превышать 100—120 тыс. *т* в год.

Исходя из этого положения, а также учитывая наличие в Шамлугских и Алавердских рудниках, Спасакарском, Шагали-Эйларском и др. месторождениях низкопроцентных (0,7—1,5%) медных руд, безусловно требующих предварительного обогащения, дальнейшее развитие медной промышленности Алавердского района настойчиво выдвигает вопрос о постройке одной центральной обогатительной фабрики с производительностью в 600 *т* в сутки, или 200000 *т* в год.

8. Общий объем годовой добычи медной руды и количество выпускаемой черновой меди, возможные в конкретных условиях Армянской ССР в течение ближайших 5—10 лет, определяются следующими цифрами.

Таблица 42

Месторождение	Очереди предприятий	Добыча руды в *т*	Черновая медь в *т*	Получаемый попутно молибден в концентр.
Алавердская группа	I	100000	2900	—
	II	270000	6000	—
Кафанское	I	300000	6700	—
	II	430000	9700	—
Каджаранское	I	330000	2100	300
	II	1650000	10200	1500
Агаракское	I	330000	1800	180
	II	1650000	9100	920

По Алавердской группе под второй очередью подразумевается период, когда будет работать обогатительная фабрика с производительностью в 200000 *т* в год, перерабатывающая руды с средним содержанием меди в руде около 2%.

Богатая руда с содержанием меди в руде 3—3,5% в количестве 70000 *т* в год может быть проплавлена без обогащения в ватержакетных печах. Не исключена возможность, что при наличии в Алаверди обогатительной фабрики плавка руд в ватержакетных печах окажется не рентабельной.

По Кафанскому меднорудному комбинату под второй очередью подразумевается период, когда войдет в эксплоатацию еще одна, четвертая по счету, секция обогатительной фабрики. По обоим предприятиям под первой очередью подразумевается полное использование существующих мощностей.

По Кафанскому месторождению в наших расчетах принимается минимальное содержание меди в рядовой руде, равное 2,5%.

По Каджаранскому месторождению под второй очередью подразумевается добыча относительно более богатых руд (вариант II-а, табл. 41).

9. Основные мероприятия по дальнейшему развитию медной промышленности Армении в ближайшие годы таковы.

По Алавердской группе месторождений

а) Строительство линии электропередачи из Алаверди до Шамлугских рудников, протяжением около 12 *км*.

б) Электрификация узкоколейной дороги Шамлуг-Ахтала (Ахтальский транспорт) протяжением около 12—14 *км*.

в) Форсированная разведка Шамлугского и Ахтальского месторождений, отдельных участков Алавердского месторождения, Шагали-Эйларского и др.

г) Проведение технологических исследований по обогащению низкопроцентных (0,7—1,5%) медных и полиметаллических руд месторождений группы.

д) Строительство в центре расположения месторождений группы обогатительной фабрики с производительностью около 600 *т* в сутки для селективной флотации медно-свинцово-цинковых руд Ахтальского, Шамлугского, Алавердского месторождений и обогащения низкопроцентных медных руд.

По Кафанскому меднорудному комбинату

а) Максимальное форсирование геолого-разведочных работ, в первую очередь в пределах действующих рудников. Восстановление и изучение старых, заброшенных рудников, разведка месторождений меди, расположенных вблизи действующих рудников Халадж, Норашеник, Арачадзор и др.

б) Строительство в момент, когда годовая добыча медной руды достигнет 270—280 тыс. *т*,—четвертой секции обогатительной фабрики производительностью 350 *т* в сутки.

По Каджаранскому медно-молибденовому месторождению

а) Форсирование строительства Каджаранского медно-молибденового комбината, рудника, обогатительной фабрики, энергетических объектов.

Одновременно с этим необходимо проведение следующих мероприятий:

1. Строительство в Каджаране небольшой обогатительной фабрики с производительностью в 50 *т* в сутки, для уточнения схемы обогащения руд.

2. Проведение технологических исследований по изысканию методов извлечения молибдена и меди из окисленных руд.

3. Производство технико-экономических исследований для выявления наиболее рентабельных способов разработки месторождения, в том числе системой открытых работ.

По Агаракскому месторождению

Промышленное освоение Агаракского медно-молибденового месторождения должно итти вслед за освоением Каджарана. Для этого необходимы:

а) Постройка опытно-обогатительной фабрики с суточной производительностью в 25—50 *т* для уточнения схемы обогащения руд.

б) Проведение изысканий и исследований по вопросам системы разработки месторождения, выбора места строительства будущих промышленных объектов, выявлению местных строительных материалов и других мероприятий, необходимых для составления проекта медно-молибденового комбината.

в) Составление проекта медно-молибденового комбината. Мощность первой очереди предприятия—рудников и фабрики определяется, по аналогии с Каджаранским, в 1000 *т* в сутки. Следует отметить, что наличие утвержденного проекта Каджаранского медно-молибденового комбината и опыт строительства последнего значительно облегчат промышленное освоение Агаракского месторождения.

Одновременно с этим необходима детальная разведка Центрального участка месторождения с целью уточнения структуры рудного тела и увеличения запасов руд промышленных категорий.

По переработке медных концентратов и руд

а) Из таблицы 42 видно, что действующий Алавердский медеплавильный завод будет целиком загружен в момент, когда будет использована полная мощность Кафанской обогатительной фабрики и войдут в строй объекты первой очереди Каджаранского и Агаракского медно-молибденовых комбинатов или же осуществятся вторые очереди предприятий Кафанского и Алавердского меднорудных комбинатов.

Для переработки медных концентратов Каджаранского и Агаракского комбинатов первой и, в особенности, второй очередей возникнет необходимость постройки в Зангезуре (Кафане или Агараке) нового медеплавильного завода с производительностью 20—25 тыс. *т* черновой меди в год. Наличие в Армении дешевой электроэнергии дает основание изучить вопрос организации электрической плавки медных концентратов и руд.

б) Организация в ближайшие годы в Армении электролитического рафинирования черновой меди и ее прокат.

При наличии в Армении меди, алюминия, цинка, свинца, молибдена, хрома и резинового производства, а в Грузии, марганца, можно выпускать латунь, дюралюминий и другие ценные сплавы цветных металлов, а также кабельные изделия.

По снабжению будущих предприятий меднорудной промышленности электроэнергией

а) Проведение изысканий по высоковольтной линии передачи Ереван—Севан—Агарак—Каджаран, в частности изучение естественных условий трасс (грозы, гололедица, ветер). Выбор трассы и составление проектного задания ее строительства.

б) Проведение инженерно-геологических изысканий по р. Ба-

зарчай-Воротан. Выбор первоочередной ГЭС и составление проектного задания ее строительства.

б) Уточнение вопроса использования р. Аракс на Мегринском участке и проведение в связи с этим соответствующих геологических и топографических работ.

По выявлению новых месторождений медных руд

Наряду с освоением крупных разведанных месторождений меди необходимо систематически производить поисково-разведочные работы по выявлению новых месторождений медных руд в первую очередь в сев. части Армянской ССР—Шамшадинском, Дилижанском, Кироваканском, Степанаванском, Алавердском и друг. районах, и в южн. части Армянской ССР—Мегринском, Кафанском и Сисианском районах.

Проводимые работы должны быть комплексными, детальными (*м.* 1:50 000), сопровождаться мелкими горными выработками и геологической съемкой в крупных масштабах.

ЛИТЕРАТУРА

по медным месторождениям Армении

1. *Ажгирей Г. Д.*—Отчет о структурной съемке на медных месторождениях Алаверди и Шамлуг. Рукопись. 1938 г.

2. *Арапов Ю. А.* и *Монахов Н. Я.*—Геологическое строение восточной части Бзовдальского хребта. Рукопись. 1939 г. Фонд Ин-та Геол. Наук Акад. Наук Армянской ССР.

3. *Барканов И. В.*—Агаракское медно-молибденовое месторождение в ССР Армении. Рукопись. 1930—1933 гг. Фонд Арм. Г. У.

4. *Барканов И. В.*—Геологический очерк Юго-Западной части Степанаванского района ССР Армении. Рукопись. 1937 г. Фонд Арм. Г. У.

5. *Вартапетян Б. С.*—Полезные ископаемые Арм. ССР. Рукопись. 1939 г. Фонд Арм. Г. У.

6. *Вартапетян Б. С.*—Спасакарское медное месторождение. Рукопись. 1942 г. Фонд Арм. Г. У.

7. *Грушевой В. Г.*—Медные месторождения в верховьях рр. Очхи и Мегри в Зангезуре. Вестник Геол. Ком. 1925 г. № 5.

8. *Грушевой В. Г.*—Алавердское медное месторождение в Закавказье. Труды ГГРУ. Вып. I. 1930 г.

9. *Грушевой В. Г.*—Геолого-экономический очерк медных месторождений Закавказья. Сборник—Главнейшие медные, свинцовые и цинковые месторождения СССР. Издание ГГРУ. 1931 г.

10. *Грушевой В. Г.*—Медные месторождения Алавердского района ССР Армении. Труды ВСЕГЕИ. Вып. 36. 1935 г.

11. *Грушевой В. Г.*—Краткий очерк металлогении Закавказья. Проблемы советской геологии. 1935 г.

12. *Грушевой В. Г.* и *Русаков М. П.*—Алавердское медное месторождение в Закавказье. Разведка недр. 1934 г. №№ 17 и 18.

13. *Грушевой В. Г. Соколов А.* и *Кржечковский А.*—Геолого-петрографический очерк и рудные месторождения южного Зангезура (Мегринского и части Кафанского р-нов Арм. ССР). Рукопись. 1932 г. Фонд ВСЕГЕИ.

14. Грушевой В. Г. и *Русаков М. П.*—Зангезур, его геолого-промышленное лицо и перспективы—Разведка недр. 1934 г. №№ 19 и 20.

15. Грушевой В. Г. и *Додин А. Л.*—Геологическое строение Зангезурского района. 1936 г.

16. Дьяконова-Савельева Е. Н.—Геологические исследования в окрестностях Дилижана летом 1927 г. Бассейн озера Севан. Изд. Ак. Наук. 1929 г.

17. Жорден Н.—Замегки о выходах у Привольного. Рукопись. 1910 г. Архив Алаверлского медеплавильного завода.

18. Заварицкий А. Н.—Результаты осмотра месторождений Алаверди, Шамлуг, Ахтала. Рукопись. 1934 г.

19. Замятин и *Чирков*—Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение в Арм. ССР. „Цветные металлы". 1937 г.

20. Звягинцев О. Е., Лебединский В. В., Филиппов А. Н.—О нахождении платины в сернистых рудах. Доклады Ак. Наук СССР. 1933 г.

21. Звягинцев О. Е., Филиппов А. Н.—О нахождении платины в сернистых рудах. Доклады Академии Наук за 1935 г., т. 1. №№ 2—3.

22. Карапетян О. Т.—Геологический очерк ССР Армении—Материалы по районированию. Вып. I.

23. Конюшевский Л. К.—Месторождение в местности Мец-дзор. Рукопись 1916. г. Архив Алавердского медеплавильного завода.

24. Конюшевский Л. К.—Отчет о геологическом исследовании месторождений медных руд в Зангезурском уезде Елизаветпольской губернии. Мат. для геологии Кавказа, сер. III, книга 10. 1911 г.

25. Коншин А.—Отчет об исследовании медных месторождений Зангезурского уезда. Мат. для геологии Кавказа, сер. II, книга 4. 1890 г.

26. Константов С.—Тип Алавердский и его изменения. Естественные производ. силы. Том IV, вып. 7. Медь.

27. Котляр В. Н.—Материалы к изучению рудных месторождений северной части ССР Армении. Труды Всесоюзного Геолого-разведочного объединения. Вып. 335. 1934 г.

28. Котляр В. Н.—Отчет по разведке Мисханского медного месторождения. 1932 г. Фонд Арм. Г. У.

29. Котляр В. Н.—Зангезурское медное месторождение и минеральные ресурсы Закавказья. 1935 г.

30. Котляр В. Н.—Структура и генезис Мисханского молибденово-медного месторождения в Армении. Фонд ВСЕГЕИ. 1941 г.

31. Котляр В. Н. и *Додин А. Л.*—Зангезурское медное месторождение в ССР Армении. 1936.

32. Крейтер В. М—Предварительная оценка Пирдоуданского медно-молибденового месторождения. Труды МГРИ, т. XI, 1936 г.

33. Лебедев Н.—Геологическое исследование части Борчалинского уезда в пределах Сомхетии. Материалы для геологии Кавказа, сер. III, кн. 3, 1902 г.

34. Логвин Н. Ф.—Отчет о геолого-разведочных работах за 1936 г. по Шамлугским рудникам. Рукопись. Архив Алавердского медеплавильного завода.

35. Лефевр—Доклад о месторождении Мец-дзор. Рукопись. 1910 г. Архив Алавердского медеплавильного завода.

36. Лоренц Г.—Рапорт о месторождении медной руды Палан-Текян и Мисхана. Рукопись. 1903 г. Архив Алавердского медеплавильного завода.

37. Мкртчян С. С.—Чибухлинское медное месторождение. Рукопись. 1938 г. Фонд Арм. Г. У.

38. Мкртчян С. С.—К геологии южного Зангезура. Рукопись. 1939 г. Фонд Арм. Г. У.

39. Мовсесян С. А.—Интрузии центральной части Конгуро-Алангезского хребта и связанные с ними полезные ископаемые. Рукопись. 1940 г. Фонд Ин-та Геол. Наук Ак. Наук Арм. ССР.

40. Мовсесян С. А.—Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение. Издание АрмФАН'а, 1941 г.

41. Моллер В.—Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказского края. Мат. для геологии Кавказа . Серия II, книга 3, 1889 г.

42. Морозов Н.—Алавердское месторождение медных руд в Закавказье, его породы и генезис. Изв. СПБ Политехнического Ин-та, 1912 г., том XVII.

43. Надирадзе В. Г.—„Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение". Рукопись. 1935 г. Фонд Закцветразведки.

44. Паффенгольц К. Н.—Бассейн верхнего и отчасти среднего течения реки Памбак в Армении. Рукопись. 1936 г. Фонд Арм. Г. У.

45. Пилоян Г. А.—Отчет о геолого-поисковых работах в Дзаги-Дзорском районе. Рукопись. 1933 г. Архив Алавердского рудоуправления.

46 Пилоян Г. А.—Отчет по Шагали-Эйларскому месторождению. Рукопись. 1934 г. Архив Алавердского рудоуправления.

47. Попов К. К.—Отчет о буровых работах Зангезурской партии. Рукопись 1928 г. Фонд ВСЕГЕИ.

48. Попов К К.—Отчет об опробовании полиметаллического месторождения Шаумян. Рукопись. 1928 г. Фонд ВСЕГЕИ.

49. Саакян П. С., Лягин К. Н., Гуляева А. В.—Предварительный отчет о работе Пирдоуданской геелого-разведочной партии в 1939 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

50. Саакян П. С., Мкртчян С. С., Лягин К. Н., Гуляева А. В—Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение. Отчет по работам 1940 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

51. Симонович С.—Геологическое описание части Казахского уезда Елизаветпольской губ. Мат. для геологии Кавказа, серия III, кн. 10. 1911 г.

52. Симонович С.—К геологии Тифлисской губернии. Очерк геологических явлений в долинах средних и нижних течений Храма, Алгет, Машавера, Борчало и Дебедачая.

53 Смирнов Г. М.—Геологическое описание части Казахского уезда Елизаветпольской губернии. Мат. для геологии Кавказа, серия 3, книга 10, 1911 г.

54. Смирнов Г. М.—Сведения о месторождениях полезных ископаемых и минеральных вод Кавказского края, открытых и заявленных в период времени с 1904 по 1909 г. включительно. Мат. для геологии Кавказа. Серия III, кн. 9, 1910 г.

55. Смирнов Г. М.—Сведения о месторождениях полезных ископаемых, открытых и заявленных в период времени с 1899 по 1904 г. включительно. Мат. для геологии Кавказа. Серия III. кн. 6, 1905 г.

56. Степанян О. С.—Минеральные ресурсы цветных металлов Алавердского района в ССР Армении. Цветные металлы, 1936. № 9.

57. Степанян О. С.—Южная часть Алавердского месторождения. Издание АрмФАН'а, 1940 г.

58. Танатар И.—О месторождении меди по реке Заманли и Сиси-су. Журн. „За минеральное сырье". 1927 г. № 9.

59. Тараян И. А.—Отчет по купрометрической съемке Пирдоуданского месторождения. Рукопись. 1936 г. Закредметразведка.

60. Тараян И. А.—Промышленно-экономическая оценка Агаракского медно-молибденового месторождения. Рукопись. 1942 г. Фонд Арм. Г. У.

61. Тер-Мкртчян—Норашенское медное месторождение. 1916 г.

62. Успенский Н.—Геологическое описание имения Норашеник. 1912 г.

63. Федоровский Н. М.—Экономическая минералогия СССР, часть 1. Армянская ССР, 1936 г.

64. Хадиков—Отчеты о работах ГРБ Зангкомбината за время 1932—1934 г. Рукопись. Фонд Зангмедкомбината.

65. Цамерян П. П.—Отчет по разведке Пирдоуданского медно-молибденового месторождения в 1938 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

66. *Циммер Е.*—Доклад о Палан-Текяне. Рукопись. 1913 г. Архив Алавердского рудоуправления.

67. *Циммер Е.*—Разведка Агви. Рукопись. 1914 г. Материалы Алавердского медеплавильного завода.

68. *Циммер Е.*—Доклад о Ново-Александровке. Рукопись. 1913 г. Архив Алавердского медеплавильного завода.

69. *Чирков И. Н.*—Отчет о разведке Аткезского месторождения. Рукопись. 1930—1931 гг. Фонд Арм. Г. У.

70. *Чирков И. Н.*—Отчет о разведке Пирдоуданского медно-молибденового месторождения. Рукопись. 1931—1933 гг. Фонд Арм. ГУ.

71. *Чирков И. Н.*—Отчет о работе Мегринского геолого-поискового отряда в западн. и юго-западн. частях Мегринского и Кафанского районов в 1934 г. Рукопись. Фонд. Арм. Г. У.

72. *Шкрабо В. А.*—Отчет по разведке Джиндаринского медного месторождения. Рукопись. 1938 г. Фонд Арм. Г. У.

73. *Шостак М. А.*—Исторический очерк развития горного дела на Кавказе, 1901 г.

74. *Эрн. А.*—Отчет об исследовании Катар-Кавартского месторождения медных руд Зангезурского уезда Елизаветпольской губернии. Материалы для геологии Кавказа, серия III, кн. 9, 1910 г.

С. А. Мовсесян

Молибден

I. Общие сведения

Общая характеристика молибдена и его свойства. Молибден открыт Гейлем в 1782 г. Он входит в VI группу периодической системы Менделеева и является металлом, который в зависимости от способа получения представляет собой либо серебристо-белую плотную массу, либо серый порошок. Валентность его колеблется от 2 до 6. Ат. в. равен 96, уд. в.—10,02—10,32. Твердость чистого металла по Моосу 5,5; с повышением температуры обработки крепость уменьшается.

Т. пл. чистого металла около 2700°, т. кип. равна 3650—3700°. Молибден тягуч, ковок, магнитен, электропроводен, хорошо принимает шлифовку и обладает значительной упругостью. Он растворяется в концентрированной серной кислоте при t° 200—250°, а в царской водке при обыкновенной температуре. Остальные кислоты и растворы щелочей на молибден не действуют.

Молибденовые соединения отличаются чрезвычайным разнообразием. Известны соединения 2, 3, 4, 5 и 6-валентного молибдена, из которых наиболее важными являются производные 6-валентного молибдена. Трехокись MoO_3 наиболее устойчивое и технически важное из молибденовых соединений. Безводный MoO_3—белый, иногда с желтоватым оттенком порошок, жирный на ощупь; уд. в. этого порошка равен 4,4.

В самородном виде молибден неизвестен. Из природных соединений наиболее часто встречаются: *молибденит* или *молибденовый блеск*—MoS_2 (Mo=60%), *молибдит* или *молибденовая охра*—MoO_3 (Mo=60%), *вульфенит*—$PbMoO_4$ (Mo=25%) и *повеллит*—$CaMoO_4$ (Mo=39—45%). Из них главной молибденовой рудой является молибденит, второстепенной—вульфенит. Остальные минералы в больших количествах встречаются редко.

Молибденит—минерал гексагональной системы, в природе встречается в виде листочков или пластинок с гексагональным очертанием, реже образует зернистые массы. Спайность по (1000) весьма совершенная. Твердость 1—1,5, уд. в. 4,7—4,8, цвет—свинцово-серый. Черта серая с голубоватым или зеленоватым оттенком. Блеск—металлический. Молибденит нередко содержит в качестве изоморфной примеси рений, правда в тысячных долях процента.

Вульфенит—минерал тетрагональной системы. Образует обычно таблитчатые, реже дипирамидальные кристаллы. Излом неясно-раковистый, хрупок, тв. равна 2,75—3,0, уд. в.—6,7—7,0. Блеск—смолистый или алмазный. Цвет различный—восково-желтый, оливково-зеленый, желтовато-серый до бесцветного. Черта белая.

Область применения и требования к сырью. До начала XX в. молибден имел в промышленности весьма незначительное применение, и только открытое Войтом и Тейлором в 1900 г. свойство молибденовой стали самозакаливаться послужило толчком к весьма быстрому развитию промышленного использования этого металла.

Главнейшее потребление молибден находит в *металлургической* промышленности при изготовлении специальных видов сталей, обладающих большой твердостью, вязкостью и способностью самозакалки, а также особых безжелезистых сплавов молибдена с кобальтом, хромом, никелем, вольфрамом и ванадием. Эти сплавы, носящие название *молибденовых стеллитов*, отличаются большой твердостью и сопротивляемостью кислотам. Молибден широко применяется также при выплавке легированных чугунов. Металлургия потребляет 85—90% мирового производства молибдена.

Качественные стали и стеллиты применяются в машиностроении для изготовления ответственных частей автомобилей, аэропланов, паровозов, двигателей внутреннего сгорания, компрессоров, котлов высокого давления, быстрорежущих сортов инструментальной стали, аппаратуры для химических заводов и т. д. В военной промышленности молибденовые стали необходимы длл изготовления брони, бронебойных снарядов и стволов орудий.

За исключением специальных сплавов молибден вводится в сталь обычно в небольших количествах—от долей процента до 1,5—2%.

В связи с этими областями применения все больше возрастает значение молибдена как заменителя более дорогостоящего вольфрама.

Сравнительно небольшая часть производимого молибдена находит широкое применение в остальных отраслях промышленности: в *химической*—для изготовления высококачественных красок (идущих на окраску мехов, перьев, керамических и текстильных изделий) и различных реактивов и типографских красок; в *электротехнической*—где молибден употребляется в виде чистого металла для изготовления проволоки (для электропечей), проволочных стержней (в лампах накаливания). Молибден применяется также в *радиотехнике*, *стекольной* и *керамической промышленности*. В зубоврачебном, ювелирном деле и частью в электротехнике молибден заменяет дорогостоящую платину. Молибденовая кислота применяется как предохранительное вещество в малоустойчивых взрывчатых соединениях.

Минимальные требования промышленности к процентному содержанию молибдена в рядовой руде определяются рядом экономических факторов и различны для отдельных стран и месторождений. В чисто молибденовых месторождениях промышленно-выгодной счи-

тается разработка руд с содержанием не ниже 0,15—0,20% металла, при комплексной разработке месторождений минимальное содержание молибдена в руде может быть снижено; напр., в так наз. порфировых, медно-молибденовых месторождениях, в зависимости от процентного содержания меди, считается рентабельным разрабатывать руды с содержанием 0,03—0,06% молибдена, а в Мансфельдском месторождении медистых сланцев считается выгодным извлекать молибден при содержании в руде 0.018% металла.

Молибденовые руды ввиду низкого содержания металла обогащаются путем флотации, которая для молибденита осуществляется без особых затруднений; в результате получаются концентраты с содержанием MoS_2=80—95%. В настоящее время в плавку идут и более низкопроцентные концентраты с содержанием 40—55% MoS_2. Концентраты классифицируются и расцениваются по содержанию Mo, MoS_2 и MoO_3. Нежелательными примесями в молибденовых концентратах являются мышьяк, сурьма, бериллий, висмут (>0,5%), кальций, медь (>0,2—0,5%), фосфор, сера, олово (>0,5%) и свинец.

Обычно на рынок идет концентрат с содержанием 80—95% MoS_2, но наряду с ним нередко молибден поступает на рынок в виде ферромолибдена (60—65% Mo) и в последнее время в виде молибдата кальция.

Цены на молибден в США, являющихся почти монополистом в отношении добычи этого металла, колебались в период 1933—38 гг. от 0,9—1,0 долл. за 1 *кг* молибдена в концентрате и от 2,0—2,1 долл. за 1 *кг* молибдена в ферро-молибдене.

В СССР приказом НКЦМ от 3. VI 1940 г. установлена цена тонны молибденового концентрата с содержанием 85% MoS_2 в 52000 рублей.

Обработка концентратов для получения металлического Mo и MoO_3 производится несколькими способами: обжигом руды, электролизом, хлорированием и разложением щелочами—мокрым и сухим путем. Наиболее часто применяется обжиг. Чистый молибден обычно получается из трехокиси, путем восстановления водородом.

Присадка молибдена при изготовлении сплавов производится в виде ферромолибдена, содержащего от 50 до 80% Mo. Последний получается путем восстановительной плавки молибденового концентрата и железного лома в одноэлектродных дуговых электропечах в присутствии кокса и избытка извести. В последнее время довольно широкое распространение получила переработка молибденовой руды в молибдат кальция, который имеет при получении некоторых сортов сталей преимущества по сравнению с ферро-молибденом.

Условия образования месторождений и их классификация. Месторождения молибдена всегда связаны генетически с гранитами, производными кислых магм—гранодиоритами и др. В то же время для молибдена характерна способность накапливаться в остаточных расплавах, в связи с чем он не встречается в собственно магматических

месторождениях, а выделяется в постмагматические этапы процесса застывания магмы.

В пегматитовых жилах молибденит встречается довольно часто, но почти никогда не наблюдается в значительных количествах и в высоких концентрациях, в связи с чем этот тип месторождения почти не имеет экономического интереса. Больший интерес представляют месторождения молибдена в контактовых ореолах, в скарновых зонах, где иногда наблюдаются значительные скопления молибденита, так что некоторые месторождения этого типа (Тырныауз на Сев. Кавказе, Агезур в Марокко) имеют большое промышленное значение.

Наибольший экономический интерес представляют гидротермальные месторождения молибденита, среди которых выделяются следующие два основных типа:

1. Кварцевые жилы с молибденитом, сопровождаемые иногда небольшим количеством пирита, халькопирита и других сульфидов. Этот тип месторождений (Чикой в Читинской обл., Норвегия) следует скорее всего отнести к гипотермальной группе.

2. Штокверко-вкрапленные молибденовые и медно-молибденовые месторождения, развивающиеся нередко около крупных зон разлома (Каджаран), имеющих иногда характер труб проседания (Клеймакс), и по условиям генезиса приближающиеся к мезотермальной группе. Крупнейшие мировые месторождения относятся к этому типу; к нему же относятся медно-порфировые месторождения с небольшим содержанием молибденита (Коунрад, Алмалык).

В зоне окисления молибденовых месторождений молибденит при окислении обычно рассеивается. Лишь в зоне окисления некоторых свинцовых месторождений наблюдается своеобразная вторичная концентрация рассеянного молибдена в виде минерала вульфенита. В США, Испании и Югославии разрабатываются некоторые небольшие вульфенитовые месторождения.

4. ***Главнейшие месторождения, запасы сырья и размеры добычи.*** Самым крупным месторождением в мире является *Клеймакс* (Колорадо, США). Оно находится в Скалистых горах в 20 *км* к СВ от г. Ледвилля. Молибденит рассеян в трубообразном эллипсоидального сечения теле вторичного кварцита, вытянутом по трещине сброса в докембрийском гранитогнейсе у контакта с осадочными породами. Содержание MoS_2 достигает 0,8—2,0%.

Запасы только разведанной части достигают 100 000 *т* металлического молибдена. Клеймакс дает 85% добычи молибдена США и 55—60% мировой добычи.

Одним из крупнейших в мире считается открытое сравнительно недавно месторождение молибденита *Агезур*, в Марокко. Молибденит со сфалеритом и халькопиритом встречается здесь в гранатовых скарнах вблизи контакта известняков с гранитами. По Дюпарку, месторождение является классическим примером контактово-пневмато-

литового воздействия гранита на вышележащую оболочку метаморфической свиты.

Месторождения молибдена известны также в *Аризоне* (США), *Норвегии*, *Австралии*, *Канаде*, *Мексике*, *Японии* и других странах.

Поиски и разведка молибденовых месторождений в СССР были начаты лишь после Октябрьской революции. За сравнительно короткое время были открыты многочисленные месторождения. Некоторые из них эксплоатируются (Тырны-ауз, Короби, Гутайское м-ния, и Коунрад), другие находятся в стадии промышленного освоения (Каджаран), а значительная часть либо не изучена, либо не имеет промышленного значения.

Тырны-ауз (Сев. Кавказ) по промышленным запасам молибдена является одним из крупнейших в Союзе. Молибденит с шеелитом приурочен к скарновым образованиям и связан генетически с молодой (посленижнеюрской) кислой интрузией. Из руд месторождения наряду с молибденитом извлекается и шеелит.

Короби (Грузия). Здесь рассеянное оруденение молибденита с пиритом приурочено к окварцованной дайке дацита в разгнейсованных лимонитизированных древних гранитах. Месторождение эксплоатируется, однако, запасы руды здесь незначительны.

Гутайское месторождение в Зап. Забайкалье (Читинская область). Крупнозернистый молибденит связан с кварцевыми жилами в амфиболитах, содержащими также и кальцит. В глубоких горизонтах в жилах появляется незначительное количество пирита и висмутового блеска.

Умальтинское месторождение (Д.-Вост. край). Здесь развиты кварцевые жилы с мелкочешуйчатым молибденитом, которые приурочены к грейзенизированным гранитам и отличаются высоким содержанием молибдена.

Молибденовые месторождения известны и в других районах Дальне-Вост. Края — в Приморье и на сев. побережье Охотского моря; другие месторождения находятся в Якутии (Верхоянский хребет), в Карелии (Ухтомское месторождение), на Урале (Туринские рудники), на Алтае (Чинагату), на Памире (Кударинское месторождение) и т. д.

В последние годы приобретают экономически важное значение комплексные медно-молибденовые месторождения рассеянного или вкрапленного типа. Молибден в последних обычно наблюдается в незначительном количестве (сотые доли процента), но вследствие значительных суммарных запасов эти месторождения по размерам превосходят многие чисто молибденовые месторождения Союза. К числу рассеянных медно-молибденовых месторождений относятся известные в Союзе по своей величине *Коунрад* и *Бощекуль* в Казахстане, *Алмалык* в Узбекистане, *Каджаран* и *Агарак* в Армении и ряд других, более мелких месторождений. Практика показала рентабельность попутного извлечения молибдена из этих низкопроцентных рассеян-

ных медно-молибденовых руд. В настоящее время уже организована добыча молибдена (наряду с медью) из руд Коунрада, где в последнее время выявлены также более богатые молибденом руды. Попутная добыча молибдена из меднопорфировых руд в США, несмотря на низкое содержание Mo в руде (0,008—0,012%), показала свою рентабельность благодаря крупнейшему масштабу производства.

Запасы. В настоящее время не представляется возможным привести достоверные данные о запасах молибдена зарубежных стран и СССР, ввиду засекреченности их. Поэтому, приводимые в табл. 43 данные о запасах заимствованные из статьи Первушина (15), являются ориентировочными.

Таблица 43

ВСЕГО	США		Канада	Мексика	Норвегия	Марокко	Австралия	Прочие страны
	всего	в т. числе Клеймакс						
600	570	480	0,8—2	3,5	2,2—2,5	4,6	4,5	5,8—6

Для СССР мы имеем данные о запасах лишь по некоторым месторождениям по состоянию на 1940 г. В приводимой ниже табл. 44 (стр. 210) эти месторождения разбиты на 3 группы—*собственно-молибденовые*, *молибденово-вольфрамовые* и *медно-молибденовые*, причем наиболее богатыми по суммарному содержанию ценных металлов в 1 *т* руды являются молибдено-вольфрамовые. После них более рентабельными, при организации добычи руды в крупных масштабах, являются медно-молибденовые месторождения.

Согласно данным статистики выплавка молибдена в 1934 г. по сравнению с 1913 г. выросла в 56 раз. Причиной этого является все возрастающая роль молибдена в металлургической промышленности. Быстрый рост значения молибдена характеризуется также тем, что по сравнению с 1929 г. к 1937 г. добыча молибдена в капиталистических странах возрасла в 7 раз, в то время как по вольфраму за те же сроки она лишь удвоилась, а по меди увеличилась всего на 18%.

Ниже, в табл. 45 (стр. 211) приводятся данные о мировой добыче молибдена в капиталистических странах, заимствованные из статьи Первушина (15).

Главная масса руды, добываемой в США, приходится на месторождения *Клеймакс*, но в последние годы в США значительно увеличилось попутное извлечение молибдена из вкрапленных медно-молибденовых руд, которые, несмотря на низкое содержание молибдена, (порядка 0,005—0,01%) дают ежегодно около 3000—4000 *т* металла.

В СССР добыча молибденовых руд и переработка их в молибденовые концентраты производится на Тырныаузском молибденово-вольфрамовом и Коунрадском медно-молибденовом месторождениях, а также, в небольших масштабах, на Чикойском, Умальтинском, Коробском и на нескольких других мелких молибденовых месторождениях.

Таблица 44

№№ п/п	Месторождения	% содержания			Запасы			В % по отнош. ко всем месторожд.
		Mo	W	Cu	$A+B+C_1$	C_2	ВСЕГО	
	I. Собств. молибден. м-ния							
1	Умальтинское	0,3—0,5	—	—	469	1.051	1.520	0,48
2	Чикойское	0,3—0,4	—	—	218	66	284	0,09
3	Коробское	0,11	—	—	197	28	220	0,07
4	Шахтомское	0,3	—	—	464	439	899	0,29
5	Давенда	0,3	—	—	291	291	582	0,19
	Итого по группе	—	—	—	—	—	**3.505**	**1,12**
	II. Молибд.-вольфрамовые м-ния							
1	Тырны-ауз	0,07—0,18	0,1—0,2	—	24.253	34.042	58.296	18,38
2	Джидинское	0,1	—	—	260	7.476	7.736	2,44
3	Чиндагатуйское	0.4	0,4	—	216	155	376	0,12
	Итого по группе	—	—	—	—	—	**66.408**	**20,94**
	III. Медно-молибден. м-ния							
1	Каджаранское (центр. участок) на 1/I 1943 г.	0,066	—	0,53	69.425	65.869	135.294	42,64
2	В т. ч. сульфид. обогащен. руды на 1/I 1943 г.	0,101	—	0,66	29.083	—	29.083	
3	Агаракское	0,059	—	0,91	13.228	16.480	29.708	9,4
4	Бощекульское	0,014	—	0,7	28.101	7.265	35.369	11,1
5	Алмалыкское	0,003	—	0,6	—	32.000	32.000	10,0
6	Коунрадское	0,006	—	0,87	14.997	—	14.997	4,8
	Итого по группе	—	—	—	—	—	**247.368**	**77,94**
	Всего	—	—	—	—	—	**317.281**	**100**

Таблица 45

Страны \ Годы	1913	1929	1933	1934	1935	1936	1937	1938
Общая добыча в капиталистических странах	131	2016	2900	4984	7210	9006	14590	16368
В т. ч.								
1. С Ш А	—	1764	2577	4247	5222	7796	13344	15103
2. Мексика	—	—	40	467	687	534	629	483
3. Норвегия	4	112	248	146	388	422	360	450
4. Перу	—	11	9	15	13	19	83	—
5. Марокко	—	1,5	61	76	97	96	76	120
6. Румыния (руда)	—	—	—	—	—	46	(?)	—
7. Турция (вкрапл. руды)	—	—	—	—	—	43	(?)	—
8. Австралия	127	20	—	—	—	—	100	230

II. Месторождение молибдена

Сведения о наличии молибденовых руд в Армении начинают поступать с 1905 года в работах различных исследователей. Промышленные перспективы молибдена в рудах Агарака и Каджарана были впервые установлены в 1930-ых гг., при изучении и разведке обоих месторождений на медь. Поисковые и разведочные работы, предпринятые на молибден, начиная с 1930-х гг. и до наших дней, выявили в Армении целый ряд молибденовых месторождений, из которых некоторые бесспорно имеют промышленное значение (см. рис. 10).

Почти все месторождения молибдена в Армении представлены гидротермальным типом. При этом молибден проявляется всегда совместно с медью, более редко молибденит в незначительных количествах встречается и в полиметаллических рудах.

Комплексные медно-молибденовые месторождения представлены почти исключительно рассеянным типом оруденения (Каджаран, Агарак и др.), приуроченным к гидротермально-измененным интрузивным породам.

Собственно жильный кварцево-медно-молибденовый тип имеет резко подчиненное значение и встречается главным образом в тех же месторождениях рассеянных руд.

Малочисленные контактово-метасоматические месторождения молибдена в Армении вследствие своих незначительных размеров пока еще не могут иметь промышленное значение. Оруденения приурочены в этих месторождениях к скарновым породам, молибденит встречается опять-таки либо попутно с медным оруденением (Мисхана), либо в ассоциации с шеелитом, халькопиритом и магнетитом (Гехи).

Ниже, при описании медно-молибденовых месторождений Армении, мы детально остановимся лишь на описании Каджаранского месторождения, как преимущественно молибденового. Остальные месторождения будут описаны относительно сжато, так как более подробно они охарактеризованы в статье „Медь“.

I. Каджаранское медно-молибденовое месторождение

Каджаран является одним из крупнейших по запасам молибдена месторождений в СССР и самым крупным в Армении. Месторождение в настоящее время достаточно детально разведано и передано промышленности на освоение. Решением Союзного Правительства строятся рудники и обогатительная фабрика производительностью 1000 *т* в сутки (первая очередь).

Географическое положение. Месторождение расположено в верховьях р. Охчи, в зап. части Кафанского района, в 35 *км* к З от города и жел.-дор. ст. Кафан, с которыми оно связано грунтовой дорогой (39°8′ с. ш. и 46°8′ в. д.). Район месторождения представлен отрогами Зангезурского (Конгуро-Алангязского) хребта, отличающимися сильно расчлененным рельефом. Рудное поле площадью около 4,5 *км*² расположено на высоте от 1800 до 2300 *м*.

На этом обширном поле выделяются 4 основных участка: 1) *Центральный*, наиболее разведанный участок, содержащий на данной стадии изученности более 80% всех запасов; 2) *Сев.-восточный* участок, также хорошо разведанный; 3) *Мякан-джур* и 4) *Давачи-Каджаранский*. Последние два участка разведаны недостаточно.

Кроме указанных участков медно-молибденовое оруденение было обнаружено также по р. Сах-Кар и в ряде других мест вблизи от Каджарана; многие из них пока еще совершенно не изучены. Недалеко от месторождения расположены с. с. Охчи, Каджаран, Аткез и ныне разрушенное с. Пирдоудан.

Первые архивные данные о Каджаранском месторождении относятся к началу XIX в. В 50—60-ых гг. XIX в. оно разрабатывалось на медь. Первые разведочные работы начались в 1931 г. С 1938 г. по настоящее время проводится детальная разведка месторождения с проведением в большом объеме буровых и горно-разведочных работ.

За время с 1931 по 1942 г. попутно с разведкой проводились исследования и в области структуры и минералогии месторождения. Имеются составленные в различных масштабах и разными авторами геологические карты рудного поля. Из имеющихся отчетов и работ по геологии Каджарана следует отметить (в хронологическом порядке) работы Чиркова, Надирадзе, Тараяна, Цамеряна, Мовсесяна, бригады ВИМС'а в составе Саакяна, Гуляевой, Лягина и Мкртчяна.

Геологическое строение. Район Каджаранского месторождения сложен интрузивными и частью вулканогенными породами. Последние развиты в сев. части рудного поля и представлены порфиритами и подчиненными им туфами, туфобрекчиями, туффитами. Линия контакта вулканогенной толщи с интрузивными породами практически является пределом рудного поля с С, и минерализация в этой толще представлена в очень слабой степени. Указанные породы принадлежат к мощной вулканогенной толще, имеющей весьма широкое распространение в районе. Возраст порфиритов окончательно не уста-

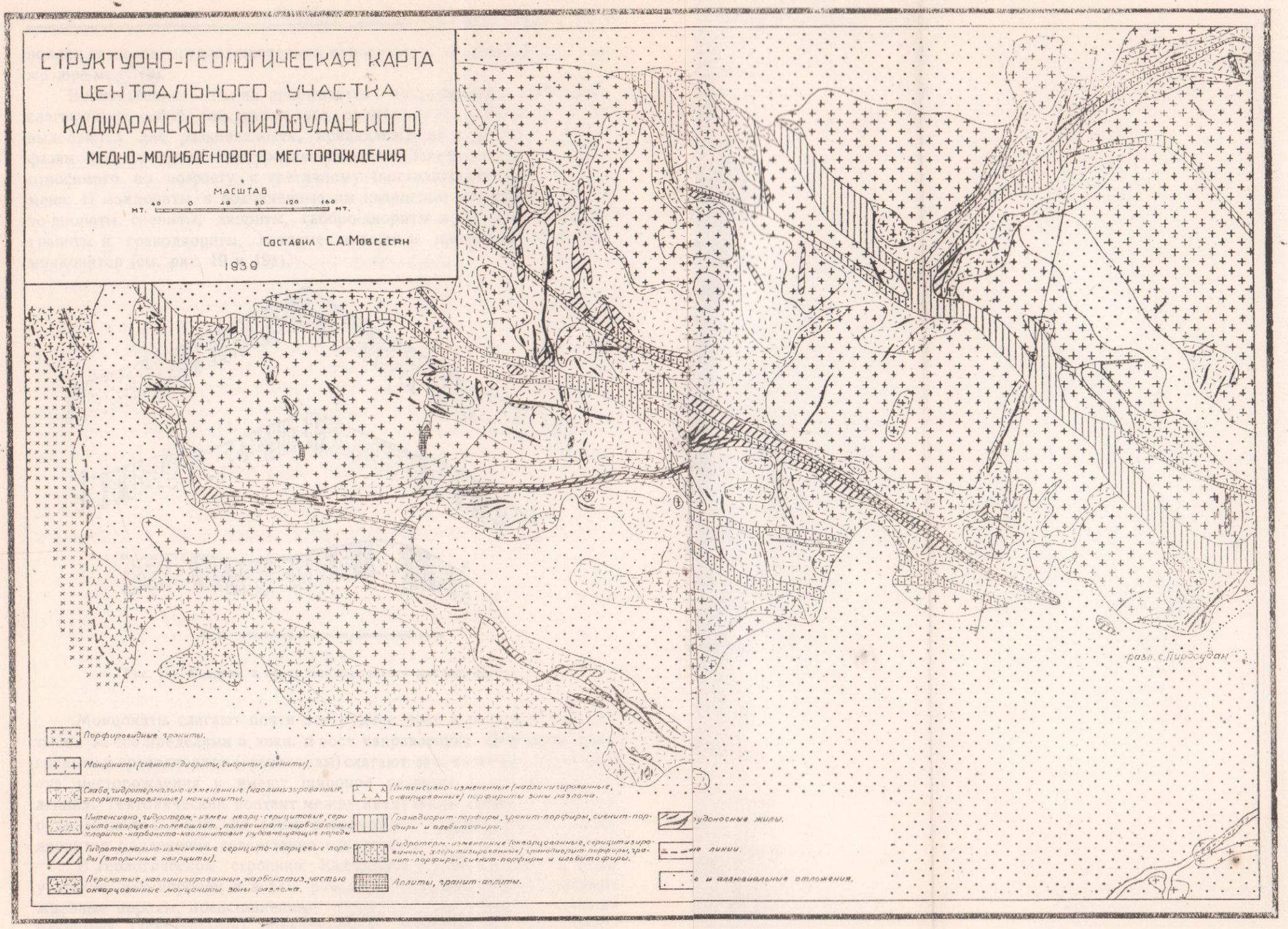
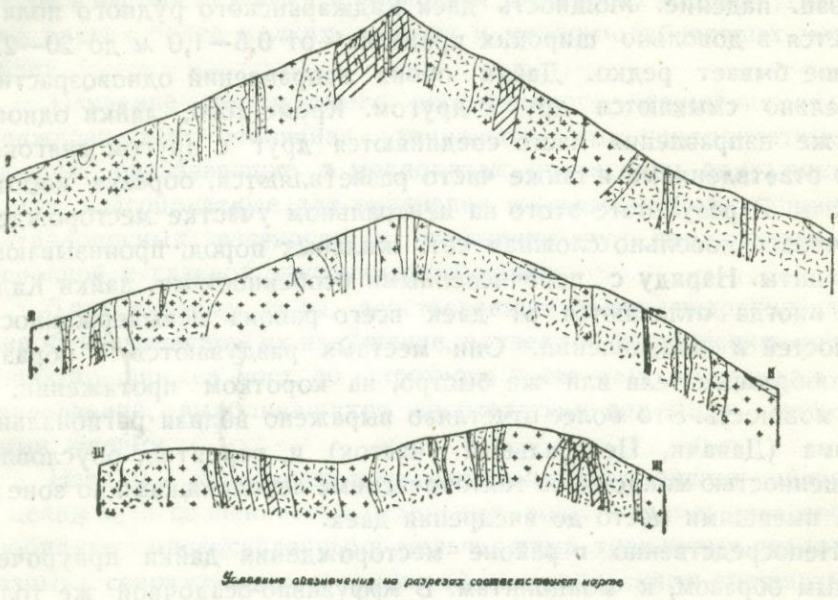

СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
ЦЕНТРАЛЬНОГО УЧАСТКА
КАДЖАРАНСКОГО (ПИРДОУДАНСКОГО)
МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
МАСШТАБ
40 0 40 80 120 160
МТ. МТ.
Составил С.А.Мовсесян
1939
разв. с. Пирдоудан
Порфировидные граниты.
Монцониты (сиенито-диориты, диориты, сиениты).
Слабо, гидротермально-измененные (каолинизированные, хлоритизированные) монцониты.
Интенсивно, гидротерм.-измен кварц-серицитовые, серицито-кварцево-полевошпат., полевошпат-карбонатовые, хлорито-карбонато-каолинитовые рудовмещающие породы.
Гидротермально-измененные серицито-кварцевые породы (вторичные кварциты).
Перемытые, каолинизированные, карбонатиз., частью окварцованные монцониты зоны разлома.
Интенсивно-измененные (каолинизированные, окварцованные) порфириты зоны разлома.
Гранодиорит-порфиры, гранит-порфиры, сиенит-порфиры и альбитофиры.
Гидротерм.-измененные (окварцованные, серицитизированные, хлоритизированные) гранодиорит-порфиры, гранит-порфиры, сиенит-порфиры и альбитофиры.
Аплиты, гранит-аплиты.
рудоносные жилы.
ные линии.
е и аллювиальные отложения.

Рис. 1

новлен нами; он предположительно относится к среднему эоцену или же юре-мелу (9).

Вулканогенная толща прорывается интрузивными породами, слагающими собой собственно все рудное поле. Среди них резко выделяются две разновидности, принадлежащие к двум различным фазам формирования Конгур-Алангязского (Зангезурского) плутона, относимого по возрасту к третичному (постолигоценовому ?) времени: 1) монцониты и подчиненные им кварцевые монцониты, сиенито-диориты, сиениты, диориты, габбро-диориты и 2) порфировидные граниты и гранодиориты, которые моложе и прорывают интрузию монцонитов (см. рис. 19 и 19а).



Условные обозначения на разрезах соответствуют карте

Рис. 19а. Разрезы к карте Каджаранского месторождения.

Монцониты слагают почти все рудное поле и распространяются также за его пределами в южн. и вост. направлениях. Порфировидные граниты и гранодиориты (гранитоиды) слагают зап. и юго-зап. части района месторождения и имеют широкое развитие в тех же направлениях. Тектонический контакт между интрузиями является границей рудного поля с З ЮЗ. За этим разломом—в порфировидных гранодиоритах оруденение совершенно отсутствует.

В геологическом строении Каджарана и прилегающих к нему участков, как впрочем и всего района, весьма важную роль играют жильные породы, представленные здесь, главным образом, нерасщепленными (асхистовыми) образованиями, в частности гранодиорит-порфирами и альбитофирами.

Для краткости в дальнейшем изложении в отношении всей группы будет применяться название „порфиры“ или „жильные порфиры“.

В районе месторождения наряду с резко преобладающими жильными порфирами известны также и более поздние диасхистовые (расщепленные) жильные породы, в частности лампрофиры и аплиты.

Жильные порфиры в районе месторождения образуют крупные дайки, следующие по двум основным направлениям—сев.-зап. и сев.-вост., причем первые развиты по преимуществу на Давачи-Каджаранском и Аткез-Охчинском участках. В самом Каджаранском месторождении, наряду с преобладающими сев.-зап. (300—340°), встречаются и дайки сев.-вост. (65—80°) простирания. Падение даек обоих направлений крутое и по простиранию меняется в ту или иную сторону; для первого направления преобладают сев.-вост., для второго сев.-зап. падение. Мощность даек Каджаранского рудного поля колеблется в довольно широких пределах—от 0,5—1,0 *м* до 20—22 *м*, больше бывает редко. Дайки обоих направлений одновозрастны и нормально смыкаются друг с другом. Кроме того, дайки одного и того же направления часто соединяются друг с другом диагональными ответвлениями и также часто разветвляются, образуя короткие апофизы. В результате этого на центральном участке месторождения получилась довольно сложная сеть жильных пород, пронизывающих монцониты. Наряду с перечисленными особенностями, дайки Каджарана иногда отличаются от даек всего района невыдержанностью мощностей и направлений. Они местами раздуваются и образуют штокообразные тела или же быстро, на коротком протяжении, теряют мощность. Это более отчетливо выражено вблизи регионального разлома (Давачи, Центральный участок) и, вероятно, обусловлено нарушенностью монцонитов тектоническими передвижками по зоне разлома, имевшими место до внедрения даек.

Непосредственно в районе месторождения дайки приурочены, главным образом, к монцонитам. В эффузивно-осадочной же толще, и особенно в порфировидных гранитах, они встречаются редко. Хорошо выраженные в монцонитах рудного поля дайки порфиров, достигая надвига, обрываются и в граниты не переходят.

Следует подчеркнуть, что при сильной трещиноватости, а местами значительной дробленности вмещающих монцонитов, в жильных порфирах трещины более редки и представлены, главным образом, трещинами отдельности.

Тектоника. Непосредственно в рудном поле из тектонических проявлений поддаются наблюдению исключительно дизъюнктивные нарушения, широко развитые по всему району. Они особенно интенсивно проявляются на Каджаранском месторождении и в процессе рудоотложения сыграли важную контролирующую роль.

Наиболее крупные тектонические трещины Каджаранского месторождения, как и всего района, представлены теми же сев.-зап. и сев.-вост. направлениями, которыми характеризуются упомянутые ранее дайки. К этим же трещинам приурочены мощные кварцево-рудные жилы, причем взаимоотношения между ними и дайками по-

казывают, что по плоскостям трещин имели место повторные деформации.

Наряду с упомянутыми трещинами в Каджаране отчетливо выделяется крупное дизъюнктивное нарушение регионального характера (надвиг?), проходящее по контакту порфировидных гранодиоритов с монцонитами (составляющими висячий бок плоскости нарушения) в направлении ССЗ 340—360°, с падением на ВСВ под углом 45—60°. По Грушевому, это нарушение, правда с некоторыми перерывами, прослеживается к Ю и ЮВ от Каджарана на расстоянии 35—40 *км* вплоть до месторождения Агарак. Важно отметить, что этот разлом контролирует значительную часть рудопроявлений области; в частности к нему приурочены Каджаран, Агарак, Джиндара и ряд других более мелких медных и медно-молибденовых месторождений.

Изучение описываемого регионального нарушения на участке Каджаран дает основание утверждать, что неоднократные передвижки, образовавшие в монцонитах (в висячем боку) зоны дробления, благоприятные для внедрения жильных пород, проникновения металлоносных растворов и отложения руд, происходили по этой основной и главной тектонической линии.

Тектонические силы, действовавшие после внедрения даек порфиров и вызвавшие их нарушение, привели к образованию крутопадающих трещин сев.-вост. до широтного и сев.-зап. до меридионального направлений, выполнившихся впоследствии крупными кварцево-рудными жилами.

Наряду с перечисленными крупными нарушениями, рудное поле в целом и, в особенности, отдельные зоны наибольшего дробления изобилуют многочисленными мельчайшими трещинами скалывания и разрыва, сопряженными с крупными тектоническими трещинами.

Медно-молибденовое оруденение Каджарана почти исключительно приурочено к различной степени гидротермально-измененным (редко свежим) монцонитам и контролируется, главным образом, дайками гранодиорит-порфиров и подчиненных им диорит-порфиров, сиенит-порфиров и альбитофиров, а также зонами наибольшего дробления и отдельными крупными тектоническими трещинами, выполненными впоследствии кварцево-рудными жилами. Сами дайки порфиров почти совершенно безрудны.

Как видно из структурно-геологической карты Центрального участка Каджаранского месторождения (рис. 19), значительная часть слагающих рудное поле монцонитов подвергнута интенсивному гидротермальному метаморфизму. Измененные породы тянутся боле или менее широкими зонами вдоль даек гранодиорит-порфиров и крупных кварцевых жил, а также развиты в местах наибольшего дробления. При близком расположении последних зоны измененных пород сливаются, образуя сплошные поля, как это наблюдается в значительной части Центрального участка.

Степень метаморфизма пород самая различная—от интенсивно серицитизированных, окварцованных разностей до более слабо измененных, слегка обесцвеченных монцонитов. В измененных породах встречены следующие минералы (в порядке убывающей распространенности): *кварц, карбонаты, калиевый полевой шпат, каолинит, хлорит, серицит, альбит, гипс, апатит* (частично), *эпидот, биотит, турмалин* и рудные минералы. Самыми существенными из перечисленных минералов являются первые шесть; остальные играют подчиненную роль.

В рудном поле Каджарана выделяются следующие основные типы измененных пород: *1) серицито-кварцевые (вторичные кварциты), 2) серицито-кварцево-кали-полево-шпатовые, 3) кали-полевошпато-карбонатовые, 4) кварц-карбонат-каолиновые* и др. Переходы между ними, как и последних к свежим монцонитам, постепенны и неуловимы. Однако, в пространственном расположении различных типов измененных пород наблюдается следующая общая закономерность: непосредственно у даек порфиров и крупных кварцево-рудных жил развиты наиболее высокотемпературные образования—более интенсивно метаморфизованные породы (вторичные кварциты), причем по мере удаления от них степень метаморфизма постепенно падает.

Жильные порфиры в пределах рудного поля подвергались в основном тому же гидротермальному изменению, что и монцониты, выраженному здесь более интенсивно.

Степень метаморфизма жильных порфиров обычно постепенно убывает от зальбандов даек к их середине, или же, если дайка сечется кварцевой жилой,—от зальбандов последней в сторону порфира. Эта закономерность, указывающая на циркуляцию гидротермальных растворов, главным образом по зальбандам даек с вмещающими монцонитами и по более крупным трещинам, особенно отчетливо заметна в мощных дайках Центрального участка месторождения.

Маломощные дайки при других равных условиях изменены заметно интенсивнее и местами целиком окварцованы (центральная дайка).

Минералогический состав руд. Рудные минералы по месторождению характеризуются следующим образом.

Первичные: *главные*—халькопирит, пирит, молибденит; *второстепенные*—гематит, сфалерит, галенит, магнетит, борнит, энаргит; *редкие*—аргентит и висмутин.

Вторичные: лимонит, малахит, ковеллин, азурит, тенорит, борнит, куприт, халькозин, молибдит (или молибденовая охра), повеллит, брошантит, хризоколла, церуссит, смитсонит, каламин, самородная медь.

Нерудные минералы те же, что и в гидротермально-измененных породах.

Химический состав руд. Штокверково-вкрапленный тип оруденения является основным для Каджарана. Содержание *меди* в этих

рудных зонах колеблется от 0,2 до 0,8% и достигает для отдельных рудных зон 1,0—1,5%, *молибдена*—от 0,01—0,02 до 0,1—0,15%.

Жильный тип характеризуется более высоким содержанием как меди (до 3—4%), так и молибдена (до 0,20—0,25%).

Помимо меди и молибдена, в рудах Каджарана в малых количествах встречаются: *свинец, цинк*, и в более ничтожных концентрациях—*мышьяк, висмут, серебро, золото, олово* и *вольфрам*. Спектральным анализом, кроме того, установлено присутствие *никеля, кобальта, ванадия, бериллия, циркония, сурьмы* и *хрома*.

Структура месторождения.[1] Сложный и своеобразный характер оруденения Каджаранского месторождения выражен, в основном, следующими двумя типами: штокверково-вкрапленным и жильным.

Штокверково-вкрапленный тип представлен густой сетью мельчайших рудоносных прожилков и одновременно вкрапленностью рудных минералов, приуроченных главным образом к гидротермально-измененным монцонитам.

Кварцево-рудные и чисто сульфидные прожилки приурочены к мельчайшим трещинам. Основная их часть связана преимущественно с двумя главными системами мелких трещин: сев.-вост. простирания с падением на СЗ и сев.-зап. простирания с падением на СВ. В обоих случаях углы падения колеблются обычно от 25 до 45°.

Прожилки промежуточного и других направлений относительно редки. Характерно, что главная система параллельных прожилков с контролирующими их крупными кварцевыми жилами и дайками порфиров образует обычно углы более 45°. В зонах наиболее интенсивно окварцованных монцонитов, примыкающих к дайкам порфиров или кварцеворудным жилам, число этих прожилков обычно увеличивается. Нередко они ясно соединяются с основной жилой рудоносного кварца. В ряде случаев достигая дайки, эти прожилки как бы „обрываются" или же сливаются с тончайшими, подобными им прожилками, идущими по самому зальбанду дайки. В более редких случаях они проникают в самые периферические, призальбандовые части даек порфира.

Жильный тип, имея в целом относительно подчиненное значение, на отдельных участках месторождения является весьма существенным и представляет собой значительный промышленный интерес. Этот тип оруденения представлен в виде мощных кварцевых жил, приуроченных к крупным тектоническим трещинам. Они встречаются самостоятельно или сопутствуют дайкам порфиров.

Наряду с жилами сев.-вост. и сев.-зап. простирания иногда встречаются жилы меридионального и широтного простирания. Преобладают жилы сев.-восточные.

Размеры кварцево-рудных жил сильно колеблются. Если отбро-

---

[1] Группа специалистов ВИМС'а под руководством Саакяна (16, 17) по вопросу структуры и генезиса месторождения, игнорируя ряд бесспорных фактов, придерживаются иного взгляда, чем автор настоящей статьи, а именно, что дайки порфиров послерудные и не имели влияния на формирование месторождения.

сить не имеющие самостоятельного значения мелкие жилы, относящиеся к штокверковому типу оруденения, то размеры остальных выразятся цифрами от 50 до 400—500 *м* в длину и от 0,2 до 2—3 *м* по мощности.

По сравнению с дайками порфиров и жилами аплитов и гранит-аплитов Центрального участка, кварцево-рудные жилы, как и вообще все оруденение, бесспорно являются более молодыми, что доказывается явным пересечением последними жильных порфиров и аплитовых образований (рис. 20).

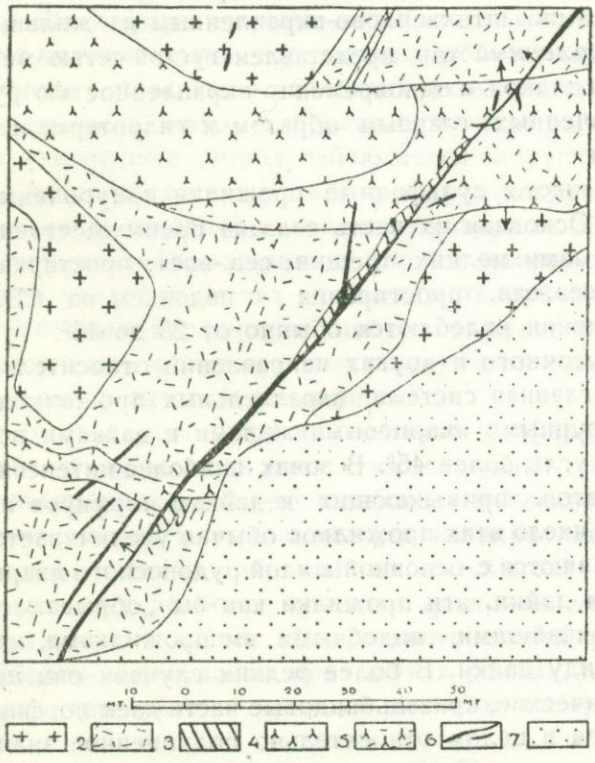


Рис. 20. Пересечение даек порфира кварцевой рудоносной жилой.

1. Монцониты. 2. Гидротермально-измененные монцониты. 3. Вторичные кварциты. 4. Жильный порфир. 5. Гидротермально-измененный жильный порфир. 6. Кварцевая рудоносная жила. 7. Наносы.

Штокверково-вкрапленное оруденение, как это было отмечено выше, контролируется дайками порфиров и сопровождающими их кварцевыми жилами, а также и самостоятельными крупными кварцево-рудными жилами, возникшими в тектонических разломах, и зонами наибольшего дробления.

Контролирующая роль крупных жил и даек отчетливо видна там, где дайки или крупные жилы расположены на далеком друг от друга расстоянии. Таковы, например, участки Сев.-вост., Каджаранский и зап. часть Центрального участка (рис. 21), на которых отчетливо видно, как породы вдоль даек и крупных жил гидротермально изменены, изобилуя мельчайшими прожилками и вкрапленниками рудных минералов. Мощность рудных зон в таких случаях достигает от 1—2

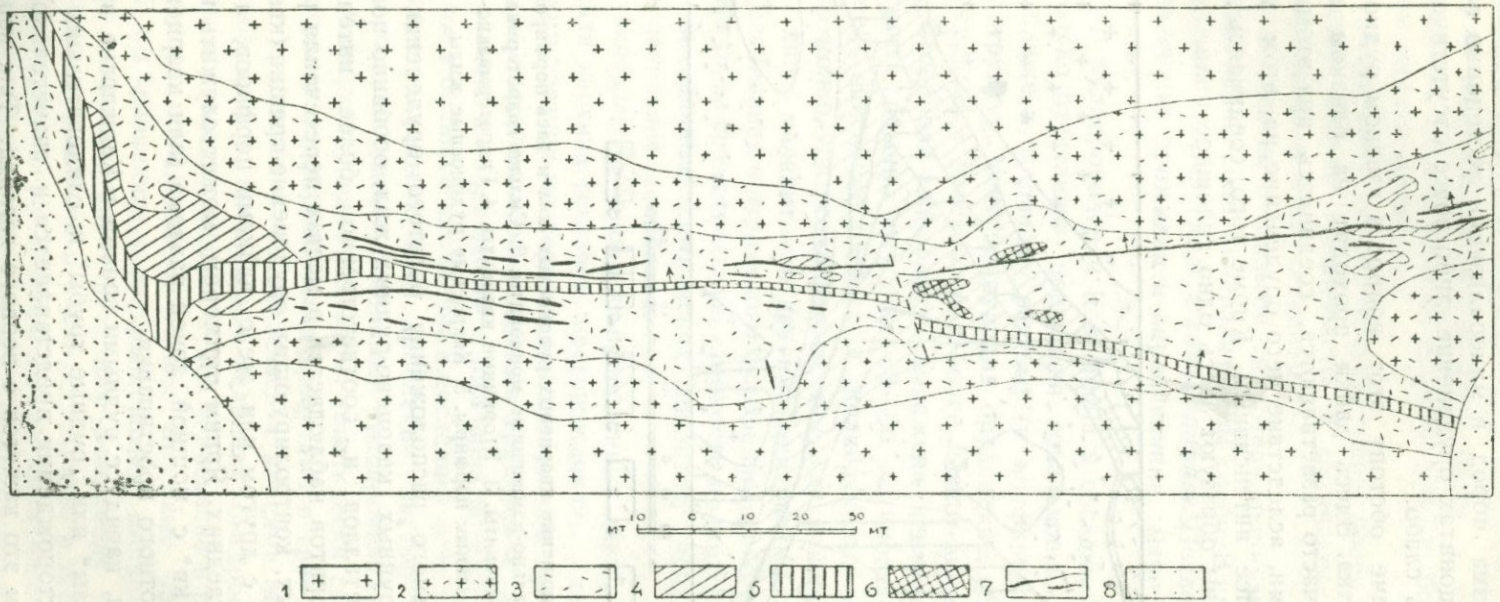


Рис. 21. Деталь центрального участка Каджаранского месторождения.

1. Монцониты. 2. Слабо гидротермально-измененные монцониты. 3. Сильно гидротермально-измененные монцониты, кварц-полевошпатово-карбонатовые породы. 4. Серицитово-кварцевые породы (вторичные кварциты). 5. Гидротермально-измененные жильные порфиры. 6. Аплит. 7. Рудоносные кварцевые жилы. 8. Делювий.

до 20—25 *м*. По мере удаления от даек, или кварцево-рудных жил степень метаморфизма пород и минерализации постепенно падает и уже в свежих монцонитах оруденение либо вовсе отсутствует, либо представлено очень слабо.

Несколько иначе обстоит этот вопрос в главном рудном поле Центрального участка. Здесь дайки проходят на близком друг от друга расстоянии, часто разветвляются, соединяясь при этом диагональными апофизами, вследствие чего оруденение на этом участке представляется более интенсивным. Кроме того, соединяясь друг с другом, рудные зоны образуют здесь одно сплошное поле.

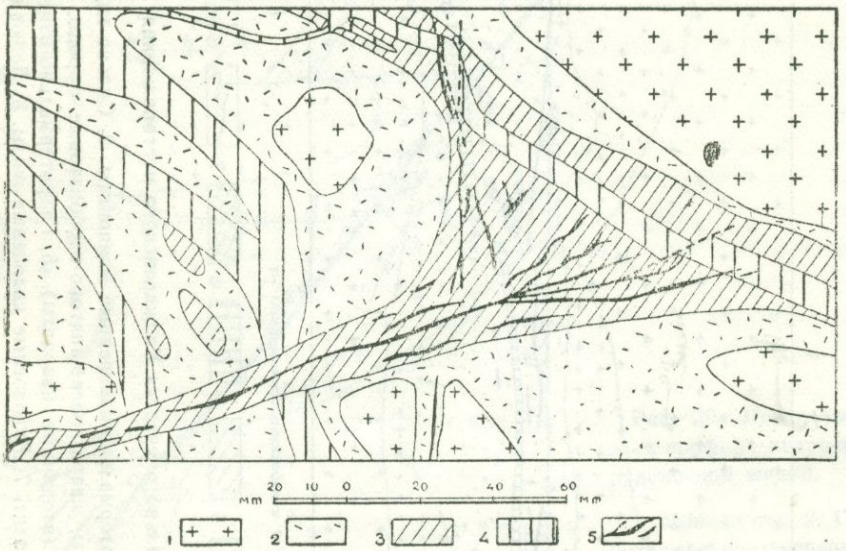


Рис. 22. Взаимоотношение кварцевых рудоносных жил и даек порфиров.
1. Слабо гидротермально-измененные монцониты. 2. Сильно гидротермально-измененные монцониты. 3. Вторичные кварциты. 4. Гидротермально-измененные жильные порфиры. 5. Кварцевые рудоносные жилы.

Помимо зонального расположения богатого оруденения вдоль даек порфиров и крупных кварцево-рудных жил, особенно повышенное содержание металлов и, соответственно, более интенсивное окварцевание монцонитов наблюдается в местах пересечения рудных зон—вернее, крупных, контролирующих оруденение трещин (кварцево-рудных жил)—друг с другом или же с дайками порфиров, а также у разветвлений последних. Ярким примером может служить пересечение „главной дайки“ с мощной зоной разлома (или кварцево-рудными жилами) широтного простирания.

Таким образом, наряду с рудными зонами в Каджаране выделяются и „рудные узлы“ или „рудные трубы“ и, следовательно, характер оруденения месторождения представляется в значительно более сложной форме, чем это кажется с первого взгляда. Так, например, в результате разведки 1941—1942 г.г. на Центральном участке

выявлены 4 крупные рудные зоны мощностью от 20 до 100 *м*, которые по направлению к З увеличиваются в мощности и, сближаясь, сливаются в один мощный рудный узел с более богатым содержанием меди и молибдена.

Аплитовые жилы, весьма слабо проявленные на Центральном участке, сильно трещиноваты и отличаются обычно интенсивным окварцеванием и оруденением.

В отличие от аплитов, гидротермально-измененные порфиры безрудны, вернее, они минерализованы слабо. В них обнаружены *пирит*, *гематит*, *молибденит* и *халькопирит*. Последний нередко образует мельчайшие прожилки и вкрапленники, макроскопически трудно отличимые.

В рудопроявлении Каджарана и соседних участков наблюдается довольно отчетливая первичная зональность, выражающаяся в том, что ближе к основному разлому (к порфировидным гранитам) и к узлам структур, контролирующих оруденение, встречаются высокотемпературные, а далее от них более низкотемпературные минералы.

Вторичная зональность выражена неотчетливо. Зона окисления достигает обычно глубины 30—50 *м*, иногда спускается до 200 *м*. Степень окисления медных и молибденовых минералов различна, и часто молибденит сохраняется там, где медные минералы представлены лишь малахитом и другими минералами зоны окисления. Зоны выщелачивания и вторичного сульфидного обогащения развиты плохо. Несмотря на сравнительную стойкость молибденита, в зоне окисления, судя по данным химических анализов, наблюдается повсеместное выщелачивание молибдена.

Генезис. На основании приведенных данных вырисовывается следующая картина генезиса месторождения. Главнейшими факторами в формировании месторождения послужили: прорывающая монцониты мощная интрузия порфировидных гранитов и гранитоидов, региональный разлом и сопряженная с ним зона интенсивного дробления монцонитов и большое скопление в последних даек гранодиорит-порфиров. Крупные разломы и зоны дробления, частью выполненные дайками порфиров, послужили основными рудопроявляющими каналами.

Минерализующие растворы, генетически связанные скорее всего с молодыми порфировидными гранитами и гранодиоритами, проникая в зону дробления и соприкасаясь с мелкими обломками раздробленных монцонитов, оказались в условиях быстрого понижения температуры и давления, в связи с чем равновесие в растворах нарушилось и началось осаждение металлов. Жильные порфиры представляли собой, по сравнению с раздробленными монцонитами, среду, значительно менее благоприятную для отложения рудных минералов, в силу чего оруденение в них представлено в весьма слабой степени.

Наблюдаемая в месторождении многофазность процесса рудоотложения связана, повидимому, с повторными деформациями рудного поля. При этом первые порции гидротермальных растворов в

основном не отлагали металлов и привели к интенсивному гидротермальному метаморфизму монцонитов и жильных порфиров,

Основная масса металлов скорее всего привносилась, главным образом, во втором периоде минерализации, после гидротермальной обработки рудовмещающих пород и образования в них многочисленных мелких трещин.

Грубая схема общего хода развития магматического процесса, начиная с момента образования интрузии порфировидных гранитов, представляется нам в следующем виде: продолжавшаяся в недрах крупного Конгуро-Алангязского плутона диференциация привела к отщеплению от остаточной магмы некоторой ее части и формированию многочисленных даек гранодиорит-порфиров и близких к ним по составу жильных образований, пронизывающих в числе других пород района также и порфировидные граниты. Последующая диференциация остаточного расплава привела к выделению, с одной стороны, отщепленных жильных пород—пегматитов, аплитов и лампрофиров (формирование которых опережает рудный процесс), и с другой—флюидов, обогащенных кремнекислотой, водой, а также соединениями меди и молибдена. Последующие тектонические нарушения в районе месторождения открыли пути для поднятия рудоносных флюидов из магматического очага в верхние зоны раздробленных монцонитов.

Нужно полагать, что первые порции гидротермальных растворов, образовавших калиевый полевой шпат, серицит, кварц первой генерации, биотит и турмалин, были высоко-температурные и, вероятно, граничили с пневматолитами. Последовавшие за ними богатые металлами растворы, создавшие главное оруденение месторождения, обладали несколько более низкой температурой; ассоциация минералов в рудных жилах и прожилках—кварц (подчиненные—калиевый полевой шпат и серицит), халькопирит, молибденит, пирит, магнетит, гематит (подчиненные—сфалерит, галенит и др.) говорят о том, что основное оруденение Каджарана протекало в условиях, соответствующих концу гипотермальной и началу мезотермальной фаз образования рудных месторождений по Линдгрену. Однако рудоотложение в незначительных масштабах протекало и позже, при более низкотемпературных условиях, доказательством чего служат рудные прожилки с содержанием карбонатов и кварцево-карбонатно-полиметаллических образований.

Каджаранское месторождение, обладая целым рядом приведенных выше структурных и минералогических особенностей, имеет много общих черт с Агаракским, а также с Коунрадским, Бощекульским, Алмалыкским и сев.-американскими медно-молибденовыми и медными порфировыми месторождениями.

Типы руд и их обогатимость. В настоящее время по минералогическим и физическим свойствам на месторождении можно выделить следующие основные типы руд: 1) свежие неизменные монцониты со слабым оруденением; 2) слабо измененные оруденелые мон-

дониты; 3) сильно измененные оруденелые монцониты; 4) сильно измененные, окварцованные оруденелые монцониты; 5) полуокисленные руды; 6) окисленные руды и 7) кварцевые жилы с халькопиритом и молибденитом.

Из указанных разновидностей руд более детальному изучению как в отношении содержания металлов, так и в отношении обогатимости подверглись лишь сильно окварцованные оруденелые монцониты и кварцево-рудные жилы—сульфидные руды и в меньшей степени полуокисленные и окисленные руды.

Опыты по обогащению Каджаранских руд с некоторыми перерывами проводились с 1936 года в Грузинском отделении ВИМС'а инж. Вартаняном, достигшим в этом вопросе положительных результатов. Параллельно с этим велись исследовательские работы Механобром и Гиредметом.

Наилучшие результаты дали сульфидные руды жильного типа, содержавшие в исследованных пробах 1,22% меди и 0,068% молибдена, из которых флотационным методом достигнуто извлечение 86% молибдена и 95% меди. Медный концентрат селективной флотации содержит 16,7% меди, а молибденовый концентрат 47,5% молибдена и 0,62% меди, что почти соответствует существующим кондициям.

В результате коллективной флотации сульфидных руд рассеянного типа, развитых на Центральном участке месторождения и характеризующихся содержанием 0,1% молибдена и 0,45% меди, с 4 перечистками концентрата селективной флотацией был получен молибденовый концентрат с содержанием 37,8% молибдена, при содержании около 1% меди (второй сорт), и медный концентрат с содержанием 12,25% меди.

При этом, извлечение молибдена достигает 80—82%, а меди 90%. При селективном же методе с тремя перечистками молибденового концентрата был получен кондиционный молибденовый концентрат с содержанием 43% молибдена и 0,3% меди.

Относительно низкие показатели дали опытные флотации окисленной руды с содержанием 0,02% молибдена и 1,27% меди. При этом получался медный концентрат с содержанием 30—40% меди, при 70% извлечении металла, и молибденовый концентрат с содержанием 26% молибдена и 3% меди, что не соответствует кондиции.

Гиредмет в 1938 году производил опыты по извлечению молибдена из окисленных медных руд, содержащих слабоокисленный молибденит, причем для более богатых молибденом руд с содержанием 0,07% молибдена были получены кондиционные концентраты как по меди, так и по молибдену при хорошем извлечении металлов.

В дальнейшем необходимо полученные схемы обогатимости руд Каджарана проверять и уточнять на опытной флотационной фабрике производительностью 25—50 *т* в сутки.

Особого внимания заслуживают в дальнейшем опытные работы по извлечению молибдена из окисленных руд, так как в случае

благоприятного разрешения этого вопроса запасы балансовых руд на месторождении сильно вырастут за счет последних, причисляемых в настоящее время к забалансовым запасам и, кроме того, окажется возможной разработка месторождения открытыми горными работами, что значительно удешевит эксплоатацию.

Запасы и степень разведанности. Запасы на Каджаранском месторождении в связи с тем, что разведочные работы проводились в течение ряда лет, подсчитывались несколько раз.

Впервые, на основании данных небольшого количества горноразведочных выработок и купрометрической съемки, запасы руды по всему месторождению на 1. I 1937 г. были подсчитаны Тараяном (18). Эти запасы 16. V 1937 г. были утверждены Всесоюзной комиссией запасов по категориям C_1 и C_2 в размере 1.060.000 *т* меди, при среднем содержании металла в руде 0,68% и 41.000 *т* молибдена, при содержании металла в руде 0,03%.

В дальнейшем все разведочные работы были сосредоточены на Центральном участке месторождения, запасы которого в последний раз были подсчитаны на 1.I 1943 г. и утверждены 9. VI 1943 г. ВКЗ (см. табл. 34 „Медь"). Как видно из таблицы, запасы исчисляются по всем категориям руды около 202 млн. *т* меди 1080 тыс. *т* при содержании в руде 0,53% и молибдена (в сульфидных рудах) 120 тыс. *т* при среднем содержании металла в руде 0,066%. По предварительным данным на 1. I 1945 г. только на центральном участке месторождения насчитывается по категории В 14 млн. *т* руды, в ней 14140 *т* молибдена при содержании металла 0,1% и около 100.000 *т* меди при содержании металла в руде 0,7%. На месторождении выявлены промышленные скопления руд с высоким содержанием металлов—молибдена 0,12—0,15 и меди 0,8—1,0%.

Разведочными работами 1942 г. была выявлена новая, сравнительно богатая южная зона, расположенная южнее центральной дайки. В течение 1942—44 гг. она была прослежена по простиранию на 200 *м* без ухудшения качества при мощности около 135 *м*. По участку отдельно были подсчитаны запасы, приводимые в табл. 46.

Таблица 46

Категории	Руда в *т*	Содержание		Запасы	
		Меди в %%	Молибдена в %%	Меди в *т*	Молибдена в *т*
В	1094498	1,08	0,1	11776	1097
C_1	2549511	1,02	0,097	26158	24723
$B+C_1$	3644009			37934	35693

По всему рудному полю запасы с 1937 года не подсчитывались, так как почти все горные работы были сосредоточены на центральном участке и остальным участкам рудного поля уделялось сравнительно мало внимания. Разведка на месторождении в последние годы осуществлялась горными выработками и колонковым бурением.

Промышленно-экономическая оценка. Сравнивая приведенные цифры о запасах молибдена в Каджаранском месторождении с данными о запасах этого металла в других месторождениях СССР, приведенными в табл. 44, Каджаран можно считать самым крупным молибденовым месторождением в СССР, если соотношение запасов за последние 2—3 года не изменилось в пользу Коунрадского месторождения.

Кроме того, как вытекает из табл. 35 („Медь") по суммарной ценности меди и молибдена, содержащихся в тонне руды, Каджаран занимает первое место среди однотипных месторождений Союза ССР.

Месторождение располагает благоприятными транспортно-экономическими условиями, т. к. находится всего в 35 *км* от ж.-д. ст. Кафан, с которой оно связано пригодной для автотранспорта грунтовой дорогой, и в 37 *км* от ст. Мегри, с которой через Дебаклинский перевал оно также связано грунтовой дорогой. Вероятно, автотранспорт в ближайшие годы явится основным средством связи с месторождением, т. к. сооружение железной дороги при разнице высот Охчи (около 1 800 *м*) и ж.-д. ст. Кафан (около 750 *м*) представит ряд трудностей.

Будущие рудники и обогатительная фабрика производительностью в 1000—3000 *т* в сутки, подсобные цеха и поселок вполне обеспечиваются технической питьевой водой из протекающей в районе месторождения р. Охчи и ее притоков.

В настоящее время в районе, прилегающем к месторождению, имеются следующие источники энергии: Джрахорская ГЭС установленной мощностью в 2800 *квт* (в летний маловодный период 1 000 *квт*), находящаяся на р. Охчи в 20 *км* от Каджарана, Кафанская дизельная станция, находящаяся в самом Кафане. Обе станции обслуживают Зангезурский меднорудный комбинат, причем дизельная станция мощностью в 1 800 *квт* (три новых дизеля) работает только в осенне-зимние периоды, когда вследствие уменьшения воды на р. Охчи Джрахорская ГЭС названный комбинат не обеспечивает.

Потребность в электроэнергии будущего предприятия в случае сооружения обогатительной фабрики с суточной производительностью в 5 000 *т*, определяется прибл. в 15 000 *квт*. Ввиду нецелесообразности крупных затрат на сооружение станций на р. Охчи и слишком большой потребности в жидком топливе, в случае сооружения тепловой электростанции наиболее правильным решением проблемы электроснабжения Каджарана и других предприятий Южной Армении является сооружение электростанции на р. Базарчай—Воротан. Согласно существующему проекту, на р. Базарчай возможно сооружение 6 электростанций с общей зарегулированной мощностью свыше 200 000 *квт*, причем для Каджарана наиболее целесообразными является сооружение III (мощность 34 200 *квт*, стоимость 46 000 000 рублей) или IV (мощность 103 800 *квт*, стоимость 98 000 000 рублей) ступеней Базарчайского каскада.

По другому варианту возможно сооружение одной из двух гидростанций—на р. Аракс первой мощностью в 53 000 *квт* на участке Ордубад—Минджеван (у районного центра Мегри), второй мощностью в 80 000 *квт* (у с. Нювады).

В период эксплоатации рудника и обогатительной фабрики первой очереди с производительностью в 1 000 *т* в сутки ориентировочная потребность предприятия в электроэнергии определяется 3 500 *квт*. Эта потребность может быть покрыта за счет расширения Кафанской дизельной электростанции, или же, более удачно, строительством линии высоковольтной электропередачи от Армянского куста (КанакерГЭС, СеванГЭС) до Каджарана. Эта линия в будущем соединит в общую сеть Зангезурскую ГЭС с другими ГЭС республики.

Согласно существующему проектному заданию Гипроцветмета, составленному в 1941 году на основании данных разведки 1941 года, контуры будущего предприятия характеризуются следующими показателями: в качестве исходного продукта взята руда с содержанием молибдена не ниже 0,1% (при содержании окисленного молибдена не свыше 5% от общего) и с содержанием меди 0,4%. Проектная мощность комбината принята 330 000 *т* руды в год (1 000 *т* в сутки, причем строительство должно было осуществляться с таким расчетом, чтобы мощность обогатительной фабрики могла быть увеличена до 4 000—5 000 *т* путем лишь посекционного ее расширения.

Себестоимость одной тонны руды франко-бункер канатной дороги определена в 25 рублей.

Проектом приняты следующие цифры извлечения и содержания металлов в концентратах, получаемых на обогатительной фабрике со схемой коллективной флотации, с последующим разделением на медный и молибденовый концентраты:

Таблица 47

Наименование	Выход		Содержание в %		Извлечение		Валов. содерж. металла в год. продук. в *т*	
	в %%	в *т* в год	меди	молиб.	меди	молиб. дена	меди	молибд.
Руда	100,0	330000	0,4	0,1	100	100	1 320	330
Молибд. концентрат .	0,1365	450	1,0	48	0,34	65,5	4,5	216
Медн. концентрат .	1,6	5 280	20	1,03	80	16,5	1 056	54,4
Хвосты . . .	982635	324270	0,080	0,018	19,66	18,0	259,5	59,6

Остальные производственно-технические показатели будущего предприятия таковы:

Потребная мощность с учетом коэфициента разновременности и потерь на линиях электропередачи 3 440 *квт*

Годовой расход электроэнергии с учетом потерь 21 200 000 *квтч*

В том числе для обогащения 11 976 000 *квтч*

Капитальные затраты:

1) Без жилкомсоцбытстроительства	128 866 500 р.
2) Поселки и сельхоз. база	25 218 700 р.
Штаты (списочный состав)	1 704 р.
В том числе рабочих	1 235 р.
Итого	154 218 200 р.

Себестоимость тонны руды и концентратов:

Руда франко-бункер канатной дороги		25 р.
Доставка 1 *т* руды по канатной дороге на фабрику . .		65 коп.
Цеховая себестоимость обогащения руды . . .		26 р. 11 коп.
Общекомбинатские расходы на руду		10 р. 97 коп.
Концентраты франко Кафан		
а) молибденовые	13 234 руб.	
б) медные	360 руб.	
Стоимость годовой продукции		
а) по отпускным ценам	23 940 000 руб.	
б) по себестоимости	21 356 000 руб.	
в) годовые соцнакопления	2 584 000 руб.	

Необходимые мероприятия для промышленного освоения Каджаранского месторождения указаны в статье „Медь". Здесь следует лишь отметить, что наряду с форсированием строительства медно-молибденового комбината (фабрики, рудника и др.), проведением полупромышленных испытаний на опытной флотационной фабрике, необходимо продолжить разведочные работы с целью детального изучения богатых рудных зон западной части месторождения, а также проводить систематические научно-исследовательские работы по выявлению методов обогащения окисленных руд—получаемых из них медных и молибденовых концентратов.

В случае положительного разрешения этого вопроса добычу руды можно осуществить простыми открытыми работами—карьерным способом.

2. Агаракское медно-молибденовое месторождение[1]

Географическое положение. Агаракское месторождение расположено в Мегринском районе, в 7 *км* к СЗ от районного центра Мегри и в 10 *км* от ж.-д. ст. Карчеван—Мегри Джульфа—Алятской жел. дороги, с которой связано грунтовой дорогой, пригодной для автотранспорта.

Геологическое строение. Месторождение приурочено к полосе сиенито-гранита шириной от 1 до 2 *км*, вытянутой в меридиональном направлении. К В от нее распространены кварцевые монцониты, имеющие широкое развитие в плутоне и представляющие собой про-

[1] Более подробное описание приведено в статье „Медь".

должение Каджаранских монцонитов на Ю. С З сиенито-граниты контактируют с более молодыми гранодиоритами.

Сиенито-граниты рудного поля пронизаны дайками и линзовидными телами порфировых пород (гранит-порфиры, гранодиорит-порфиры и диорит-порфиры). В пределах месторождения зарегистрировано до 15 даек и линз порфиров мощностью от 0,5 до 5,0 *м*, в центральной же части месторождения обнаружена дайка, доходящая по своей мощности до 150 *м*.

Жильные образования Агарака, имеющие, как и в Каджаране, либо ССВ, либо широтное простирание, отличаются от Каджаранских лишь структурой своей основной массы, которая имеет, обычно, среднезернистое строение и часто по структуре жильный порфир почти ничем не отличается от порфировидных гранодиоритов района месторождения.

В рудном поле, кроме описанных интрузивных пород, распространены и так наз. красные брекчии, сложенные остроугольными или малоокатанными обломками подстилающих интрузивных пород, сцементированных глинисто-железистым цементом. Наличие в брекчиях обломков с халькозином, борнитом и другими вторичными медными минералами указывает на послерудное образование брекчий, относящихся по возрасту к верхнетретичному или, скорее, к четвертичному времени.

В рудном поле выделяется главная тектоническая зона, характеризуемая исследователями Агарака, как надвиг с.-с.-в. простирания, с падением надвиговой плоскости на З. Эта зона ограничивает распространение оруденения на В.

Среди более мелких тектонических трещин, частью выполненных дайками порфиров, аплитами и рудными жилами, преобладают, подобно Каджарану, сев.-зап. (310—340°) и, особенно, сев.-вост. (30—60°) с падением на СЗ.

Оруденение приурочено к гидротермально-измененным жильным порфирам, и вмещающим их сиенито-гранитам и представлено вкрапленным типом руд copper porphyry. Однако, наряду с вкрапленниками рудные минералы встречаются и в мельчайших кварцевых и сульфидных прожилочках.

Гидротермальное изменение сиенито-гранитов и порфиров выражается в окварцевании, серицитизации, альбитизации, хлоритизации и развитии вторичного биотита.

Минералогия. Главнейшими *первичными* рудными минералами являются пирит, халькопирит и молибденит. Сфалерит, галенит, пирротин, магнетит и блеклая руда обнаруживаются реже. Из *вторичных* рудных минералов присутствуют: лимонит, малахит, азурит, хризоколла, тенорит, халькозин, борнит, самородная медь, молибдит и смитсонит.

Химический состав руд. Помимо *меди* и *молибдена*, в рудах Агарака в весьма незначительных количествах присутствуют также

свинец, цинк, мышьяк, висмут, кобальт, никель, олово, золото и *серебро*. Содержание меди в руде равно в среднем 0,68%, а молибдена колеблется от следов до 0,06—0,1 и редко до 0,14% и составляет в среднем 0,07%.

Структурные особенности. В распределении первичного оруденения существуют определенные закономерности, выражающиеся в повышении первичного оруденения непосредственно в висячем боку надвигового шва главной тектонической зоны, почти во всех жильных телах порфиров и в непосредственном их контакте с вмещающими сиенито-гранитами.

Запасы руды по месторождению исчисляются по подсчетам на 1. I 1944 г. около 113 млн. *т* и в них меди 713 тыс. *т*, молибдена 71 тыс. *т* (без учета молибдена, содержащегося в окисленных рудах)

По запасам молибдена Агаракское месторождение является одним из крупных в Союзе ССР и занимает второе место в Армянской ССР; оно заключает в себе 37% общих запасов молибдена республики.

Подробная промышленно-экономическая оценка месторождения и мероприятия по изучению его и освоению приводятся в статье „Медь".

3. Мисханское медно-молибденовое месторождение

Мисханское месторождение расположено у с. Мисхана, Ахтинского района. Расстояние от месторождения до Еревана по грунтовой, затем шоссейной дороге составляет 82 *км*, а до Кировакана по вьючной тропе 17 *км*.

Месторождение известно с первой половины XIX в., когда оно разрабатывалось кустарным способом на медь. Небольшие разведочные работы были произведены в начале XX в., до Октябрьской революции, частными предпринимателями.

Мисханское месторождение разведывалось несколько более детально в 1931—1932 гг. геологом Котляром по заданию Закавказского Геолого-разведочного треста (5, 6). Разведка была прекращена вследствие незначительных размеров рудопроявления.

В 1938 г., вследствие обнаружения в шлихах из района месторождения шеелита, оно было подвергнуто ревизии, однако практическое значение месторождения попрежнему осталось незначительным.

Геологическое строение района месторождения характеризуется развитием мощной толщи сланцев нижнепалеозойского или допалеозойского возраста, которая почти повсеместно инъецирована палеозойскими лейкократовыми плагиогранитами. Сланцы представлены, главным образом, эпидото-амфиболовыми и биотито-кварцевыми разностями и амфиболитами, перемежающимися с прослоями мраморов. Этот комплекс прорывается крупной интрузией кварцевых диоритов верхнего эоцена.

Контактовое воздействие лейкократовых гранитов на древнюю толщу выразилось в ороговиковании вулканогенных пород и в мраморизации известняков. Воздействие третичных интрузий выразилось, в основном, в образовании гранатовых скарнов.

Месторождение приурочено к контакту древнего комплекса с кварцевыми диоритами, имеющему широтное простирание, пологое до горизонтального падение на С, и совпадающему с проходящим здесь Мисханским надвигом. Оно состоит из трех основных участков, расположенных вдоль контактовой зоны: 1) Главного (у с. Мисхана), 2) Ближнего Дамир-Магара (в 1,5 *км* к З от первого) и 3) Дальнего Дамир-Магара (в 1 *км* к З от предыдущего).

Главный участок занимает площадь в 1 000 $м^2$, остальные два — меньшего размера. Рудные выходы представлены лимонитизированными скарнами с пятнами сплошных образований бурых железняков и скоплениями магнетита и гематита.

На всех участках оруденение приурочено к гранатовым скарнам и представлено густой сетью тончайших кварцевых прожилков, содержащих халькопирит и молибденит, а также вкрапленниками рудных минералов.

Минералогический состав руд таков: *рудные минералы*—магнетит, гематит, молибденит, пирит, халькопирит, борнит, халькозин, ковеллин, малахит, азурит, лимонит, ярозит и молибдит; *нерудные минералы*—гранат, эпидот, актинолит, тремолит, кварц, кальцит, халцедон и опал.

Разведочные работы буровыми скважинами и подземными горными выработками (штольнями и шурфами) охватили в основном окисленную зону месторождения.

Зона окисления достигает глубины 40—60 *м* и на всем этом расстоянии сохраняет примерно одинаковое содержание металлов. Зона вторичного обогащения выражена слабо.

Сульфидные руды в разведанной части месторождения занимают подчиненное место и сохранились лишь на небольших участках и отдельными гнездами.

Химический состав руд. В верхней части месторождения выделяются малахито-азуритовые руды и сплошные охристые породы с низким содержанием меди (от 0,2 до 1,5%). Содержание меди в окисленной и полуокисленной рудах равно 0,8—1,5%, для небольших участков—2—3%. В сульфидной руде содержание меди равно 0,4—0,5%. Содержание молибдена на главном участке достигает 0,1—0,2%. Однако, повторное опробование в 1938 г. показало более низкое содержание молибдена. Химические анализы показали лишь следы вольфрама.

Генезис. Месторождение, связанное генетически с интрузией кварцевых диоритов, образовалось сложным путем, а именно по Котляру здесь на контактовую фазу оруденения было наложено более интенсивное гидротермальное оруденение. В формировании месторож-

дения большую роль сыграло образование даек гранодиорит-порфиров, послуживших путями перемещения из магматического очага вверх рудоносных флюидов.

Запасы молибденовых руд подсчитаны в 1932 г. по двум участкам месторождения и представляются в следующем виде (см. табл. 48).

Таблица 48 (в т)

Наименование участка	Категория В		Категория C_1		Всего по $B+C_1$		Сред. содерж. металла в руде (в %)
	руда	молиб.	руда	молиб.	руда	молиб.	
Главный участок	299000	522	—	—	299000	522	0,174
Ближний Дамир-Магара	—	—	52 500	66	52 500	66	0,1
Всего	299000	522	52 500	66	351500	588	—

Запасы меди по всем трем участкам составляют по категории А+В 3860 *т* и по C_1—1840 *т*, всего 5700 *т*.

Проведенные Механобром (Ленинград) опыты по обогащению окисленных и полуокисленных руд методом флотации показали низкое извлечение меди.

Последнее обстоятельство, наряду с малыми, ничтожными запасами медно-молибденовой руды, и отдаленность месторождения от жел. дороги, придают месторождению второстепенное значение как по меди, так и по молибдену.

4. Мелкие месторождения и проявления молибденовых руд

Кроме описанных выше трех месторождений, в Арм. ССР известны многочисленные, малоизученные месторождения и проявления молибденовых руд, содержащих, как правило, также и медь.

Многие из этих месторождений и рудопроявлений, перечень которых по районам приводится ниже, подлежат детальному изучению, и не исключена возможность, что среди них будут выявлены месторождения, имеющие практическую ценность.

Алавердский район

1. *Агвинское месторождение* меди (см. статью „Медь"). Содержание молибдена достигает до 0,019%.

Кафанский район

1. Проявления молибдена у оз. Гек-гель приурочены к гидротермально-измененным (вдоль даек гранодиорит-порфиров) интрузивным породам гранодиоритового состава. Эти проявления, незначительные по размерам, расположены на абсолютной высоте 3 200—3 400 *м*, в 12 *км* к ЮЗ от Каджаранского месторождения и практического интереса не представляют.

2. Проявления молибдена в верховьях р. Гехи в окрестностях с. Гехи, представленные в виде аплитовых и кварцевых жил, прони-

зывающих интрузию гранитоидов. Предварительное изучение показало ничтожные размеры указанного рудопроявления. Более перспективными оказались проявления молибдена, приуроченные к шеелитоносным скарнам, у с. Кефашен, которые образовались в результате контактового взаимодействия интрузии гранодиоритов с известняками юры. Рудные металлы представлены халькопиритом, шеелитом, молибденитом и магнетитом, образующими в скарнах вкрапленность. Месторождение более подробно описано в статье „Вольфрам".

3. Молибден в незначительных количествах обнаружен в небольшом Аткезском месторождении полиметаллов, расположенном в 2 *км* к С от Каджарана (см. статью „Свинец и цинк").

Мегринский район

1. К ЮЗ от с. Личк, в овраге *Джиндара* известно вкрапленное медно-молибденовое оруденение, приуроченное к гидротермально-измененным гранитоидам. Оно по морфологии и генезису представляет полную аналогию с Агаракским месторождением. Предварительное изучение небольшими горными выработками показало низкое содержание обоих металлов в руде и относительно небольшие запасы их (см. описание Джиндаринского месторождения в статье „Медь").

2. Кварцевые жилы с хорошим содержанием молибдена и меди известны у того же с. Личк, на расстоянии 0,5—1,0 *км* к С и СВ от него. Жилы эти, мощностью до 15 *см*, прослеживаются на 15—25 *м* и приурочены к контактовой зоне монцонитовых пород с интрузией порфировидных гранитоидов.

3. В незначительных количествах молибден обнаружен в рудных проявлениях около с. Калер и в некоторых других точках Мегринского района.

Сисианский район

1. В районе с. Киврах-Алишар, по направлению к с. Дастакерт, в пробе, взятой из оруденелых пиритом измененных порфиров, было установлено 0,07% молибдена.

Основные выводы

1. Армянская ССР по запасам молибдена занимает в Союзе ССР одно из первых мест. Разведанные запасы этого важного металла только в сульфидных рудах исчисляются на 1. I 1944 г. около 191600 *т*, при этом важно подчеркнуть, что указанный запас концентрируется почти целиком в двух пунктах, в Каджаране—120 000 *т* и в Агараке—71 000 *т*.

2. Каджаранское и Агаракское месторождения, расположенные одно от другого на расстоянии всего лишь 40 *км*, принадлежат к одной генетической группе и сходны по минералогическому и химическому составу руд. Последние наряду с молибденом содержат в промышленных концентрациях также и медь в количестве 1 800 000 *т* или 94% общих запасов этого металла по республике.

Приведенные цифры с полной очевидностью говорят об исключительном значении Агарака и Каджарана в деле дальнейшего развития медной и создания в Армении молибденовой промышленности. По суммарной ценности меди и молибдена содержащихся в тонне руды указанные месторождения занимают одно из первых мест среди рассеянных (порфировых) медных и медно-молибденовых месторождений мира.

Наряду с этим Каджаранское и Агаракское месторождения отличаются рядом благоприятных экономических показателей, в частности близким расположением к железной дороге (10—35 *км*), возможностью производства добычи руды открытыми работами—карьерами, наличием в районе месторождений крупных гидроэнергетических ресурсов, позволяющих сооружение ГЭС и получение весьма дешевой электроэнергии, расположением поблизости от Каджарана Кафанских медных рудников и обогатительной фабрики.

4. Положительные условия экономики позволили приступить к промышленному освоению Каджаранского месторождения—строительству крупного медно-молибденового комбината рудника и флотационной фабрики с суточной производительностью в 1000 *т*.

Агаракское месторождение достаточно разведано для разрешения вопроса его эксплоатации.

В статье „Медь" приводятся основные мероприятия по освоению Каджаранского и Агаракского месторождений.

5. Наряду с разведкой отдельных участков Каджаранского и Агаракского месторождений в ближайшие 2—3 года необходимо проводить поисковые работы как на молибден и медь, так и на другие сопутствующие металлы в области развития кислых и средних интрузивных пород—в первую очередь в Мегринском, Кафанском, Сисианском, Ахтинском районах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Барканов И. В.* Агаракское медно-молибденовое месторождение в ССР Армении. 1930—33 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

2. *Бойчаров Х. К.* Агвинское месторождение меди. Сб. „Геологические результаты по работам Арм. Геоуправления в 1942 г.".

3. *Грушевой В. Г., Соколов А. И., Кржечковский А.* Геолого-петрографический очерк и рудные месторождения Южного Зангезура (Мегринского и части Кафанского р-нов Арм. ССР). Рукопись. 1932 г.

4. *Замятин* и *Чирков И. Н.* Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение в Арм. ССР. „Цвет. металлы". 1937 г.

5. *Конюшевский Л. К.* Отчет о геологич. исследов. м-ний медных руд в Зангезурском уезде Елизаветпольской губернии. Материалы для геологии Кавказа. Сер. III, книга 10, 1911 г.

6. *Коншин А.* Отчет об исследов. медн. м-ний Зангезурского уезда. Мат. для геол. Кавказа. Сер. II, книга 4, 1890 г.

7. *Котляр В. Н.* Отчет по разведке Мисханского медно-молибденового месторождения. 1932 г. Фонд Арм. Г. У.

8. Котляр В. Н. Структура и генезис Мисханского молибденово-медного месторождения в Армении. Фонд ВСЕГЕИ, 1941 г.

9. Крейтер Б. М. Предварительная оценка Пирдоуданского медно-молибденового м-ния. Тр. МГРИ, т. XI.

10. Мкртчян С. С. К геологии южного Зангезура. Рукопись. Фонд Арм. Г. У. 1939 г.

11. Мкртчян С. С. Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение 1942 г. Рукопись. Доклады на VIII сессии Арм. Фил. Акад. Наук СССР. Фонд ИГН Акад. Наук Арм. ССР.

12. Мовсесян С. А. Пирдоуданское медно-молибденовое м-ние. Издание АрмФАН'а. 1941 г.

13. Мовсесян С. А. Интрузии Центральной части Конгуро-Алангязского хребта и связанные с ними полезные ископаемые. 1940 г. Рукопись. Фонд ИГН Акад. Наук Арм. ССР.

14. Надирадзе В. Р. Пирдоуданское медно-молибденовое м-ние. Рукопись. Фонд Зак. Редметразведки. 1935 г.

15. Первушин С. А. Сырьевые ресурсы молибдена в капиталистических странах. Советск. геология. Г. IX. № 3. 1939 г.

16. Саакян П. С., Гуляева А. В. Предварительный отчет о работе пирдоуданской геолого-разведочной партии в 1939 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

17. Саакян П. С., Мкртчян С. С., Лягин К. Н., Гуляева А. В. Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение. Отчет по работам 1940 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

18. Тараян И. А. Отчет по купрометрической съемке Пирдоуданского м-ния. Фонд Закредметразведки. 1936 г.

19. Тараян И. А. Промышленная оценка Агаракского медно-молибденового месторождения. Фонд Арм. Г. У. 1942 г.

20. Чирков И. Н. Отчет о разведке Пирдоуданского м-ния за 1933 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

21. Чирков И. Н. Отчет о работе Мегринского геолого-поискового отряда в запад. и юго-западн. частях Мегринского и Кафанского районов. 1934 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

22. Шкрабо. Отчет по разведке Джиндаринского медного месторождения. 1932—1933 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

23. Цамерян П. Отчет по разведке Пирдоуданского медно-молибденового месторождения в 1938 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

24. Кадастр месторождений полезных ископаемых. Фонд Арм. Г. У.

25. Проектное задание. Пирдоуданский медно-молибеновый комбинат. Гипроцветмет. 1941 г.

И. Г. Магакьян

Платина и металлы платиновой группы

I. Общие сведения

Общая характеристика платины, металлов платиновой группы и их свойства. Группу платины составляют шесть металлов: рутений—Ru, родий—Rh, палладий—Pd, осмий—Os, иридий—Ir и платина—Pt, занимающие место в VIII группе периодической системы Менделеева.

Слово „платина" происходит от испанского слова „plata", что значит серебро.

Платина как металл была известна человеку еще в глубокой древности под названием белого золота (в Египте, Абиссинии, Испании и др. странах).

Как химический элемент платина впервые установлена шведским ученым Шеффером в 1752 году; другие элементы платиновой группы, как палладий, родий, иридий и осмий, открыты в 1803 году и, наконец, рутений в 1841 году.

Металлы платиновой группы встречаются совместно и в большинстве случаев в самородном состоянии. Известны также природные химические соединения рутения, осмия, платины, палладия с серой, мышьяком и сурьмой.

При высоких температурах и достаточно высокой концентрации серы, мышьяка и сурьмы платиновые металлы присутствуют в виде изоморфной примеси в сульфидах железа и никеля, причем наиболее богаты элементами платиновой группы пирит, пирротин и, реже, пентландит.

В состоянии атомного рассеяния платина и металлы ее группы присутствуют во многих сульфидах, а также в силикатах ультраосновных и основных пород. Минералогия платины несложна. Чаще других встречаются минералы, приведенные в табл. 49 (на стр. 236)

Из перечисленных в таблице минералов наиболее распространены в природе *поликсен* и *осмистый иридий*.

Основные свойства металлов платиновой группы сведены в табл. 50 (на стр. 236).

Область применения и требования к сырью. Важнейшими для техники свойствами металлов платиновой группы являются: тугоплавкость, электропроводность и химическая стойкость. Этими свойствами и обусловливается использование платины и других металлов ее группы.

Таблица 49

№	Название минерала	Химическая формула	Содержание металлов (в %)	Характерные диагностические признаки
1	Ферроплатина	(PtFe) до (Pt_2Fe)	Pt=71—79; Fe=12—20, примеси: Ir, Rh, Pd, Cu, Ni	Темносерые зерна H=4—4,5, d=14—19. Часто магнитны. В царской водке растворимы.
2	Поликсен	($FePt_3$) до (Fe_2Pt_9)	Pt=80—88; Fe=5—11; примеси: Ir, Rh, Pd, Cu, Ni	Светлосерые и белые зерна H=4—4,5, d=14—19.
3	Иридистая платина	(Pt_4Ir_2Fe)	Pt=56—77; Ir=10—28; Fe=4—9; примеси: Rh, Pd	Белые зерна с H=5—6, d=17—19,5. В царск. водке почти нерастворимы.
4	Палладистая платина	(Pt_8Pd) до (Pt_6Pd_7)	Pt=55—91; Pd=7—40; примеси: Au, Fe	Белые зерна с H=4—4,5, d=13—16. В царской водке растворяются легко
5	Осмистый иридий	(OsIr)	Os=17—68; Ir=22—77; примеси: Ru, Rh, Pt, Au	Пластинчатые зерна серебристо-белого до темносерого цвета с H=6—7, d=17—22. В царской водке нерастворимы.
6	Сперрилит	($PtAs_2$)	Pt=52—56; As=40—41; примеси: Fe, Cu, Rh	Белые зерна, часто кристаллики с H=6—7, d=10,5.

Таблица 50

Металл	Ат. число	Ат. вес	Уд. вес	t°C плавления	Твердость по Бринелю	Твердость по шкале Мооса	Сопротивление на разрыв	Цвет
Платина	78	195,23	21,4	1773,5	47	4,3	19 *кг/мм²*	Серебряно-белый.
Иридий	77	193, 1	22,42	2454	172	6,5	—	Средн. между серебром и оловом.
Осмий	76	191, 5	22,48	2700	—	7	—	Оловянно-белый с серо-голубым оттенком.
Палладий	46	106, 7	12,16	1553	49	4,8	21 *кг/мм²*	Серебряно-белый
Родий	45	102,91	12,41	1966	139	—	—	Бледно-голубой, похож на алюминий.
Рутений	44	101, 7	12,20	2450	220	6,5	—	Очень похож на платину.

Большое количество *платины* расходуется в химической промышленности, для изготовления лабораторного оборудования и посуды (котлы, реторты, трубки, тигли), в электрохимии и электротехнике (гальванические элементы, электроды, проводники и контакты), в авиационной и автомобильной промышленности и магнетто моторов внутреннего сгорания, для запальных стержней. Платина применяется также для изготовления частей радиотелефонов, телеграфа, в минном деле, для пирометров и печей.

Иридистая платина (с 10% Ir) применяется в медицине для изготовления хирургических инструментов, полых иголок к шприцам и пр. Соли платины применяются в рентгенологии, фотографии, живописи по фарфору.

Значительное количество платины расходуется в ювелирном и зубоврачебном деле.

Технически чистая платина, применяемая в промышленности, содержит всегда 0,1—0,2% Ir, примесь которого увеличивает ее твердость.

Употребляются также самые разнообразные сплавы платины с иридием, золотом, родием, медью, серебром, никелем, оловом, цинком, свинцом, висмутом и др. металлами.

Иридий и *осмистый иридий* применяются для изготовления кончиков золотых игл и острия инструментов (в хирургии), контактов в телеграфных приборах, ювелирных сверл, кончиков вечных перьев и т. д.

Родий в сплавах с платиной (10% Rh с 90% Pt) идет для изготовления пирометров и химических сосудов, обладающих свойством противостоять (сплав 30% Rh с 70% Pt) действию даже царской водки.

Палладий применяется для маятников и волосков в часовом деле, для катодов (в сплавах с Au) и спайки других платиновых металлов.

Рутений в сплаве с иридием применяется в термоэлементах.

Осмий в сплаве с вольфрамом применяется для изготовления лучших электрических лампочек „Осрам". В медицине препараты осмия впрыскиваются при эпилептических припадках.

Высокая стоимость металлов группы платины вызывает настойчивые попытки частичной замены их другими металлами: золотом, вольфрамом, молибденом, сплавами никеля с железом и золотом, а также церием, торием и др.

Из россыпей добыча платины возможна при содержании 1 *г/т*. В республике Колумбии разрабатываются россыпи с содержанием 0,8 *г/т*, а при больших масштабах разработки и механизации работ экономически рентабельна разработка россыпей даже с содержанием в 0,2—0,3 *г/т*.

В сульфидных коренных месторождениях при извлечении попутно с никелем и медью возможно использование содержания платиновых металлов всего в 0,02 *г/т*.

В коренных месторождениях, связанных с дунитами, минимальное содержание платины при применении массовой эксплоатации должно выражаться в 0,5—0,6 *г/т*.

Цены на платину колеблются довольно значительно и с 1905 года превышают в 2—4 и более раз цену на золото. В июле 1942 года тройская унция очищенной платины (31,104 *г*) расценивалась в 36 долларов (10), т. е. почти вдвое дороже золота. Кроме того, на рынке продается сырая (83%) платина, цена которой находится в зависимости от примесей, часть которых понижает стоимость платины (железо, золото, медь, никель, марганец, хром), другая же часть примесей (родий, иридий) повышает цену сырой платины.

Палладий и осмистый иридий ценятся почти одинаково с платиной.

Продажная очищенная платина содержит обыкновенно до 99,8—99,9% Pt.

Значительная часть платины добывается из россыпей, однако в последние годы приобретают крупное значение коренные месторождения, из руд которых металлы платиновой группы извлекаются попутно с добычей никеля, меди и кобальта (Сёдбери, Норвегия, Швеция, руды горизонта Меренского в юж. Африке, Монче-Тундра, Норильск в СССР и др.), а также коренные месторождения платины, связанные с дунитами (Урал, Южн. Африка).

Платиновая руда, или т. наз. сырая платина, в том состоянии, как она добывается, не может применяться в технике, т. к. содержит примеси, придающие ей твердость и хрупкость.

Для приготовления платиновых изделий нужна чистая, сплавленная и прокованная платина. Для этого сырая платина подвергается процессу очищения, или аффинажу, состоящему в удалении примесей и в разделении металлов платиновой группы.

Металлы платиновой группы—иридий, палладий, родий, рутений и осмий получаются, главным образом, при аффинаже сырой платины и осмистого иридия; при этом они концентрируются в „платиновых остатках".

Значительное количество платины и палладия извлекается при очищении меди, получаемой из никелево-медных руд типа Сёдбери; из этих руд извлекаются также небольшие количества иридия, родия, осмия и рутения. При аффинаже палладистого золота (порпецита), родистого золота (родита) и иридистого золота извлекаются палладий, родий и иридий.

Звягинцев, основываясь на нахождении платины в ряде сульфидных и других руд, которые перерабатываются в огромных массах, высказывает мысль о возможности получения дешевой платины, как побочного продукта металлургии цветных металлов.

Условия образования месторождений и их классификация. Основные генетические типы месторождений металлов платиновой группы следующие:

1. Магматические месторождения. а) Уральский тип—выделения самородной платины и осмистого иридия в ультраосновных магмах—дунитах и реже перидотитах, пироксенитах, габбро и пикритах. При этом коренные месторождения Высоцкий делит на два типа: в первом платина заключена в гнездах и шлирах хромита, во втором—непосредственно в дуните среди зерен оливина. В первом типе платина цементирует зерна хромита, во втором выделяется в виде изоморфных зерен среди оливина. В пироксенитовом типе, более бедном платиной, последняя цементирует кристаллы диопсида, диаллага и титаномагнетита.

В перидотитовом типе россыпи приурочены преимущественно к змеевикам; в них преобладает осмистый иридий.

б) Тип Сёдбери—выделения сернистых, мышьяковых и сурьмяных соединений, главным образом, платины и палладия среди основных пород—габбро-норитов (Бушвельд, Сёдбери, Монче-Тундра) и пирротиновых диабазов и долеритов (Норильск, Инсизва).

Характерна ассоциация с пирротином, пентландитом, халькопиритом, иногда кубанитом, никельсодержащим пиритом и магнетитом.

Месторождения этого типа представляют сплошные и вкрапленные рудные тела различных форм и размеров.

2. Пегматитовый тип редок и связан с основными платиноносными магмами. Встречаются сперрилит и стибиопалладинит (Сев. Каролина, Канада, Твифонтейн в Южн. Африке).

3. Контактово-метасоматические месторождения сперрилита, стибиопалладинита, порпецита, палладистой платины и др. минералов известны в Южн. Африке (Цвартфонтейн и др.), Бразилии и на о. Суматра в тесной ассоциации со скарновыми минералами и сульфидами в контактах доломитизированных пород с основными, а также кислыми интрузивными породами.

4. Гидротермальные кварцевые жилы иногда золотоносные и сульфидоносные. Наиболее известно эксплоатируемое ныне месторождение Ватерберг в Южн. Африке, представляющее кварцевые жилы с халцедоном, гематитом, пиритом, хромсодержащим хлоритом и платиной коллоидального строения, содержащей до 37% палладия.

5. Россыпи—аллювиальные, элювиальные, погребенные и др. Минералы платиновой группы, благодаря своей химической устойчивости, накопляются в россыпях. Последние образуются при разрушении коренных месторождений перечисленных выше типов.

Приводимая ниже диаграмма иллюстрирует распространенность металлов платиновой группы в различных типах месторождений (см. рис. 23 на стр. 240).

Наибольшее промышленное значение до последнего времени имели россыпи, связанные с уральским типом месторождений (Урал, Британская Колумбия, Южн. Африка, Бразилия, Абиссиния).

В последние годы на первое место по добыче металлов плати-

новой группы вышли сульфидные месторождения типа Сёдбери, где эти металлы получаются попутно с добычей никеля, меди и кобальта.

Коренные месторождения уральского типа известны на Урале и в Южн. Африке, но они не приобрели большого промышленного значения. Остальные типы месторождений дают совершенно незначительное количество металлов платиновой группы.

Месторождения, генетически связанные с ультраосновными глубинными породами (уральский тип), встречаются в Канаде (г. Оливин), Абиссинии (Уаллаго в верховьях Белого Нила), Новой Зеландии (г. Дун), Колумбии и Южн. Африке (Бушвельдский комплекс).

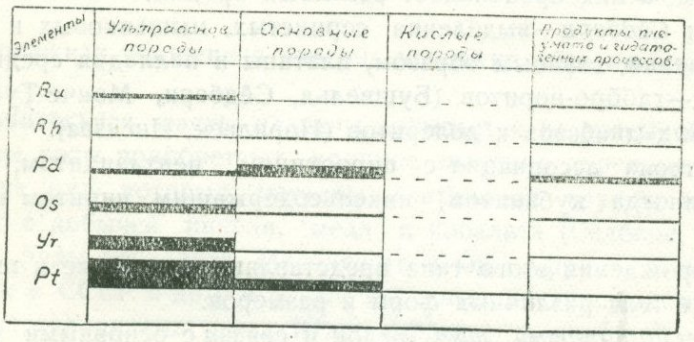


Рис. 23. Диаграмма распространенности металлов платиновой группы в различных типах месторождений (по А. Г. Бетехтину).

Во всех этих районах разрабатываются россыпи; коренные месторождения открыты лишь в гортонолитовом дуните Бушвельдского лакколита. Дуниты залегают среди норитов, в нижней части их, в виде столбообразных тел, прорывающих диференциаты норитовой магмы. Гортонолит (оливин, богатый железом), с которым тесно связано присутствие платины, являются наиболее поздним образованием.

Месторождения, связанные с основными породами (тип Сёдбери) известны в Канаде, Норвегии, Трансвааале (Бушвельдский комплекс) и СССР (Монче-Тундра и Норильск) и представляют шлиры и залежи сульфидов—пирротина, халькопирита, пентландита с примесью минералов платины и палладия.

Из месторождений металлов платиновой группы в СССР следует отметить следующие:

Урал. На Средн. и Сев. Урале среди комплекса габбро-перидотитовых пород, протягивающихся в виде полосы в меридиональном направлении между 57 и 63° с. ш., т. е. на расстоянии свыше чем 600 *км* располагаются главнейшие месторождения платины. На дневной поверхности обнажены породы главным образом габбрового состава, по западной окраине которых местами располагаются куполообразные выходы дунитов с гигантскими пироксенитовыми оторочками, а по вост. окраине—кислые глубинные породы (кварцевые диориты и граниты).

Во всей серии пород, начиная от дунита и кончая гранитом, имеют место постепенные непрерывные переходы.

Согласно представлениям Заварицкого, весь этот комплекс пород представляет собой раздиференцированное лакколитообразное тело, в основании которого залегают дуниты, постепенно сменяющиеся кверху перидотитами, пироксенитами, габбро-диоритами и гранитами.

Здесь развиты богатейшие платиновые россыпи, приуроченные к выходам ультраосновных пород. Главнейшие районы: Сысертский, (к Ю от г. Свердловска), Нижне-Тагильский, Баранчинский, Исовской, Кытлымо-Косьвинский и Заозерский.

В Нижне-Тагильском, Исовском и Кытлымо-Косьвинском районах открыты также коренные месторождения платины в связи со скоплениями хромистых железняков (Госшахта и др.) и, реже, непосредственно среди дунитов и змеевиков (Авроринское месторождение).

Небольшое содержание платины наблюдается во всех массивах дунита: в Омутнинском массиве в среднем 0,06 *г/т*, Н.-Тагильском 0,08 *г/т*, в выветрелом и серпентинизированном дуните из непосредственного соседства с Авроринским коренным месторождением от 3—32 *г* до 420 *г/т*, в дуните Денежкина Камня от 0,03—0,5 *г* до 22 *г/т*.

Интересно отметить, что в нормальном дуните с р. Тюламин в Брит. Колумбии обнаружены лишь следы платины, но в серпентинизированных частях того же дунита содержание платины достигало до 5—62 *г/т*.

По подсчетам Высоцкого, произведенным по состоянию на 1923 г., запасы платины в уральских россыпях определялась в 130—165 *т*, а запасы платины в дунитовых массивах в тысячах тонн (4).

Среднее содержание платины в дунитах слишком убого, чтоб иметь промышленное значение, т. к. рентабельной может оказаться добыча при содержании не менее 0,55 *г/т*.

Кавказ и Закавказье. Минералы платиновой группы обнаружены в системе р. Чороха, затем в бассейне оз. Севан и на Сев. Кавказе.

В бассейне р. Чорох в золотоносных россыпях встречены: осмистый иридий, палладистое золото, родистое золото, иридистое золото и платинистое золото.

Согласно анализам Черника[1] здесь присутствуют:

	Au	Ag	Pd	Pt	Ir	Fe	Cu	Уд. вес.
Иридистое золото	62,1	2,1	Сл.	3,8	30,4	0,6	0,03	21,69
Платинистое золото	84,6	2,9	—	10,5	0,5	0,2	0,9	19,53

Первоисточник платиновых минералов неясен; возможно они связаны с выходами ультраосновных пород и змеевиков послемелового возраста в верховьях р. Чорох.[2]

[1] Данные, приводимые Г. П. Черником, не подкреплены другими авторами.

[2] За платиноносность молодых ультраосновных интрузий Средиземноморской области говорят также находки платины близ Сасуна, а также в связи с некоторыми змеевиками Италии и Малой Азии (в Бурсе, близ Антиохии, в Смирне).

В бассейнах р.р. Б. и М. Лаба, Кубань, Малка и др. при добыче золота во многих местах обнаружены осмистый иридий и самородная платина, связанные с имеющимися в этих районах змеевиковыми массивами.

В Грузинской ССР среди ультраосновных пород (змеевиков Дзирульского массива были найдены отдельные зерна самородной платины.

Сибирь. Платиновые минералы встречаются в виде спутников золота главным образом в россыпях. Платиноносность здесь связана с древними ультраосновными породами и сибирскими траппами. С последними в Норильском районе связаны коренные месторождения платиноносных медно-никелевых сульфидных руд, а в Вилюйском районе россыпи родистой платины.

Размеры добычи заграницей и в СССР

Добыча. В первое время (конец XVIII и начало XIX столетий) в Колумбии из россыпей добывалось 200—300 *кг* платины в год.

В 1819—1824 гг. были открыты россыпи на Урале, и уральская платина на мировом рынке заняла первое место. До первой мировой войны около 80—90% всей добычи приходилось на уральские россыпи, из которых ежегодно добывалось 6—10 и до 12,5 *т* металла. Ежегодная добыча осмистого иридия составляла 200—300 *кг*.

В настоящее время, ввиду истощения богатых россыпей, добыча платины на Урале снизилась и на мировом рынке некоторую роль наряду с уральской играет также платина из россыпей Колумбии, а также из коренных месторождений Трансвааля (Южн. Африка).

Все возрастающее количество платины, палладия и других металлов платиновой группы извлекается в последние годы из никелевых штейнов Сёдбери и других аналогичных по типу сульфидных месторождений (Норвегия, Швеция, Финляндия, СССР и др.). Компания по добыче никеля в Сёдбери постепенно превратилась в мирового монополиста, регулирующего размер добычи и цены на металлы платиновой группы.

Специальная часть

II. Проявления платины и металлов платиновой группы

Промышленных месторождений металлов платиновой группы в пределах Армянской ССР пока не установлено, однако имеющиеся данные о платиноносности представляют несомненный интерес.

Проявления платины установлены в период 1925—1930 гг. и генетически связаны с ультраосновными и основными породами севанского побережья.

В период 1933—1935 гг. изучалась платиноносность некоторых гидротермальных месторождений сульфидных руд (Алаверди, Шамлуг, Ахтала, Кафан, Каджаран).

1. Проявления платины, связанные с ультраосновными породами

Основные и ультраосновные породы приурочены к сев.-вост. побережью оз. Севан. Лакколиты и дайки этих пород располагаются в полосе с наиболее интенсивной дислокацией вдоль осей изоклинальных складок, связанных, повидимому, с разрывами (см. рис. 9).

Офиолитовый пояс приурочен к толще верхнемеловых и эоценовых отложений, пододвинутых на С под мощную толщу юрских пород.

Выхода интрузий достигают по площади 10—20 *км*², причем к С от линии надвига нигде выходов основных пород не обнаружено.

Согласно данным Паффенгольца (7, 8), основные и ультраосновные породы прорывают средне эоценовые отложения и перекрываются трансгрессивно олигоценовой вулканогенной толщей.

Обнажающиеся здесь же гранодиориты моложе основных пород, т. к. они прорывают олигоценовую толщу.

Пояс основных и ультраосновных пород, начинаясь от меридиана с. Шоржа (Надеждино), протягивается к Ю-В почти до Аракса на протяжении свыше 150 *км* и известен под названием офиолитового (гипербазитового) пояса.

Он состоит из многочисленных отдельных массивов, представленных производными габбро-перидотитовой магмы, образующими непрерывный ряд от габбро до анортозитов, дунитов, пироксенитов и перидотитов.

Из основных пород наиболее развиты габбро, а из ультра-основных—серпентиниты апоперидотитовые и в значительно меньшем количестве аподунитовые. Дуниты хорошей сохранности и пироксениты редки.

Джиль-Сатанахачский массив протягивается в юго-вост. направлении более чем на 50 *км* при видимой мощности от 0,5 до 3 *км*. Южная часть массива протягивается в виде трех значительных выходов (с перерывами между ними); Кясаманский, Джанахметский и Инакдагский.

В крупной интрузии к С от с. Кясаман отмечены следующие взаимоотношения диференциатов: периферия сложена озмеевикованными перидотитами, дунитами и пироксенитами, далее вглубь массива развиты габбро, а в ядре—порфировая порода, состоящая из крупнозернистого моноклинного пироксена и лабрадора (габбро-пегматит).

Инакдагский массив сложен перидотитами и габбро, среди которых изредка встречаются дуниты, а в восточной части—пироксениты.

Джанахметский массив в вост. и юго-вост. части сложен по преимуществу габбро троктолитового типа; южн. и сев. части представлены перидотитами с значительными участками дунитов и полосами лиственитов.

Сев.-зап. часть Джиль-Сатанахачского массива (Джильский уча-

сток) сложена перидотитами, нередко с значительными участками дунитов, габбро и лиственитов, часты магнетизированные гипербазиты и шлировые скопления хромита. В юго-зап. части массива развиты почти исключительно перидотиты; дуниты здесь редки, и месторождений хромита не встречено.

Шоржинский массив представлен главным образом перидотитами, в меньшей степени дунитами и местами пироксенитами и габбро.

С поясом офиолитовых пород связан, в пределах Армянской ССР (Шоржа, Джиль, Бабаджан) и на продолжении этого пояса уже на территории Азербайджанской ССР (Гей-дара) ряд месторождений хромистого железняка, а также магнезита и лиственита.

Установлена также платиноносность дунитовых массивов сев.-вост. побережья оз. Севан.

Кроме описанного пояса основных и ультраосновных пород, выходы перидотитов с отдельными участками дунитов и связанных с последними скоплений хромита известны в сев.-зап. части Армянской ССР, в Амасийском районе.

Летом 1924 года геологом Айвазовым в районе с. Шоржа при производстве геологической съемки был собран соответствующий материал по дунитам, часть которого была передана Бетехтину для детального микроскопического исследования, а другая пущена в химический анализ.

Под микроскопом Бетехтиным были установлены сульфиды никеля, самородное железо, магнетит (довольно много) и самородная платина. Последняя в зернышках, не превышавших в поперечнике 0,16 *мм*, была редко вкраплена в породе (змеевик и озмеевикованный дунит), будучи приурочена к редким выделениям хромита или находясь изолированно от последнего.

Некоторые зернышки хорошо противостояли действию царской водки, что приближает их к содержащим иридий разновидностям уральской платины. В одном зерне платины установлено зерно иридистой платины. Анализ образца показал содержание платины 70 *г/т*.

Анализы проб, взятых Айвазовым в 1925 году, показали содержание платины от следов до 0,84 *г/т*, а в одной пробе 1,5 *г/т* и содержание золота от следов до 0,32 *г/т*; в одном образце 1,3 *г/т*. Интересно отметить, что в большинстве случаев платина (а также золото) содержится в змеевике и дуните и отсутствует в хромитах.

Пробы с содержанием платины в количествах 0,1—0,3 *г/т* встречаются нередко, а в 0,7—0,8 *г/т* реже.

Среднее содержание платины, за исключением некоторых участков, очевидно, не промышленное, но т. к. пробы являются штуфными, доверяться полученным данным особенно не следует.

Нужно иметь в виду, что опробование дунита большими массами (по 5—7 *т*) с обработкой на бегунной фабрике дает иные результаты, чем бороздовое опробование. В частности, содержание на тонну горной породы при валовом опробовании дало на Урале от 0,01 *г* до

0,8 *г/т* платины, тогда как подавляющее большинство бороздовых проб показало отрицательные результаты и только одна проба 45 *г/т*. Это объясняется крайней неравномерностью распределения платины в дуните и приуроченностью ее часто к незначительным по величине обогащенным участкам, которые только случайно могут попасть в бороздовую или штуфную пробу (2).

В табл. 51 приведены некоторые данные анализов на благородные металлы.

Таблица 51

Коллекция	Аналитики							Порода, из которой взята проба
	Аргентов			Белоглазов		Барабошкин		
	Pt *г/т*	Au *г/т*	Cr_2O_3 %	Pt *г/т*	Au *г/т*	Pt *г/т*	Au *г/т*	
Айвазова 1924 г.	701	—	—	—	—	—	—	Озмеевикованный дунит
„ 1925 г.	0,28	нет	—	—	—	нет	—	
„ „	0,21	—	—	—	—	0,72	—	Хромит
„ „	нет	сл.	—	—	—	0,84	—	Хромит и дунит
„ „	нет	0,20	—	0,20	—	—	—	Дунит
„ „	—	—	—	1,5	—	—	—	Дунит
„ „	—	—	—	—	—	0,70	—	Дунит и перидотит
„ „	нет	0,06	—	—	—	нет	1,30	Дунит
„ „	—	—	—	—	—	0,24	—	Дунит
„ „	0,26	нет	—	0,20	—	—	—	Дунит
Паффенгольца 1926 г.	0,06	нет	—	—	—	—	—	Змеезик
„	нет	сл.	37,66	—	—	—	—	Хромит
„	нет	нет	38,47	—	—	—	—	Хромит

В 1930 году Бетехтин произвел поисковые работы на платину в районе Шоржинского массива ультраосновных пород и пришел к следующим выводам:

1. По геологическому строению Шоржинский (Надеждинский) массив значительно отличается от платиноносных массивов Урала и, наоборот, скорее приближается к перидотитовым массивам, не содержащим в себе промышленных месторождений платины.

2. Опробование слабо развитых элювиальных россыпей и делювиальных отложений показали полное отсутствие платины, хотя в некоторых местах были пробиты шурфы до коренной породы. Лишь в одном шурфе были обнаружены признаки платины в виде двух мелких зерен. Не вполне выяснен вопрос о платиноносности отложений в центральной части долины и береговых россыпей оз. Севан.

3. Остается открытым вопрос о коренных месторождениях платины, которые в случае их обнаружения могут иметь несколько иной характер, чем на Урале.

В своем заключении Бетехтин рекомендует учесть, при проектировании передвижной обогатительной фабрики для обработки вкрап-

[1] Анализ произведен Карповым

ленных хромитовых руд, дополнительные улавливающие приборы для платины.

2. Платиноносность сульфидных руд

При диференциации кислых магм платина, как элемент, обладающий халькофильными свойствами, переходит в сульфиды.

Изучение платиноносности сульфидных гидротермальных руд Сов. Армении проводилось Звягинцевым (5) в период 1933—1935 гг. и привело к данным, сведенным в табл. 52.

Таблица 52

Месторождения	Характер руды	Содержание Pt в *г/т*
Шамлугское	Медная руда	11
Алавердское	Медно-цинковая руда (валовая средняя проба)	0,5
Ахтальское[1]	Свинцово-цинковая руда (отвалы у шт. Сусан-Жорж)	0,05
Ахтальское	Шт. № 1 отвалы свинцово-цинковой руды.	20
Кафан, Шаумянский рудник	Богатая свинцово-цинковая руда	5
Каджаранский участок Мякан.	Рудная жила	1,5

Валовые средние пробы по месторождениям Алавердской группы показывают содержание платины менее 0,1 *г/т*.

При незначительных запасах руды, по Звягинцеву, такое содержание вряд ли может представить интерес для промышленности, но при значительных запасах и концентрации платины в каких-либо продуктах металлургического процесса вопрос о промышленном ее извлечении может стать актуальным.

Интересно, что наиболее богатыми платиной оказались медные руды штока „Роже" Шамлугского месторождения (1,5—11 до 50 *г/т*) и штоков „Таги" (3,5—12 *г/т*) и „Премьер Регион" (9 *г/т*) Алавердского месторождения. В рудах штоков „Роже" и „Таги", кроме платины, присутствует также палладий.

Анализы отдельных минералов на платину установили, что галенит из Шамлугского и Кафанского месторождений во всех случаях содержит повышенное количество платины (1—5 *г/т*), сфалерит и халькопирит обычно по содержанию платины беднее галенита, но богаче пирита и других минералов.

По аналогии с некоторыми другими месторождениями возможно повышенное содержание металлов платиновой группы в окисленных и полуокисленных рудах Каджарана (Пирдоудана) и Агарака.

Основные выводы

1. Платиноносность офиолитового пояса сев.-вост. побережья оз. Севан несомненна, причем платина и иридистая платина установлены

[1] По данным анализов торгпредства (1930 г.) в руде содержится Pt и Pd.

в шлифе озмеевикованного дунита, а содержание платины в этом образце оказалось довольно высоким—70 *г/т*.

Штуфные анализы дунитов, змеевиков и хромистых железняков также показали содержание платины, хотя и довольно низкое—от следов до 0,84 *г/т* и в одном штуфе 1,5 *г/т*.

Существенно отметить, что в отличие от громадного большинства коренных месторождений Урала содержание платины связано не с гнездами хромистого железняка, а с дунитами и змеевиками, в которых, кроме платины, содержится также золото от следов до 1,3 *г/т*.

2. Содержание платины в дунитах приблизительно такого же порядка, как и в дунитах Урала. При этом нужно учесть, что в отношении платиноносности относительно детально изучался только Шоржинский перидотитовый массив, в котором дунит встречается в виде небольших участков. Более крупные массивы дунитов южн. и сев. части Джанахметского массива, Джильский участок Джиль-Сатанахачского массива и другие в отношении их платиноносности детально не обследованы.

3. Условия внедрения и застывания ультраосновных пород сев.-вост. побережья оз. Севан были отличны от таковых на Урале. Интрузии Урала застывали в абиссальных условиях, и диференциация магмы происходила там наиболее полно. Ультраосновные же породы побережья оз. Севан в гипабиссальных условиях и менее диференцированы.

С другой стороны, наличие пегматитоподобных пород и широкое развитие в пределах офиолитового пояса змеевиков и лиственитов говорят о значительном развитии, в связи с интрузиями основных и ультраосновных пород, *пегматитовых и особенно гидротермальных процессов, с которыми можно ожидать концентрации платины.*

4. Условия для образования элювиальных россыпей платины малоблагоприятны; более вероятно образование аллювиальных и озерных россыпей.

5. Изложенный в статье материал приводит нас к выводу о необходимости возобновления прерванных с 1930 г. работ по изучению платиноносности основных и ультраосновных пород Армянской ССР и проведения этих работ в тесной связи с изучением всего пояса офиолитовых пород и комплекса полезных ископаемых, связанных с ним (хромиты, магнезиты, листвениты и др.).

В первую очередь необходимо провести следующие работы:

а) Детальное картирование массивов ультраосновных пород в м. 1:10000, особенно участков развития дунитов, перидотитов и образовавшихся из них змеевиков.

Имея в виду установленное предварительными работами отсутствие платины в гнездах и шлирах хромита и данные микроскопического исследования и химических анализов, коренные месторождения

платины прежде всего можно ожидать: в дунитах и змеевиках, образовавшихся из них (тип Аврорнинского прииска на Урале); в перидотитах, пироксенитах и магнетизированных гипербазитах, реже в габбро—среди сегрегаций титаномагнетита, большей частью совместно с золотом. Нужно иметь в виду, что в перидотитах над платиной может преобладать осмистый иридий.

Наиболее перспективны, в смысле обнаружения коренных месторождений платины, сравнительно крупные массивы дунитов и образовавшихся из них змеевиков Джанахметского и Джильского участков. Представляет интерес проверка содержания благородных металлов (платины и золота) в лиственитах и в контактовых породах, образовавшихся в результате внедрения ультраосновных и основных пород в известняки.

б) Поиски коренных месторождений платины должны итти по линии массового просмотра аншлифов и химических анализов дунитов и змеевиков, а также перидотитов, лиственитов, контактовых пород, причем наряду с штуфными и бороздовыми пробами необходимо провести валовое опробование, при весе отдельных проб в 5—7*т*.

в) В связи с массивами габбро, широко развитыми вдоль сев.-вост. побережья оз. Севан, а также в генетической связи с интрузивными диабазами бассейна р. Веди, можно ожидать проявлений сульфидов никеля, железа и меди, а вместе с ними сернистых и мышьяковых соединений металлов платиновой группы.

г) Продукты элювиального и аллювиального характера и береговых отложений оз. Севан, образованных в связи с выветриванием пород офиолитового пояса, должны быть детально проверены в отношении содержания в них металлов платиновой группы.

д) Изучение платиноносности сульфидных-медных и свинцово-цинковых руд Шамлугского, Кафанского и в особенности Каджаранского и Агаракского месторождений, учитывая крупные запасы последних по меди и молибдену, также должно стоять в программе работ геологических учреждений Сов. Армении.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бетехтин А. Г.* Надежданский перидотитовый массив и месторождения хрома района оз. Севан. 1932 г. Рукопись, Фонд Арм. Г. У.

2. *Бетехтин А. Г.* К вопросу о платиноносности Гокчинских перидотитовых массивов. Цветные металлы, № 3, 1932 г.

3. *Бетехтин А. Г.* Платина. АН СССР, Ломоносовский институт. 1935 г.

4. *Высоцкий Н. К.* Платина и районы ее добычи, ч. I—V. Изд. КЕПС. 1923—1933 г.

5. *Звягинцев О. Е.* и др. Доклады Академии Наук. 1933 г., № 4, и 1935 г. № 2—3.

6. *Кржечковский А. В.* и *Арутюнян Е. М.* Офиолитовый пояс и связанные с ультраосновными породами проявления хромовых руд и огнеупоров в Басаргечарском районе, 1936 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

7. *Паффенгольц К. Н.* Геологическая карта Кавказа м. 1:200000. Лист К—38—XXXIV, Севан, 1941 г.

8. *Пафгольц К. Н.* Бассейн оз. Гокча (Севан). Труды Всес. Геол.-Разв. объедин. Вып. 219. 1934 г.

9. *Тараян И. А.* Отчет Амасийской поисково-разведочной партии на хромиты. 1942 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

10. *Ферсман А. Е.* Геохимия, т. IV. 1939 г.

11. Engineering and mining Journal, July, 1942.

Ю. А. Арапов

Редкие металлы

Введение

Редкими металлами называют обычно довольно обширную группу элементов, добываемых и используемых промышленностью в значительно меньших количествах, чем такие основные металлы, как железо, марганец, медь, свинец, цинк и другие. Промышленно-рентабельные и крупные по запасам месторождения редких металлов встречаются, по сравнению с распространенными металлами, значительно реже, а размер добычи редких металлов колеблется обычно от нескольких до сотен и тысяч тонн и в редких случаях достигает десятков тысяч тонн. Соответственно и цены на редкие металлы значительно выше, чем на обычные металлы.

В группу редких металлов объединены далеко не равноценные по своему значению в хозяйстве человека металлы, т. к. наряду с *молибденом* и *вольфрамом*, добываемыми ежегодно в количестве свыше 10.000 *т*, в нее попадают *бериллий*, *тантал* и другие редкие элементы, ежегодная добыча которых не превышает нескольких тонн, а также *цезий*, *рений*, *германий* и некоторые другие рассеянные элементы, годовая добыча которых определяется килограммами и использование которых в промышленности еще очень незначительно.

Таблица 53

№№ п/п	Наименование	Символ	Суммарное колич. в земной коре (в *т*)	Среднее весовое содерж. (в %%)	Размер добычи в 1938 г. (в *т*)	Минимум промышл. содерж. в руде (в %%)	Минимум промышл. содерж. в россыпи (в %%)
1	Вольфрам	W	10^{13}—10^{14}	9×10^{-4}	$26{,}0\times10^{3}$	0,5—1%	0,01
2	Мышьяк	As	10^{13}—10^{14}	5×10^{-4}	55×10^{3}	3—8%	—
3	Сурьма	Sb	10^{12}—10^{13}	5×10^{-5}	34×10^{3}	5%	—
4	Олово	Sn	10^{13}—10^{14}	6×10^{-4}	184×10^{3}	0,2	0,01
5	Кадмий	Cd	10^{13}—10^{14}	5×10^{-4}	$4{,}5\times10^{3}$	0,2—0,4	—
6	Индий	In	10^{12}—10^{13}	1×10^{-5}	2—3	0,1—0,3	
7	Галлий	Ga	10^{14}—10^{15}	1×10^{-3}	50×10^{-2}		

Из приводимой табл. 53, характеризующей суммарное количество некоторых редких элементов в земной коре и количество ежегодно добываемых человеком редких металлов, наглядно видно, что промышленность использует лишь небольшую часть элементов, содержащихся в рассеянном состоянии в земной коре, извлекая их

лишь из сравнительно редких месторождений, т. е. участков со значительно более высоким содержанием по сравнению с средним количеством их в земной коре. Непрерывное развитие техники извлечения элементов из руд и расширение области использования ряда металлов ведут к значительному снижению требования к минимальному содержанию металлов в руде и увеличению размера их добычи, в связи с чем многие редкие металлы в недалеком будущем станут значительно более распространенными в обиходе человека. Эта тенденция к росту размеров добычи особенно характерна в отношении молибдена и вольфрама, отнесение которых к группе редких металлов даже в настоящее время имеет в значительной степени условный характер.

Интересно отметить, что значительное количество редких элементов в настоящее время извлекается, как попутный продукт, при переработке медных, свинцовых и цинковых руд, из которых извлекаются весь кадмий, индий, галлий, большая часть мышьяка и ряд других металлов.

В представляемой работе мы остановимся лишь на некоторых редких металлах, наличие которых выявлено в месторождениях Армянской ССР. В настоящее время в Арм. ССР установлены следующие из редких металлов: *мышьяк, молибден, кадмий, индий, галлий, сурьма* и *вольфрам.* Кроме этих редких металлов мы в настоящую работу включаем *олово,* которое обычно, вследствие значительных размеров добычи, относят к группе распространенных цветных металлов. Одновременно мы исключаем из рассмотрения молибден, которому, в связи с наличием в республике крупных месторождений, посвящена специальная статья.

В статье не описаны отдельно ртуть и висмут, о наличии ничтожных количеств которых имеются скудные данные. Киноварь была встречена лишь в шлихах, взятых в Шамшадинском районе, Сисианском районе, в басс. р. Бабаджан (Алавердский район) и в двух шлихах, взятых по ущелью Ходжа-дзор (приток р. Занги). Наличие незначительного количества висмута было установлено лишь при анализах руд Каджаранского, Агаракского и Шамлугского месторождений и в шлихах, взятых в районе Каялинского интрузива, а также в одном шлихе по р. Личк (базовисмутин).

Висмутовые минералы—висмут, виттихенит и эмплектит обнаружены микроскопически в незначительном количестве, в рудах месторождений Шамлуг, Алаверди и Мец-дзор, а висмутин в рудах месторождения Каджаран.

Кроме того представляет большой интерес возможность обнаружения в пределах Армянской ССР *уран-радиевых* руд. По данным старой немецкой литературы, урановая руда имеется в районе с. Айрум, где упоминается про „Урановый холм“ с карнотитом. Первоисточники карнотита были, вероятно, колчеданные месторождения Алавердского (Кедабекского) типа.

Поиски урана и радия должны проводиться по специальной программе. В первую очередь необходима проверка богатых медных руд, барита, руд богатых серебром и мышьяком или содержащих примесь кобальта, висмута и олова.

Особого внимания заслуживает район месторождения Мец-дзор, верхние зоны сульфидных месторождений и участки, где обнаружен карнотит (20).

Вольфрам

I. Общие сведения

Общая характеристика вольфрама и его свойства. Вольфрам представляет собой металл, основные свойства которого приведены в табл. 54. Из 15 минералов вольфрама практический интерес пред-

Таблица 54

№№ п/п	Элементы	Символ	Атомн. вес	Уд. вес в тверд. виде	Т. пл.	Т. кип.	Тверд. по Моосу
1	Вольфрам	W	184, 0	19,1	3388°	4200°	7,5
2	Мышьяк	As	74,96	2,0—5,72	820°—868°	616	3,5
3	Сурьма	Sb	121,76	6,69	630°,5	1440°	3,0
4	Олово	Sn	118, 7	5,35—7,28	231°,85	2270°	1,8
5	Кадмий	Cd	112,41	8,64	320°,9	764°	2,0
6	Индий	In	114, 8	7,31	155°	1500°	1,2
7	Галлий	Ga	69,72	5,91	29°,75	2300°	1,5

ставляют только два: *вольфрамит* и *шеелит*, некоторые свойства которых приведены в табл. 55. Основной рудой вольфрама является вольфрамит, из которого извлекается около 80% вольфрама, шеелит же дает около 20% металла. Интересно отметить, что относительное значение шеелита в общей добыче вольфрама возрастает, в то время как еще недавно на его долю падало лишь 5% мировой добычи.

Область применения и требования к сырью. Основным потребителем вольфрама является черная металлургия, потребляющая около 95% добываемого металла. Введение вольфрама в сталь повышает предел ее упругости, увеличивает твердость и прочность на растяжение, повышает сопротивление деформациям и сообщает ей вязкость. Количество вольфрама, вводимого в сталь, колеблется от 1—2 до 22%, причем, нередко в нее вводится также некоторое количество хрома, ванадия и других металлов. Вольфрамовая сталь потребляется, главным образом, при изготовлении быстрорежущих инструментов, ответственных частей различных машин, а также броневых плит. Кроме применения в сталях, вольфрам употребляется при изготовлении сверхтвердых сплавов специального назначения—стеллитов, в состав которых, помимо большого количества вольфрама, входит много хрома, кобальта и немного железа. Далее вольфрам

Главные минералы редких элементов

Таблица 55

№№	Металл	Минералы	Химич. состав минералов	Содержание металла в минерале в %%	Сингония	Твердость	Уд. вес	Цвет
1	Вольфрам	Вольфрамит	$(FeMn)\ WO_4$	W—60	Монокл.	5—5,5	7—7,5	Темносерый до коричнево-чер.
		Шеелит	$Ca\ WO_4$	W—63,9	Тетраг.	4,5—5	5,9—6,1	Желтовато-белый, разл. оттенков
2	Мышьяк	Арсенопирит	FeAsS	As—46,0	Ромбич.	5,5—6	5,9—6,2	Серый
		Леллингит	$FeAs_2$	As—72,8	Ромбич.	5—5,5	7—7,4	Серый
		Реальгар	AsS	As—70,1	Монокл.	1,5—2	3,56	Красный до оранжевого
		Аурипигмент	As_2S_3	As—61,0	Монокл.	1,5—2	3,4—3,5	Желтый
		Теннантит	$3—5\ Cu_2S\ (AsSb)_2S_3$	As—20	Кубич.	3—4	4,3—4,5	Серый до черного
		Энаргит	$3Cu_2S.\ As_2S_5$	As—19,1	Ромбич.	3	4,4	Серый до черного
		Скородит	$FeAsO_4\ 2H_2O$	As_2O_5—32,5	Ромбич.	3,5—4	3,1—3,3	Зеленый, разл. отт.
3	Сурьма	Антимонит	Sb_2S_3	Sb—71,7	Ромбич.	2	4,5—4,6	Серый
		Тетраэдрит	$3—5Cu_2S.Sb_2S_3$	Sb—15	Кубич.	3—4	3,4—3,5	Серый
		Валентинит	Sb_2O_3	Sb—74—79	Ромбич.	2,5—3	5,8	Белый
4	Олово	Касситерит	SnO_2	Sn—78,6	Тетраг.	6—7	6,8—7,1	Черный до коричневого
		Станнин	$Cu_2S\ FeS.\ SnS_2$	Sn—29,9	Тетраг.	3,5	4,3—5,2	Серый до желто-черн.
5	Кадмий	Гринокит	CdS	Cd—77,7	Гексаг.	3—3,5	4,9—5,0	Желтый и красный

применяется в электротехнике (лампы накаливания), в горном деле для буровых работ (карбид вольфрама), в химической промышленности и для различных целей.

Значительное расширение области применения вольфрама и рост его потребления хорошо иллюстрируется приводимыми в табл. 56 данными о его добыче в капиталистических странах.

Таблица 56

№№	Элементы	1913 г.	1918 г.	1929 г.	1938 г.	1939 г.	1939 г. в % к 1913 г.	1939 г. в % к 1918 г.	1939 г. в % к 1929 г.	Примечание
1	Вольфрам[1]	8,9	33,0	16	33,0	33,0[3]	370,0	100,0	206,3	1) В виде концентрата с содержан. 60% WO_3 2) 1916 г. 3) 1938 г.
2	Мышьяк	9	—	39	55	55[3]	611,1	—	141,0	
3	Сурьма	24	81[2]	31	34	34[3]	140,5	42,0	108,3	
4	Олово	132	126	198	165	184	139,3	146,0	92,9	
5	Кадмий	0,06	0,16	3,1	4,2	4,5	7,500,0	281,3	145,3	

Обычно экономически выгодными для разработки считаются жильные месторождения вольфрамита с содержанием не менее 0,8—3% вольфрама и скарновые месторождения шеелита с содержанием не ниже 0,5% вольфрама. При комплексной разработке коренных месторождений, содержащих несколько ценных металлов, иногда оказывается выгодным извлекать вольфрам из руд, содержащих даже 0,1—0,2% вольфрама. Из россыпей, в зависимости от их размера и механизации разработок, считается выгодным извлекать шеелит и вольфрамит при содержании порядка 0,01—0,005% вольфрама. Добытые из коренных или россыпных месторождений минералы вольфрама подвергаются обычно мокрому обогащению и поступают на рынок в виде концентрата, содержащего около 60% WO_3.

Условия образования месторождений и их классификация. Образование промышленных месторождений вольфрама связано с процессом застывания кислой гранитной магмы, причем для вольфрама характерна тенденция накапливания в остаточном магматическом расплаве, из которого он в дальнейшем выносится в окружающие породы в виде газовых соединений или же горячими растворами. В связи с подобными условиями образования вольфрама для него характерны следующие основные типы месторождений.

1. *Контактово-метасоматические месторождения*, наблюдаемые в области контакта гранитных пород с известняками, превращенными в скарны. Рудным минералом в этих месторождениях почти всегда является шеелит.

2. Пневматолит—гидротермальные и гидротермальные кварцевые жилы или реже штокверковые месторождения, залегающие или в интрузивных, или в осадочных и эффузивных породах вблизи контакта с интрузивными породами. Преобладающим рудным минералом здесь является вольфрамит, а шеелит встречается в них значительно реже. Часто наряду с вольфрамитом в месторождениях этого типа

присутствуют касситерит, арсенопирит, молибденит, висмутовый блеск, топаз, берилл и другие минералы, которые извлекаются при комплексной разработке месторождений. Значительно реже встречаются, повидимому, более низкотемпературные, шеелитовые жильные месторождения, в которых шеелит ассоциируется с золотом.

3. Вторичные россыпные месторождения вольфрама. Шеелит и вольфрамит являются минералами, стойкими в поверхностных условиях, и, обладая большим удельным весом, они при разрушении коренных месторождений образуют россыпи. Россыпи вольфрамовых руд имеют большое экономическое значение, так как из них извлекается ежегодно свыше 50% добываемого вольфрама.

Россыпи вольфрамита обычно образуются лишь вблизи коренных месторождений, так как вследствие хорошей спайности он легче разрушается и при переносе рассеивается среди речных осадков. Шеелит же часто встречается в шлихах, получаемых при промывке аллювиальных отложений, даже на значительных расстояниях от коренных месторождений.

Главнейшие месторождения вольфрама находятся в Китае, Бирме, США, Японии, Боливии и Португалии, причем Китай дает около 50% мировой добычи. В СССР после Октябрьской Социалистической революции было открыто много месторождений вольфрама. Наиболее крупные месторождения находятся в Забайкалье (Джидинское, Шерловая гора и другие), на Алтае и на Урале. Ряд более мелких месторождений известен и в других частях СССР.

II. Месторождения вольфрама в Армянской ССР

В течение последних лет, в связи с довольно тщательным шлиховым опробованием, шеелит был встречен в аллювиальных отложениях в ряде районов Арм. ССР. В большинстве случаев количество шеелита в аллювиальных отложениях незначительно, причем лишь в некоторых из обследованных участков удалось установить первичный источник шеелита, встреченного при шлиховом опробовании. В настоящее время в Арм. ССР можно выделить следующие породы, в которых был встречен шеелит: скарны, встреченные в области контакта известняков с интрузивами, окварцованные контактовые роговики различных типов, развивающиеся в области контактов интрузивных пород с вулканогенными образованиями, аплитовые и кварцевые жилы, встреченные как в родоначальных интрузивах, так и во вмещающих их породах. Кроме того, шеелит был встречен в гидротермальных медно молибденовых месторождениях. Почти во всех выявленных коренных проявлениях вольфрамового оруденения содержание шеелита ничтожно и не представляет практического интереса. Ниже мы приводим краткие данные результатов изучения вольфрамоносности отдельных районов Сов. Армении (см. рис. 23).

1. Зангезур

В результате довольно тщательного шлихового опробования наличие шеелита было установлено в шлихах, взятых в ряде перечисленных ниже речек Зангезура—Кафанского и Мегринского районов.

Река Мегри-гет. Шлиховое опробование аллювиальных отложений бассейна р. Мегри-гет производилось партией Арм. Г. У. под руководством Гонтаря (8) в 1938 г. и частично партией ИГН АН Арм. ССР под руководством Мовсесяна в 1940 г., причем, по данным последнего опробования, шеелитоносность этого района значительно выше, чем по данным Гонтаря. Наличие шеелита в шлихах было установлено в верховьях р. Мегри-гет и по следующим ее притокам: Айри, Личк, Шор-джур, Таштун, Дукан-дзор, Ванки-дзор, Курудзор, Гоз-гоз. В шлихе, взятом по р. Айри, был обнаружен также вольфрамит. Обычно шеелит устанавливался в шлихах в количестве от редких зерен до 20—30 зерен, реже он наблюдался в количестве от 1% до 5% немагнитной фракции, составляющей незначительную часть черного шлиха, а в отдельных случаях наблюдался в количестве до 30% немагнитной фракции. Коренной источник шеелита не установлен, возможно, что по аналогии с западными склонами Зангезурского (Конгуро-Алангязского) хребта значительная часть шеелита приурочена к аплитовым и кварцевым жилам (24).

Кроме бассейна реки *Мегри-гет* наличие единичных зерен шеелита было установлено при шлиховом опробовании в следующих речках, протекающих в Мегринском и Кафанском районах: р. *Ингуза-гет*, р. *Джапам-дзор*, *Мазра* (в нижнем первом притоке), *Шишкерт*, верховья и среднее течение р. *Охчи* и р. *Гехи* (9, 30).

Источником шеелита в этих участках в некоторых случаях, вероятно, являются контактовые ореолы вокруг интрузий, развитых в этом районе. В этом отношении в первую очередь заслуживают внимания встреченные здесь скарны и окварцованные контактовые роговики, систематическое опробование которых не производилось, в связи с чем мы имеем данные лишь по отдельным случайным пробам. Наличие вольфрама в окварцованных зонах было установлено Мкртчяном лишь в одном участке, в бассейне р. Шишкерт. Здесь, при химическом анализе пробы, взятой из пиритизированных кварцитов, выходящих в одном километре выше устья первого, правого притока, впадающего выше сел. Шишкерт, было установлено наличие 0,1% W.

Возможно также, что источником шеелита, встреченного в аллювиальных отложениях среднего течения р. Охчи, является Каджаранское медно-молибденовое месторождение, при изучении руд которого под микроскопом был установлен шеелит. Вопрос о наличии шеелита в рудах этого месторождения заслуживает серьезного изучения, так как при намечаемом масштабе разработок на Каджаране извлечение шеелита может оказаться рентабельным даже при незначительном процентном содержании вольфрама в этих рудах.

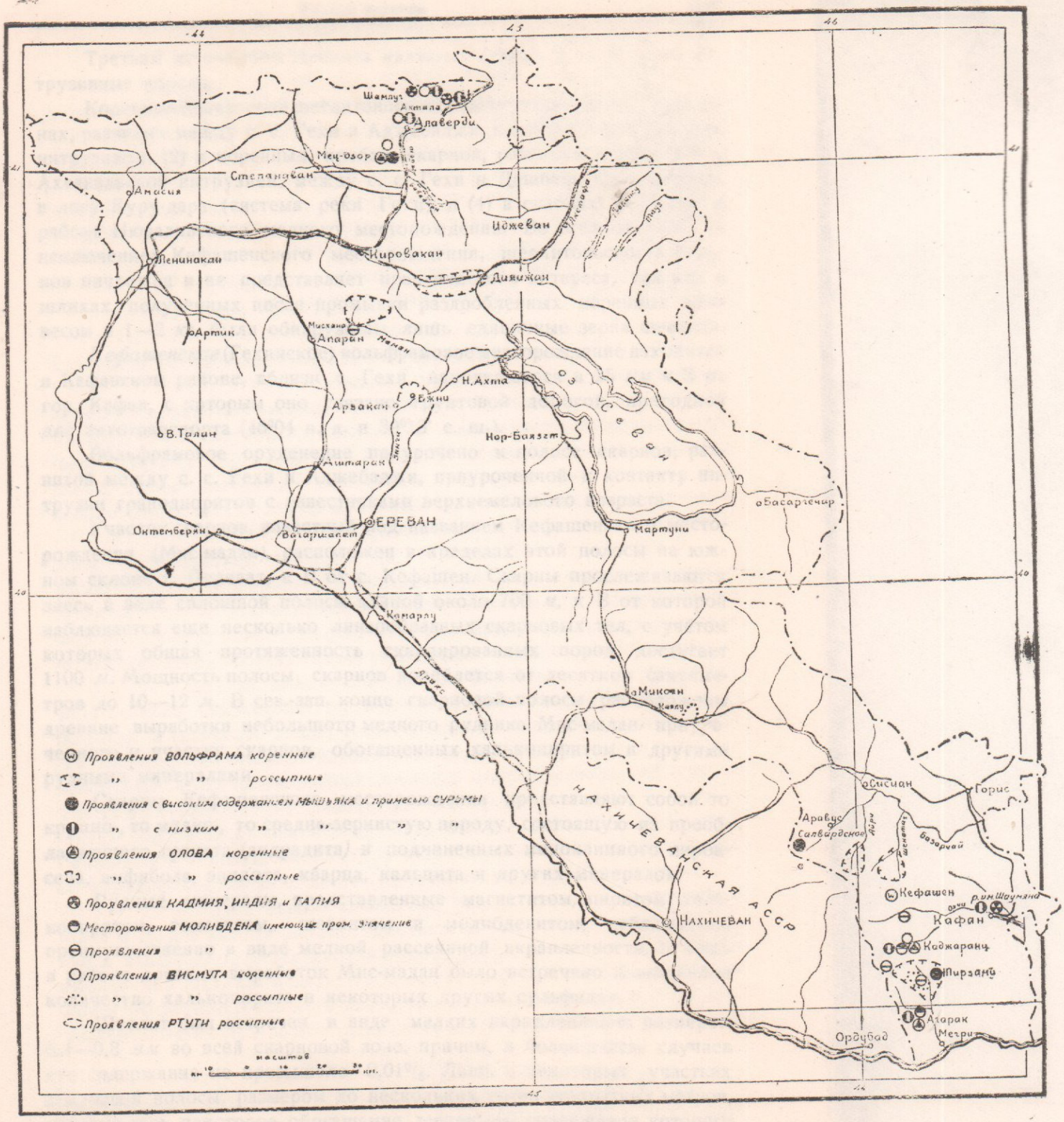


Рис. 24. Карта месторождений и проявлений редких металлов.

Третьим источником шеелита являются скарны и, возможно, интрузивные породы.

Коренные проявления шеелитоносности были установлены (1) в скарнах, развитых между с. с. Гехи и Аджебаджи, в контакте с Гехинским интрузивом, (2) в коренных пробах скарнов, развитых в контакте с Ахсакальской интрузией, между с. с. Гехи и Дашбаш, (3) в скарнах в логу Куру-дара (система реки Гехи), и (4) в скарнах, развитых в районе Нювадинского медного месторождения. Во всех случаях, за исключением Кефашенского месторождения, шеелитоносность скарнов ничтожна и не представляет практического интереса, так как в шлихах, полученных после промывки раздробленных коренных проб весом в 1—2 *кг*, были обнаружены лишь единичные зерна шеелита.

Кефашенское (Гехинское) вольфрамовое месторождение находится в Кафанском районе, вблизи с. Гехи, находящегося в 25 *км* к З от гор. Кафан, с которым оно связано грунтовой дорогой, пригодной для автотранспорта (46°04 в. д. и 39°13′ с. ш.).

Вольфрамовое оруденение приурочено к полосе скарнов, развитой между с. с. Гехи и Аджебаджи, приуроченной к контакту интрузии гранодиоритов с известняками верхнемелового возраста.

Участок скарнов, известный под названием Кефашенского месторождения (Мис-мадан), расположен в пределах этой полосы на южном склоне г. Переват, к В от с. Кефашен. Скарны прослеживаются здесь в виде сплошной полосы длиной около 700 *м*, к В от которой наблюдается еще несколько линзообразных скарновых тел, с учетом которых общая протяженность скарнированных пород достигает 1100 *м*. Мощность полосы скарнов колеблется от десятков сантиметров до 10—12 *м*. В сев.-зап. конце скарновой полосы расположены древние выработки небольшого медного рудника Мис-мадан, приуроченного к участку скарнов, обогащенных халькопиритом и другими рудными минералами.

Скарны Кефашенского месторождения представляют собой то крупно-, то мелко-, то средне-зернистую породу, состоящую из преобладающего граната (андрадита) и подчиненных моноклинного пироксена, амфибола, эпидота, кварца, кальцита и других минералов.

Рудные минералы, представленные магнетитом, пиритом, халькопиритом, гематитом, шеелитом и молибденитом, наблюдаются преимущественно в виде мелкой рассеянной вкрапленности, и лишь в районе древних выработок Мис-мадан было встречено повышенное количество халькопирита и некоторых других сульфидов.

Шеелит был встречен в виде мелких вкрапленников размером 0,4—0,8 *мм* во всей скарновой зоне, причем, в большинстве случаев его содержание не превышало 0,01%. Лишь в некоторых участках скарновой полосы, размером до нескольких сотен квадратных метров, наблюдалось некоторое обогащение шеелитом, содержание которого достигало 0,05—0,3%. Молибденит, как уже отмечалось, присутствует

в виде мелких рассеянных зерен и, по данным анализов нескольких проб, содержание молибдена не превышало 0,05—0,07%.

Месторождение было заснято и опробовано с поверхности партией Арм. Г. У. под руководством Тараяна (29). В результате работ на поверхности не было обнаружено участков с промышленным содержанием шеелита. Для окончательного заключения о промышленной ценности месторождения необходимо провести несколько небольших горных выработок, с целью выяснения вопроса о содержании шеелита на глубине, в первую очередь в участках, обогащенных халькопиритом и другими рудными минералами.

2. Даралагяз

Наличие шеелита в Даралагязе было установлено при шлиховом опробовании в следующих двух участках.

Северные склоны Бергушетского хребта (Сисианский район). При шлиховом опробовании верховьев р. Шенатаг и ее верхних притоков, проведенном в 1940 г. ИГН АН Арм. ССР (2) в ряде шлихов, шеелит был встречен в количестве единичных зерен. Вынос шеелита, вероятно, связан с разрушением пород контактового ореола Шенатагского гранодиоритового интрузива.

В верховьях р. Кошкошти (2), в правом притоке этой реки, впадающем в нее около с. Дастакерт, в нескольких шлихах также было установлено наличие редких зерен шеелита. Вынос шеелита, вероятно, связан с разрушением контактовых ореолов интрузии гранитоидов, обнажающейся выше по течению. Поиски коренных месторождений шеелита в обоих районах не производились.

Район Каялинского интрузива (Азизбековский район). При шлиховом опробовании в басс. р. Арпа (Вост. Арпачай) в шлихах, взятых в реках, размывающих Каялинский кварцево-диоритовый интрузив, Котляром (23) было установлено наличие шеелита. Повторное шлиховое опробование района интрузива, произведенное ИГН АН Арм. ССР в 1940 г. (2), подтвердило шеелитоносность района интрузива, причем в некоторых шлихах содержание шеелита доходило до 1% немагнитной фракции шлиха. Величина немагнитной фракции по отношению к черному шлиху небольшая (менее 1%).

Анализы шести проб контактовых окварцованных пород и скарнов, взятых из контактового ореола интрузива, не обнаружили в них вольфрама. Шеелит не был также обнаружен в шлихах, полученных при промывке раздробленного материала этих проб. Вопрос об источнике шеелитоносности в районе этого интрузива остается невыясненным.

3. Памбакский хребет

Почти все реки, размывающие Памбакский хребет (Апаранский, Ахтинский и Дилижанский районы), подверглись довольно тщательному шлиховому опробованию при поисковых работах, проводившихся Котляром (18—19), Колбиным (17) и Гальяном (7), причем шеелит был обнаружен в ряде шлихов.

Система р. Занги. Наличие шеелита было установлено в следующих, правых притоках р. Занги, размывающих южные склоны Памбакского хребта: р. р. Далар, Сулли-дара, Хопури-дзор, Суниат-дара, Ходжа-дара, Ваник-дзор и Агдаш-дзор, и по р. Мармарик (Маман). Содержание шеелита в шлихах по этим речкам незначительно (редкие зерна); он был обнаружен лишь в единичных шлихах из большого числа русловых проб, взятых по указанным рекам.

Наибольший интерес представляет шеелитоносность участка в верховьях р. Мармарик (Маман), расположенного близ Мисханского медно-молибденового месторождения. Здесь в 12 шлихах, взятых по речкам Дамир-магара и Намезелан, шеелит был обнаружен в количестве от 10% до 50% немагнитной фракции шлиха, составляющей от 0,2—0,5 до 6% черного шлиха. В некоторых шлихах были установлены также редкие зерна вольфрамита. По мнению Котляра (13), источником шеелита являются развитые в этом месторождении скарны, в которых редкие зерна шеелита были обнаружены как в районе самого месторождения, так и в пробах, взятых у ручья Казерт-юрт. Котляр указывает, что вторым, возможным источником вольфрамового оруденения могут быть кварцевые жилы, рассекающие Мисханский интрузив.

Бассейн реки Акстафы. Редкие зерна шеелита были обнаружены при шлиховом опробовании, проведенном в верховьях р. Акстафы, а также ее притоков р.р. Блдан и Гарпи, размывающих контактовые ореолы интрузивных пород, встреченных на северном склоне Памбакского хребта и на южном склоне Бабакарского хребта (13).

Наиболее интересные результаты были получены по шлихам, взятым по речкам, размывающим северные склоны Памбакского хребта. Здесь, в ряде шлихов количество зерен шеелита превышает 10, а в двух шлихах он слагает основную массу немагнитной фракции, составляющей около 0,1% черного шлиха.

Коренные проявления шеелита в этом участке не установлены. Котляр считает, что вынос шеелита, возможно, связан с разрушением кварцевых жил, встреченных в Гилютском интрузивном массиве, а также осветленных участков в этом же интрузиве.

4. Северная часть Армении

В северной части Армении шлиховым опробованием были охвачены лишь небольшие участки, в связи с чем мы не располагаем достаточным материалом, характеризующим шеелитоносность аллювиальных отложений этой части республики. По данным Грушевого (11), взявшего несколько шлихов в районе Кохбского интрузива, в некоторых шлихах были встречены единичные зерна шеелита. Рекогносцировочное шлиховое опробование в Шамшадинском районе дало в отношении вольфрамоносности отрицательные результаты.

Основные выводы

Из приведенного материала видно, что в результате проведенного шлихового опробования была установлена шеелитоносность ряда районов Армении. В большинстве случаев вынос шеелита в аллювиальные отложения связан, повидимому, с размывом контактовых, а возможно и интрузивных пород, содержащих рассеянное вольфрамовое оруденение. В отдельных участках мы, однако, наблюдаем повышенную концентрацию вольфрама, представляющую, возможно, практический интерес.

Наиболее интересными с практической точки зрения являются Кефашенское вольфрамовое месторождение, по которому с целью получения окончательной промышленной характеристики необходимо закончить начатые разведочные работы, а также Каджаранское медно-молибденовое месторождение, руды которого должны быть детально изучены в отношении вольфрамоносности.

Необходимо также провести поисково-разведочные работы в ряде районов, в которых при шлиховом опробовании было установлено повышенное содержание шеелита, в частности по р. Мегри-гет и на сев. склонах Бергушетского хребта.

Мышьяк

1. Общие сведения

Общая характеристика мышьяка и его свойства. Мышьяк представляет собой металл, основные свойства которого приведены в табл. 54. Из более чем 120 минералов мышьяка практически используются в качестве руды этого металла лишь *арсенопирит*, *леллингит*, *реальгар*, *аурипигмент*, *теннантит*, *энаргит* и *скородит*, свойства которых приведены в табл. 55. Главными минералами мышьяка при извлечении металла на собственно мышьяковых месторождениях являются арсенопирит, реальгар и аурипигмент. В США главная масса мышьяка извлекается при плавке энаргитовых руд. в виде так наз. газового мышьяка.

Область применения и требования к сырью. Мышьяк применяется в промышленности преимущественно в виде соединений, так как металлический мышьяк имеет очень ограниченную область использования. Одним из основных свойств мышьяка является его ядовитость, в связи с чем его кислородные соединения широко используются в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями—долгоносиком, филоксерой и др. Со времени первой империалистической войны мышьяковистые соединения получили широкую известность в качестве составной части некоторых удушающих газов.

Значительная часть мышьяка потребляется в стеклоделии для обесцвечивания стекол и для получения эмали. Кроме того, некоторое количество мышьяка употребляется при получении твердой дроби (сплав со свинцом) и некоторых сортов бабита. Препараты

мышьяка находят применение в медицине, в красильном деле, в кожевенной промышленности и в некоторых других отраслях хозяйства. Приводимые в табл. 56 данные о добыче мышьяка в капиталистических странах наглядно иллюстрируют сильный рост потребления в промышленности.

Обычно в чисто мышьяковых месторождениях считается выгодным разрабатывать руды с содержанием порядка 8—10% металла в руде. В некоторых легко обогатимых рудах содержание может быть понижено до 5—6%. В полиметаллических месторождениях с комплексным извлечением нескольких полезных ископаемых оказывается выгодным извлекать мышьяк при 2,5—3% содержании его в руде. Наконец, при улавливании газового мышьяка во время плавки медных руд оказывается выгодным извлекать мышьяк при еще более низком содержании.

Условия образования месторождений и их классификация. Преобладающее количество мышьяковых месторождений связано с гранитоидами, значительно реже встречаются мышьяксодержащие полиметаллические месторождения, связанные с основными породами. Их образование в обоих случаях обусловлено деятельностью гидротермальных растворов, в зависимости от характера которых выделяются следующие генетические типы мышьяковых месторождений:

1. Гипотермальные мышьяковые, золото-мышьяковые, вольфрамо-мышьяковые, олово-мышьяковые месторождения. Преобладающим мышьяковым минералом в этих месторождениях является арсенопирит.

2. Мезотермальные мышьяковые, медно-мышьяковые, никель-кобальт-мышьяковые месторождения. В этих месторождениях мышьяк выступает преимущественно в виде энаргита, теннантита, а также никелевых и кобальтовых арсенидов.

3. Эпитермальные мышьяковые и сурьмяно-мышьяковые месторождения. В них мышьяк выступает преимущественно в виде реальгара и аурипигмента.

В зоне выветривания первичные мышьяковые сульфиды и арсениды легко разрушаются и образуют многочисленные арсениаты, среди которых чаще всего встречается скородит.

Главными производителями мышьяка являются США, Мексика и Бельгия, причем в США основная масса мышьяка извлекается в виде газового мышьяка при плавке медных энаргитовых руд.

Основные месторождения в СССР находятся на Урале (Кочкарское и Джети-гора), в Забайкалье (Дарасунское, Запокровское и Хапчеранга), в Средней Азии (Уч-имчак, Брич-Мула и другие) и в Закавказье. Основные месторождения Закавказья—Лухумское в Зап. Грузии и Джульфинское в Нах. АССР относятся к эпитермальному типу и рудными минералами в них являются реальгар и аурипигмент. Кроме того, в Грузии известно Цемское арсенопиритовое месторождение.

II. Месторождения мышьяка в Арм. ССР

Месторождения мышьяка в Арм. ССР могут быть разбиты на три группы: собственно-мышьяковые месторождения, медные или полиметаллические месторождения, в которых мышьяк присутствует в качестве существенного компонента, и месторождения с ничтожным содержанием мышьяка. К первой группе относится Салвардское месторождение, ко второй—Пирзаминское и Мец-дзорское месторождения, а к третьей—ряд медных и полиметаллических месторождений республики (см. рис. 24).

1. Салвардское месторождение находится в Сисианском районе, близ границы с Нахичеванской АССР, около с. Аравус (49°55′ в. д. и 39°22′ с. ш.).

Месторождение расположено на высоте 2500—3000 *м* на отроге Зангезурского (Конгуро-Алангязского) хребта, являющемся левым склоном речки Джаман-кала. От месторождения до с. Аравус на протяжении 7—8 *км* идет вьючная тропа, а далее от с. Аравус до с. Сисиан можно проехать по колесной дороге длиной в 17 *км*.

Район месторождения сложен преимущественно олигоценовыми эффузивными породами (андезиты и более редкие туфо-брекчии и туфы), которые на небольших площадях перекрываются более молодыми осадочными породами, представленными конгломератами и слабо сцементированными песчаниками. Породы эффузивной толщи слабо дислоцированы и в двух участках прорываются интрузивными породами, представленными монцонитами, диоритами и кварцевыми диоритами. Во многих участках породы эффузивной толщи осветлены в связи с деятельностью гидротермальных растворов, циркуляция которых была приурочена к определенным тектоническим ослабленным зонам. Оруденение приурочено к одной из таких зон осветленных пород, имеющей сев.-зап. простирание и представленной метаморфизированными андезитами, среди которых наряду с полностью окварцованными породами встречаются каолинизированные и эпидотизированные разновидности.

На месторождении установлено несколько оруденелых участков на площади 0,01 *км*². Эти участки имеют неправильную жилообразную форму с крутым или вертикальным падением оруденелых полос, в которых присутствуют тонкие прожилки, вкрапленники и примазки реальгара.

Самый большой „Восточный" участок имеет сев.-зап. простирание (350°) и прослеживается на поверхности на 70—80 *м*, при ширине от 2—3 до 12 *м*. К В от этого участка оруденение скрывается под наносами большого ручья, впадающего в р. Джаман-кала, к З от которого наблюдаются еще два небольших участка площадью в несколько квадратных метров.

„Западный" участок находится в 80 *м* от „Восточного", вверх по реке Джаман-кала. Оруденение представлено узкой полосой сев.-

зап. простирания (340°) и прослеживается на 25 *м*, при мощности в 5—6 *м*.

Рудоносные породы отличаются от осветленных только присутствием реальгара и некоторых других, упоминаемых ниже рудных минералов. Реальгар приурочен к трещинам отдельности, преимущественно сев.-зап. простирания и вертикального падения, и образует примазки, тонкие прожилки и вкрапленники, которые распределены в породе неравномерно и не дают больших концентраций. Мощность прожилков колеблется от долей сантиметра до 2—3 *см*. Помимо реальгара в месторождении встречаются пирит и редкие вкрапленники халькопирита и антимонита. Основной жильный минерал—кварц. Окисленные руды (скородит) развиты на месторождении слабо.

Месторождение относится к эпитермальному типу и образовано, повидимому, гидротермальными растворами, связанными с постолигоценовой гранодиоритовой интрузией.

Месторождение разведывалось в 1939 г., причем было пройдено 6 штолен с общим метражем в 200 *м* и ряд канав и расчисток. Содержание мышьяка в руде колебалось от следов до 3,27% (преимущественно от следов до долей процента), причем с глубиной несколько увеличивалось.

Запасы по месторождению приводятся в табл. 57.

Табл. 57

Участки	Категория А			Категория В+С			Категория А+В+С		
	Руда в *т*	Содерж. мышьяка в %%	Мышьяк в *т*	Руда в *т*	Содерж. мышьяка в %%	Мышьяк в *т*	Руда в *т*	Содерж. мышьяка в %%	Мышьяк в *т*
Восточный	38300	0,38	145						
Западный	5300	0,24	13						
Всего по месторождению	43600	0,34	158	43500	0,36	158	87100	0,35	316

Из приведенных данных видно, что как по содержанию мышьяка в руде, так и по запасам руды и неблагоприятным экономическим условиям месторождение является непромышленным.

2. *Мышьяковое рудопроявление по р. Тайкала.* В Ахтинском районе близ устья лога Тайкала, в 150—200 *м* выше его впадения в р. Мисхана был обнаружен реальгар в виде вкрапленников редких зерен и мелких гнезд в окварцованной брекчиевидной породе, образовавшейся за счет гранодиоритов. Мощность окварцованной зоны равна 2,5—3 *м*, азимут падения 340°, угол 10°. По простиранию зона прослеживается на небольшое расстояние. Помимо реальгара в окварцованной зоне было установлено наличие рассеянного „порошкообразного" аурипигмента. Небольшие разведочные работы, проведенные в 1939 г. под руководством Колбина, дали

отрицательные результаты. Анализ пробы дал 0,04% As_2O_3. В 500 *м* выше по ущелью было встречено еще 4 аналогичных окварцованных зоны со слабым проявлением мышьякового оруденения.

Сходные окварцованные породы со слабым проявлением мышьяковистого оруденения в виде „порошкообразного" аурипигмента (0,08% As_2O_3) были встречены в 2,5 *км* выше селения Агверан, на берегу р. Агверан, у старой кочевки. Все эти проявления мышьякового оруденения практического интереса не представляют.

3. Пирзаминское месторождение. Месторождение это находится в Мегринском районе, в 2 *км* к СЗ от с. Тагамир (46°16′ в. д. и 39°29′ с. ш.).

Месторождение расположено в гранитах и представлено окварцованной оруденелой зоной, прослеживающейся на несколько десятков метров. В отношении размеров залежи и оценки оруденения мнения авторов, посетивших месторождение, расходятся. Конюшевский указывает, что зона оруденения представлена линзой длиной около 50 *м* и шириной около 10 *м*. По Гонтарю (8), жильный раздув имеет в длину около 23 *м* при мощности до 2 *м*, причем суммарная мощность прожилков и линзовидных раздувов не превышает 0,20 *м*.

Рудные минералы представлены пиритом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом и арсенопиритом, причем арсенопирит в некоторых участках является преобладающим минералом.

Содержание мышьяка, по Конюшевскому, колеблется от 1 до 6—7% и местами достигает 15%. По данным Соколова (36), анализы образцов руды дали следующие результаты: As—0,17—3,97%, Pb—0,56%, Cu—0,20%, Zn—1,95%, S—5,69%.

Запасы месторождения, по Конюшевскому, оцениваются в 3—4 тыс. *т* руды при содержании 4—5% мышьяка. Соколов и Гонтарь считают, что месторождение вследствие низкого содержания мышьяка и незначительных размеров рудного тела промышленного интереса не представляет.

4. Мец-дзорское месторождение.[1] Мец-дзорское месторождение находится в Степанаванском районе, в ущелье р. Акчиганки в 4 *км* от сел. Агарак.

Оно расположено в средне-эоценовой порфиритовой толще, заключающей некоторое количество обломков туфов.

Оруденение проявляется в виде нескольких окварцованных и пиритизированных зон, среди которых выделяются кварцевые и кварц-пиритовые жилы.

Наибольший интерес представляет „Верхняя" рудная полоса, прослеженная на 700 *м* (с перерывами на 1000 *м*) и вскрытая на протяжении 142 *м* штольней № 4, заданной по аз. 350°. Штольня № 4 в 1934 г. была восстановлена Баркановым (3). Она вскрывает сложную жилу, выполненную кварцевым жильным материалом и изменен-

[1] См. статью „Медь".

ной пиритизированной и окварцованной породой мощностью до 1,5 *м*, местами переходящую в сплошную кварцевую жилу.

По данным Конюшевского (18), в жиле были встречены линзообразные скопления руды мощностью до 1,5 *м* и длиной до 10—12 *м*.

Жила в основном состоит из кварца и подчиненных—турмалина, пирита, теннантита и энаргита с небольшой примесью станнина, касситерита, сфалерита и галенита. Приведенные в отчете Барканова анализы этих минералов, заимствованные из отчета Циммера, дали следующие результаты:

Минерал	Cu	S	As	Sb	Ag
Энаргит	42—45	27—28,5	15,5—17	0,68—1,0	400
Теннантит	47	30—31	11,8	сл.	1520

По данным Конюшевского, из 2000 пудов руды, полученной при проходке штольни, было получено 195 пудов меди, что соответствует содержанию около 10% меди и 3—4% мышьяка.

Барканов, производивший опробование стенок восстановленной штольни, дает значительно более низкие цифры. Среднее содержание меди, по Барканову, равно 0,56% при ср. мощности в 0,5 *м*. Содержание мышьяка по отдельным пробам, взятым в штольне № 4, колебалось, по Барканову, от 0,09 до 1,09%, причем оно увеличивалось с возрастанием содержания меди. Небольшое количество блеклой руды было установлено Баркановым в отвалах заваленной штольни № 5, заданной в другой, „Средней", рудной зоне, вскрывающей кварцевую жилу с пиритом. Барканов на основании произведенного им опробования дает отрицательную оценку месторождению, отмечая, однако, целесообразность дальнейшей разведки месторождения на глубину бурением.

5. Проявления мышьяка на медных и медно-молибденовых месторождениях. Алавердская группа медных месторождений. Присутствие мышьяка в незначительных количествах было установлено в рудах Ахтальского, Шамлугского и Алавердского медных месторождений (см. табл. 58). Мышьяк связан здесь с блеклой рудой, теннантитом и энаргитом, установленными при микроскопическом анализе руд.

Кафанское медное месторождение. По данным Котляра и Додина (12), при анализах технических проб полиметаллических руд из рудника Шаумян было установлено 0,03% мышьяка. По их же данным, в медной руде Ленинской группы рудников мышьяк присутствует повсеместно в тысячных долях процента.

Опыты по извлечению мышьяка из этих руд, путем их обогащения, производившиеся Зак. Филиалом Института Прикладной Геологии, не дали положительных результатов.

Табл. 58

Месторождение	Место взятия проб	Содержание As(в%)	Примечание
1. Ахтальское	Керн скважины № 3	следы	
2. „	Сфалеритовая руда	0,001 0,008	
3. „	Смесь проб из отвалов штолен Люси, Жан, Казна	0,02	
4. „	Окисленные руды в штольне Жорж	0,01	
5. „	Штуфные пробы	до 0,82	
6. „	Отдельные участки	0,15 0,16	Непроверенные данные
7. Шамлугское	Медно-колчеданные штоки	0,01 0,04	Ряд анализов
8. „	Брекчиевидные руды	0,01 0,024	Ряд анализов
9. „	Медно-цинковые руды	0,01 0,03	1 анализ
10. Алавердское	Жилы южной части	0,02 0,08	Несколько анализов

Анализ теннантита из месторождения показал следующее содержание отдельных элементов в %%:

Cu	S	As	Sb	Ag г/т
40,51	26,03	16,15	1,12	123,2

При микроскопическом исследовании руд обнаружены теннантит и энаргит.

Каджаранское и Агаракское медно-молибденовые месторождения. По данным отдельных анализов, приводимых Мовсесяном (32), в рудах Каджаранского месторождения мышьяк присутствует в количестве от 0,09 до 0,15% и связан, вероятно, с энаргитом и блеклой рудой, встреченными среди минералов этого месторождения. В отчете Барканова (11 а) об Агаракском месторождении указывается, что при анализе валовых и технических проб руд месторождения мышьяк или совсем не обнаруживался, или же улавливались следы этого металла. По его же данным, лишь в одной пробе мышьяк был установлен в количестве 0,08%. Далее он указывает, что анализы 5 бороздовых проб, взятых на Агаракском месторождении, показали содержание мышьяка от 0,02 до 0,05 %. По мнению Барканова, мышьяк связан с блеклой рудой, наличие которой было установлено в одном из просмотренных шлифов. Присутствие мышьяковых минералов в рудах этих крупных месторождений Армении должно учитываться при разработке схемы обогащения руд, как с точки зрения возможности получения мышьякового концентрата, так и с целью удаления мышьяка из молибденового концентрата, в котором он является вредной примесью.

Прочие месторождения. Сведения о наличии небольшого количества мышьяковых минералов имеются для Инакдагского полиметаллического месторождения в Шамшадинском районе (блеклые руды,

38) и Гюмушханского полиметаллического месторождения (блеклые руды, 19). Специальные анализы на мышьяк по этим месторождениям не производились. Присутствие мышьяка было также установлено химическими анализами руд Чибухлинского медного месторождения (21).

Основные выводы

Из приведенного описания видно, что известные месторождения мышьяка в Армении могут быть разбиты на 3 группы:

1. Эпитермальные месторождения, к которым относится Салвардское месторождение. Поиски месторождений этого типа в Даралагязе заслуживают внимания, так как недалеко расположено сходное, разрабатываемое Джульфинское месторождение, и вообще наличие эпитермальных месторождений мышьяка характерно для Закавказской металлогенной провинции. В этом отношении в первую очередь заслуживают внимания сходные окварцованные пиритизированные зоны в Даралагязе, в районе с.с. Арзакан—Мисхана и в Шамшадинском районе.

2. Полиметаллические и медные месторождения, в которых мышьяковые минералы, энаргит, теннантит и арсенопирит являются сопутствующим компонентом. К этой группе могут быть отнесены Пирзаминское и Мец-дзорское месторождения. Промышленные перспективы Пирзаминского месторождения, судя по имеющимся заключениям, ограничены. Большего внимания, несмотря на отрицательное заключение Барканова, заслуживает Мец-дзорское месторождение, так как низкое содержание меди и мышьяка при опробовании стенок штольни не совсем совпадает с данными Конюшевского. Возможно, что это объясняется тем, что богатые руды были полностью извлечены при проходке штольни № 4. Во всяком случае, группа месторождений этого типа, как показывает практика, может с успехом разрабатываться, так как мышьяк из них может улавливаться в виде „газового мышьяка".

3. К третьей группе относится ряд *медных, медномолибденовых и полиметаллических месторождений* Армении, в которых мышьяка содержится от 0,7 до 0,007% (связан в большинстве случаев с редким теннантитом). Возможность извлечения мышьяка из этих руд практически не изучена, и добыча вряд ли окажется рентабельной, но наличие в них мышьяка должно учитываться при разработке схем обогащения руд тем более, что для молибденового концентрата мышьяк является вредной примесью.

Сурьма

I. Общие сведения

Свойства и область применения сурьмы. Сурьма представляет собой металл, основные свойства которого приведены в табл. 54. В настоящее время известно около 80 сурьмяных минералов, но прак-

тический интерес представляют лишь антимонит, окисленные сурьмяные минералы (сурьмяные охры, валентинит и др.) и частично-сурьмяные блеклые руды и сульфосоли. Главным источником сурьмы является антимонит, основные свойства которого и некоторых других сурьмяных минералов приведены в табл. 55.

Сурьма применяется в различных областях промышленности. Главная масса металла идет на получение бабита и других подшипниковых сплавов, для получения типографского металла и на изготовление аккумуляторов. В меньшем количестве сурьма употребляется для получения твердой дроби, на покрытие кабелей, в военной промышленности, на изготовление эмали, красок, бронзы, фольги и в других отраслях промышленности.

Приведенные в табл. 56 данные характеризуют положение с добычей сурьмы в капиталистических странах. Основным источником сурьмы является минерал антимонит или продукты его окисления в зоне выветривания. Из тетраэдрита и других сульфосолей сурьма извлекается лишь из немногих серебряно-свинцовых месторождений при их комплексной разработке.

Обычно экономически рентабельным считается разработка антимонитовых месторождений с содержанием металла не ниже 5%, но в случае комплексной разработки некоторых сурьмяно-ртутных и сурьмяно-мышьяковых месторождений минимальный экономически выгодный процент содержания может быть значительно снижен.

Условия образования месторождений. Большинство сурьмяных месторождений связано с отложением из более холодных (эпитермальных) растворов, отдаленных иногда на значительное расстояние от родоначальных магматических очагов. В этих месторождениях сурьма нередко ассоциируется с киноварью, реальгаром и аурипигментом.

Блеклая руда и другие сурьмяные сульфосоли образуются в более высокотемпературных условиях и нередко являются составными частями полиметаллических руд многих мезотермальных месторождений.

В зоне выветривания сурьмяные сульфиды переходят в сурьмяные окислы и гидроокислы, часто трудно распознаваемые простым глазом.

Основными производителями сурьмы являются Китай (свыше 70 %), США и Боливия. В СССР наиболее крупные месторождения сурьмы находятся в Средней Азии (Кадамджайское), Казахстане (Тургайское), в Красноярском крае (Богучанское) и в Дальневосточном крае (Ленинское).

II. Месторождения сурьмы в Армянской ССР

В Армении самостоятельные месторождения сурьмы до настоящего времени не известны, но в небольшом количестве металл присутствует в рудах следующих месторождений (см. рис. 24).

1. Салвардское месторождение (см. главу „Мышьяк"). При изучении руд месторождения в них были встречены редкие кристаллы сурьмяного блеска (6).

2. Мец-дзорское месторождение (см. главу „Мышьяк"). В рудах Мец-дзорского месторождения сурьма была обнаружена при анализе минералов энаргита (0,68—1.00%) и теннантита. Специальные анализы руд на сурьму не производились.

3. Алавердская группа месторождений (см. статьи „Медь" и „Свинец и цинк"). При анализе двух проб брекчиевидных руд Шамлугского месторождения была установлена сурьма в количестве от 0,11 до 0,32 и в медно-цинковых рудах штока F в количестве 0,02% (23).

4. Кафанская группа месторождений (см. ст. „Медь" и „Свинец и цинк"). Специальные исследования руд Кафанского и Шаумянского месторождений на сурьму не производились. При анализе теннантита из этих месторождений сурьма была обнаружена в количестве 1,12 % (12).

5. Прочие месторождения. В рудах Инакдагского месторождения (см. ст. „Свинец и цинк") из сурьмяных минералов был обнаружен тетраэдрит, а в рудах Гюмушханского месторождения блеклая руда и буланжерит (14). Анализы этих руд на сурьму не производились.

Основные выводы

Из приведенного материала видно, что промышленно интересные концентрации сурьмы в Армении не обнаружены. Для металлогении Армении чрезвычайно характерно преобладание мышьяка над сурьмой, в связи с чем в медных и полиметаллических рудах изученных месторождений блеклые руды почти всегда представлены теннантитом, а не тетраэдритом.

Олово

Общие сведения

Свойства и область применения олова. Основные свойства олова приведены в табл. 53 и 54. Из 20 минералов олова практический интерес представляют лишь касситерит и станнин, свойства которых приведены в табл. 55, причем главная масса олова добывается из касситерита.

Олово имеет широкое применение начиная с бронзового века. Картину современного потребления олова в различных отраслях промышленности дает таблица, по данным на 1939 г. в процентах, приведенная на стр. 270.

Главным потребителем олова является консервная промышленность, второе место занимает автомобильная промышленность. Данные о добыче металла приведены в табл. 56. Необходимо отметить, что добыча олова регулируется искусственно по соглашению главных

Белая жесть	Припой	Бабит и др. подшипников сплавы	Бронза	Фольга	Тюбы	Окись олова	Химич. преп.	Прочие отрасли
40,6	22,7	8,1	7,5	2,1	4,4	1,4	1,8	4,4

производящих капиталистических фирм с целью сохранения сравнительно высоких цен на металл. Главная масса добываемого и переплавляемого олова контролируется английским капиталом.

В экономически благоприятных условиях считается выгодным разрабатывать месторождения олова с содержанием 0,2—0,8% металла. В некоторых промышленных месторождениях олово извлекают попутно и при значительно более низком содержании металла. Россыпные месторождения олова разрабатываются обычно при содержании 0,1—0,01%.

Добытые из коренных месторождений руды олова подвергаются предварительному мокрому обогащению и так же, как и руды из россыпных месторождений, поступают на рынок в виде концентратов.

Условия образования месторождений. Для олова характерна связь с породами гранитной магмы, причем так же, как и вольфрам, олово отчетливо концентрируется в остаточном магматическом расплаве, с дальнейшей эволюцией которого связано образование следующих типов месторождений олова:

1. Пегматитовые месторождения, имеющие сравнительно небольшое промышленное значение вследствие незначительного суммарного количества и неравномерного распределения в них касситерита. Касситерит в пегматитах отлагается, повидимому, в связи с воздействием более поздних пневматолито-гидротермальных выделений на ранее образовавшиеся главные минералы пегматитов. Часто выделение касситерита бывает связано с альбитизацией и грейзенизацией пегматитов, причем нередко с отложением касситерита бывает связано образование минералов лития, тантала, ниобия и др. редких элементов.

2. Кварц-касситеритовые месторождения являются существенным источником олова, и, кроме того, с их разрушением в зоне выветривания связано образование ряда россыпных месторождений олова.

По условиям генезиса некоторые месторождения этого типа могут быть отнесены к пневматолитовым, а другие к гидротермальным.

Месторождения этой группы могут быть подразделены на следующие основные разновидности—оловоносные грейзены, касситерито-топазовые, касситерито-полевошпатовые и касситерито-кварцевые.

3. Касситерит-сульфидные месторождения являются существенным источником олова. По характеру парагенезиса среди них можно выделить различные подтипы, начиная от контактовых скарновых

месторождений и кончая мезотермальными месторождениями, в которых касситерит ассоциируется со сфалеритом и галенитом. Во многих месторождениях этого типа наряду с касситеритом присутствует и станнин.

4. Вторичные россыпные месторождения. Касситерит—минерал с высоким удельным весом и стоек в условиях зоны окисления. В связи с этим при выветривании коренных месторождений он образует повышенные концентрации в элювиальных и аллювиальных отложениях—россыпи, из которых добывается главная масса олова.

Главнейшие месторождения олова сосредоточены на ЮВ Азии, в Боливии, Африке, Австралии.

Главная масса олова добывается в Британской Малае, Голландской Индии, Таи (Сиаме), Китае, Боливии, Нигерии и в Бельгийском Конго.

В СССР наиболее крупные месторождения олова находятся в сев.-вост. части Азии и Забайкалье. Кроме того, ряд более мелких месторождений известен в Средней Азии, Казахстане, Зап. Сибири, на Урале, Кавказе и в других местах.

II. Месторождения олова в Армянской ССР

Самостоятельные коренные месторождения олова в Армении в настоящее время неизвестны. Шлиховое опробование, проведенное в ряде районов республики, не обнаружило значительных скоплений касситерита, могущих представить практический интерес. Присутствие олова было установлено химическими анализами в рудах некоторых медных и полиметаллических месторождений, причем, однако, во многих случаях не удалось установить, с каким минералом связано обнаруженное олово. Присутствие олова установлено в частности в рудах следующих месторождений (см. рис. 24).

1. Агаракское медно-молибденовое месторождение (см. ст. „Медь"). По данным Барканова (3), при анализах некоторых проб из Агаракского месторождения было обнаружено следующее количество олова (см. табл. 59).

Табл. 59

Выработки	Характеристика пробы	Число проб	Олово в %	Примечание
Штольня № 7	Валовая № 1	1	0,01	
Штольня № 7	Валовая № 5	1	0,03	Контрольная проба Sn—0.02
»	Валовая б/н	2	0,01	
»	Рядовая б/н	4	0,01	

Видимого касситерита в месторождении не обнаружено. По предположению Барканова, олово ассоциируется с кварцем, т.к. в сульфидных концентратах повышенного содержания металла не наблюдалось.

2. Прочие проявления оловоносности в Мегринском районе. Под руководством Гонтаря в 1938 г. в Мегринском районе были произведены специальные поисковые работы на олово, сопровождавшиеся шлиховым опробованием (8). Из взятых свыше 200 коренных бороздовых проб в пегматитовых, кварцевых и рудных жилах и оруденелых зонах месторождений, при химико-спектроскопических анализах наличие ничтожного количества олова было установлено лишь в шести пробах, взятых в следующих участках:

1) В районе местн. Мулк в гранодиоритах были опробованы на площади около 2 *км*² 8 кварцевых и 12 пегматитовых жил небольшой величины, содержащих слабую вкрапленность и мелкие прожилки пирита, халькопирита и реже молибденита. Химико-спектроскопические анализы 22 бороздовых проб, взятых из этих жил, лишь в одной обнаружили наличие 0,001% олова.

2) В верховьях р. Мулк были обнаружены 2 кварцевые жилы, обогащенные халькопиритом и молибденитом, и 2 кварц-пегматитовые жилы с незначительной вкрапленностью пирита, халькопирита и редкого молибденита. При химико-спектроскопическом анализе бороздовых проб, взятых из этих жил, лишь в одной было обнаружено 0,001% олова.

3) В 3,5 *км* к В от Дебаклинского перевала, в местн. Читабли при опробовании кварцевой жилы, содержащей ничтожное количество пирита и халькопирита, в одной из 5 бороздовых проб было обнаружено 0,001% олова.

4) В бороздовой пробе, взятой в пегматитовой жиле, расположенной в верховьях р. Шир-шир, у с. Гомаран (Кафанский район), было установлено 0,001% олова.

5) В пегматитовой жиле, расположенной в 1 *км* к СЗ от с. Нор-Аревик, в одной бороздовой пробе было установлено наличие 0,001% олова.

6) В кварцевой жиле, расположенной в 0,5 *км* к Ю от район. центра Мегри, в одной бороздовой пробе было установлено 0,001% олова.

3. Каджаранское медно-молибденовое месторождение (см. ст. „Медь“ и „Молибден“). По данным Мовсесяна (24), при химических и химико-спектроскопических анализах отдельных образцов руд Каджаранского месторождения в некоторых из них было установлено олово в количестве от следов до 0,01%. Самостоятельных минералов олова в рудах установлено не было.

4. Мец-Дзорское месторождение в Степанаванском районе (см. ст. „Медь“ и „Мышьяк“). По данным Барканова (4), при анализе двух проб из жилы № 4 (штольня № 4) олово было установлено в количестве 0,018%. При детальной микроскопической обработке руд месторождения, проведенной Магакьяном (20), в них установлены станнин и касситерит.

5. Алавердская группа месторождений (см. ст. „Медь", „Свинец и цинк" и „Серебро"). По данным Грушевого, Степаняна и Монахова (9, 23, 24, 27), олово было установлено химическими и химико-спектроскопическими анализами в рудах Алавердского, Шамлугского и Ахтальского месторождений.

По Алавердскому месторождению мы имеем анализы лишь для южной части месторождения, в которой по некоторым пробам химанализами было установлено от 0,02 до 0,06% олова. В Шамлугском месторождении олово было установлено анализами не во всех штоках. Анализы руд из штоков „С" и „F" установили присутствие олова в количестве 0,01—0,02%. Руда из штольни № 25, по данным Грушевого, содержала 0,005% олова.

Сведения об оловоносности руд Ахтальского месторождения приводятся в работах Грушевого и Степаняна.

По данным Степаняна, анализ средней пробы полиметаллической руды из отвалов штолен Люси, Жорж, Казна установил наличие 0,01% олова. По данным Грушевого, содержание олова в полиметаллических рудах Ахтальского месторождения несколько ниже и равно для отвалов штока Сен-Жоржа и Владимир 0,005% и для обожженной и недоплавленной руды из старого штабеля—0,008% олова.

Как установлено детальной микроскопической обработкой руд, проведенной Магакьяном (20), олово в Шамлуге и Алаверди связано со станнином.

6. Проявления оловоносности в Ахтинском районе. При шлиховом опробовании в Ахтинском районе единичные зерна касситерита были встречены в некоторых шлихах, взятых в ущелье Хачои-дзор, по р. Далар, в ущельях Ходжа-дзора, Чартул-дзора, Агдаш-дзора и в одном шлихе, взятом в районе Мисханского медно-молибденового месторождения (13). В целях выяснения источника оловоносности Колбиным (18) были взяты пробы в коренных породах. При опробовании кварцевых жил, развитых среди палеозойских „Агверанских" гранитов в 5 из 8 взятых проб было обнаружено олово в количестве от 0,02 до 0,001%. В одной из 6 взятых в контактовых сланцах проб олово было обнаружено в количестве 0,008%, а при опробовании гранитов и гнейсов в одной из трех взятых проб было обнаружено 0,003% олова. Нигде при изучении шлихов, промытых из раздробленной породы, минералы олова не были обнаружены.

Колбин считает, что касситерит, обнаруженный в некоторых шлихах указанного района, связан с рассеянной оловоносностью в гранитах и кварцевых жилах. Все указанные проявления оловоносности промышленного интереса не представляют.

7. Прочие проявления оловоносности. Наличие олова также было установлено при химико-спектроскопических анализах скарнов Кефашенского (Гехинского) месторождения вольфрама (29).

При шлиховом опробовании, проведенном Котляром (13) в Шам-

шадинском районе, в некоторых шлихах были встречены единичные зерна касситерита.

Основные выводы

Из приведенных сведений видно, что олово в количествах порядка 0,0X—0,00X% содержится во многих рудных месторождениях Армянской ССР. Как уже отмечалось, только в рудах месторождений Мец-дзор, Алаверди и Шамлуг были установлены микроскопически самостоятельные минералы олова—станнин и касситерит. Вполне возможно, что во многих других месторождениях олово находится не в виде изоморфных примесей в рудных, а возможно и силикатных минералах. В этом отношении интересны работы K. Hoehne, производившего специальные исследования оловоносности галенитов некоторых месторождений Верхн. Силезии и пришедшего к выводу о том, что олово в них находится в рассеянном состоянии.

Извлечение олова из руд в этом случае представит значительные затруднения. Во всяком случае вопрос об оловоносности некоторых крупных медных месторождений Арм. ССР заслуживает более детального изучения, так как, несмотря на незначительное содержание этого металла, при намечаемых крупных масштабах разработок в Агараке и Каджаране, в случае благоприятного разрешения вопросов извлечения олова, сможем получить довольно значительное количество этого металла.

Оловоносность кварцевых и пегматитовых жил, несмотря на то, что в некоторых из них было установлено олово, никакого практического интереса, повидимому, не представляет.

Кадмий

1. Общие сведения

Свойства и область применения кадмия. Кадмий является металлом, основные свойства которого приведены в табл. 54. Для кадмия характерна тесная геохимическая связь с цинком, и он обычно наблюдается в виде изоморфной примеси в цинковых минералах. Обычно промышленными считаются цинковые руды с содержанием 0,2—0,4% кадмия. В очень редких случаях количество кадмия в сфалерите возрастает до 1,5 и даже 3—5%. Самостоятельных минералов кадмия известно два—гринокит, основные свойства которого приведены в табл. 55, и мало изученный карбонат отавит; но они не играют большой роли в добыче металла, который извлекается попутно при переработке цинковых руд. В 1939 г. из тонны цинка, добытого в капиталистических странах, извлекалось 2,8 *кг* кадмия, а в США даже 4,7 *кг*. Кадмий—металл, который стал потребляться промышленностью сравнительно недавно, причем он с успехом используется в ряде отраслей хозяйств; применяется в качестве заменителя цинка и олова в ряде металлических покрытий и при приготовлении

ряда сплавов. Наиболее важными из них являются антифрикционные сплавы, в которых кадмий заменяет олово, сплавы с медью, которые применяются для приготовления троллейных проводов, цинково-кадмиевые паяльные сплавы и другие. Амальгама кадмия применяется в зубоврачебном деле. Соли кадмия применяются в медицине, красильном деле и в пиротехнике.

Данные о добыче кадмия приведены в табл. 56 и наглядно иллюстрируют рост потребления этого металла.

Условия генезиса кадмия те же, что и для цинка, т. е. его образование связано с деятельностью гидротермальных растворов (см. ст. „Свинец и цинк").

Кадмий присутствует в цинковых рудах ряда месторождений СССР, например, Садонского и Риддерского месторождений, Тетюхе, Кансая, Салаира и многих других. Для некоторых месторождений уже осуществляется практическое извлечение кадмия при переработке цинковых руд.

II. Месторождения кадмия

Постоянная генетическая связь с цинком заставляет в первую очередь уделить внимание вопросу о наличии кадмия в цинково-медных и полиметаллических месторождениях Арм. ССР. Однако содержание кадмия в рудах указанных месторождений специально не изучалось, имеющиеся же единичные данные приводятся ниже (см. рис. 24).

1. Алавердская группа месторождений (см. ст. „Медь", „Свинец и цинк" и „Серебро").

Ахтальское полиметаллическое месторождение. По данным Степаняна (26), при анализе смешанной пробы руды из отвалов штолен Люси, Жорж и Казна кадмий был установлен в количестве 0,11%, и при анализе проб из керна буровой скважины № 3 в количестве 0,03%.

Шамлугское медное месторождение. При анализе пробы медно-цинковой руды из штока „F" кадмий был установлен в количестве 0,03% (23).

2. Кафанская группа месторождений (см. ст. „Медь" и „Свинец и цинк"). Кадмий был установлен в количестве 0,10—0,12% в некоторых случайных пробах полиметаллической руды из рудника им. Шаумяна (12). Анализы на кадмий цинкового концентрата, получаемого из руд Шаумянского месторождения на Кафанской обогатительной фабрике, показали, что он содержит кадмий в количестве 0,2%.

Каджаранское медно-молибденовое месторождение (см. ст. „Медь" и „Молибден"). Химико-спектроскопические анализы образца полиметаллической руды из штольни № 2 обнаружили слабые линии кадмия (24).

Из приведенных сведений видно, что вопрос о наличии кадмия в рудах Арм. ССР изучен в недостаточной степени. Работу в первую

очередь нужно направить на изучение наличия кадмия в рудах Шаумянского месторождения, из которых извлекается цинковый концентрат.

Индий

I. Общие сведения

Свойства и область применения индия. Основные свойства индия приведены в табл. 54. Самостоятельных минералов индий не образует, но наблюдается в повышенном количестве в некоторых цинковых обманках (до 0,1—0,3%), в халькопирите и в некоторых сульфостаннатах свинца и сурьмы (до 0,1—1%). Главнейшим практическим источником индия являются цинковые обманки, причем промышленное извлечение индия производится из кадмиевых осадков, получаемых при электролитической переработке цинковых руд (кэки).

Индий является одним из очень мягких металлов. Он может применяться в качестве покрытия цветных металлов для их защиты от коррозии, для приготовления электро-вакуумных и измерительных приборов (термометров), для приготовления зеркал (лучший металл для рефлекторов), для приготовления светящихся флюоресцирующих экранов, в телевидении и в некоторых других специальных отраслях электротехники и военной промышленности. Индий находит себе применение также в зубоврачебном и ювелирном делах и для приготовления некоторых медикаментов.

Мировая добыча индия точно не учитывается. По данным Ферсмана, за период 1926—1936 гг. ежегодно добывалось около 2—3 *т* индия, причем в добыче металла наблюдается значительный рост.

Условия образования. Накопление сульфидов, содержащих индий, связано с деятельностью гидротермальных растворов, причем по последним исследованиям наиболее богатыми оказываются богатые железом и марганцем темные цинковые обманки, образующиеся в более высокотемпературных гидротермальных месторождениях.

Присутствие индия в СССР установлено в рудах ряда полиметаллических месторождений, причем, по данным последних анализов, особенно высокое содержание индия устанавливается в некоторых рудах из месторождений северных отрогов Тяньшаня и Карамазара (Тадж. ССР), месторождений в с.-в. Азии и некоторых месторождений Кавказа и Закавказья.

II. Месторождения индия

Вопросу о наличии индия в рудах Арм. ССР до настоящего времени уделялось мало внимания. Интересно отметить, что акад. Ферсман на основании нескольких анализов считает, что Кавказ и Закавказье представляют интерес, как районы с повышенным содержанием индия (см. рис. 24).

Химико-спектроскопические анализы на индий производились

только для руд *Алавердского* и *Шамлугского* месторождений. Наличие индия в рудах Алавердского месторождения было установлено Ненадкевичем и Карповым. Химико-спекроскопические анализы руд Шамлугского месторождения (23) установили в них наличие индия (слабые линии), который, однако, не был обнаружен при химическом анализе тех же руд.

Интересно отметить, что химико-спектроскопические анализы чисто медных руд южной части Алавердского месторождения индия не обнаружили (27).

Содержание индия в рудах Кафанской группы, по данным Прокопенко, составляет 0,02—0,03% (26).

III. Основные выводы

При дальнейших исследованиях руд Арм. ССР необходимо уделить серьезное внимание вопросу о наличии в них индия, причем в первую очередь внимание должно быть уделено исследованию цинковых руд и в частности цинкового концентрата, полученного при обогащении полиметаллических руд рудника Шаумяна.

Галлий

I. Общие сведения

Свойства и область применения галлия. Основные сведения о металле приведены в табл. 54. Самостоятельных минералов галлий не образует, но он был обнаружен в повышенном количестве в некоторых цинковых обманках (обычно не выше 0,002%), минералах германия (германит из месторождения Тоумеб в Африке содержит 0,74% галлия), а также во многих алюминиевых минералах. Практическое значение пока имеют лишь сульфидные руды (цинковая обманка) и германит, хотя повышенное количество галлия было установлено в некоторых мусковитах, в нефелине и бокситах. Максимальное накопление галлия наблюдается в пегматитах и гипотермальных сульфидных месторождениях.

Галлий применяется для изготовления светящихся составов, в производстве кислотоупорных изделий, в вакуумной технике, при изготовлении специальных термометров, как катализатор при некоторых химических процессах, при изготовлении некоторых медицинских препаратов.

Систематического учета добычи галлия нет; по имеющимся данным, его добыча составляет всего несколько десятков килограммов в год.

Получение большей части галлия основано на базе германитовых руд месторождения Тоумеб.

II. Месторождения галлия

Изучение вопроса о наличии галлия в рудах Арм. ССР почти не производилось, и в настоящее время мы имеем лишь результаты нескольких химико-спектроскопических анализов, приводимых в табл. 60.

Таблица 60

№№ п/п	Месторождение	Место взятия проб	Содерж. Ga.
1	Каджаранское медно-молибденовое	Штуфные образцы руды	Очень слабые линии
2	Шаумянский рудник	Сфалерит	0,1%
3	Шамлугское м-ние	Пробы руд разных штоков	Слабые линии
4	Шамлугское „	Сфалерит	0,01%

Дальнейшие исследования галлия в Арм. ССР должны итти, с одной стороны, по линии изучения руд цветных металлов (в первую очередь цинковых руд) и с другой—по линии изучения вопроса о наличии галлия в нефелиновых, андалузитовых, каолиновых и бокситоподобных породах республики, которые должны рассматриваться как возможные будущие руды алюминия, т. к. при извлечении из них алюминия возможно накопление галлия в первых фракциях электролитического алюминия. Высокое содержание галлия в цинковых обманках из рудника им. Шаумяна представляет большой интерес и требует дальнейшего изучения как руд этого месторождения, так и получаемого из них цинкового концентрата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арапов Ю. А. Скарны Армении. Рукопись. Фонд ИГН АН Арм. ССР. 1941 г.

2. Арапов Ю. А. Полевой отчет о работе экспедиции по изучению скарнов за 1940 г. Рукопись. Фонд ИГН АН Арм. ССР.

3а. Барканов И. В. Агаракское медно-молибденовое месторождение. Рукопись. Фонд. Арм. ГУ. 1934 г.

3б Барканов И. В. К вопросу изучения оловоносности Мегринского района ССР Армении. Рукопись. Фонд Арм. ГУ. 1934 г.

4. Барканов И. В. Очерк геологии и рудных месторождений северной части Степанаванского района ССР Армении и т. д. Рукопись. Фонд Арм. Г.У. 1934—35 г.

5. Боровик С. А. и др. Галлий в минералах и рудах СССР. „Известия" АН СССР. Серия геологич. № 3 1941 г.

6. Виноградова В. Н. Геология сев.-вост. части Сисианского района Арм ССР и Салварлские месторождения мышьяка. Рукопись. Фонд Арм. ГУ. 1939 г.

7. Гальян А. М. Отчет о результатах шлихового опробования в районе с. с. Арзакан, Бжни Ахтинского района Арм. ССР. Рукопись. Фонд Арм. ГУ. 1938 г.

8. Гонтарь П. Д. Изучение оловоносности Мегринской интрузии юго-вост. части ССР Армении. Рукопись. Фонд Арм. ГУ. 1938 г.

9. Грушевой В. Г. Медные месторождения Алавердского района ССР Армении. ОНТИ. 1935 г.

10. Грушевой В. Г. Алавердское медное месторождение в Закавказье. Изд. ГГРУ. 1930 г.

11. Грушевой В. Г. Интрузия кварцевого диорита у с.с. Шнох и Кохб Алавердского района. Рукопись. Фонд Арм. ГУ. 1938 г.

12. Котляр В. Н. и *Додин А. А.* Зангезур. Рукопись. Фонд Арм. ГУ. 1936 г.

13. Котляр В. Н. Отчет о работе по шлиховому опробованию в Апарано-Мисханском и Шамшадинском районах Арм. ССР. Рукопись. Фонд Арм. ГУ. 1938 г.

14. Котляр В. Н. Гюмушское полиметаллическое месторождение. Рукопись. Фонд Арм. ГУ.

15. Котляр В. Н. Геологическое строение, интрузивы и оруденение Даралагезского и Сисианского районов. Рукопись. Фонд Арм. ГУ. 1938 г.

16. Котляр В. Н. Памбак (Интрузивы и т. д.) Рукопись. Фонд Арм. ГУ. 1939 г.

17. Колбин М. Ф. Отчет о результатах шлихового опробования в 1939 г. в районе с.с. Арзакан, Агверан, Бжни. Рукопись. Фонд Арм. ГУ.

18. Конюшевский Л. Месторождения в местности Мец-дзор. Рукопись. Фонд Арм. ГУ.

19. Конюшевский Л. Отчет о геологических исследованиях месторождений медных руд в Зангезуре и т. д. Материалы для геологии Кавказа. 1911 г.

20. Магакьян И. Г. Редкие и благородные металлы Арм. ССР. Рукопись. Фонд Арм. ГУ и ИГН АН Арм. ССР. 1943 г.

21. Мкртчян С. С. Чибухлинское медное месторождение. Рукопись. Фонд Арм. ГУ.

22. Мкртчян С. С. и *Арутюнян А. М.* Отчет о геолого-поисковых работах на редкие металлы в Зангезуро-Мегринском районе Арм. ГУ. Рукопись. Фонд Арм. Г.У. 1940.

23. Монахов Н. Я. и *Степанян О. С.* Шамлугское медное месторождение. Рукопись. Фонд ИГН АН Арм. ССР. 1940.

24. Мовсесян С. А. Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение. Рукопись. Фонд ИГН АН Арм. ССР. 1940 г.

25. Отчет о работах Азербайджанского геологического управления в 1940 г. Труды Азербайдж. Геолог. Упр. № 2. 1941 г.

26. Прокопенко Н. М. Геохимическая характеристика руд Зангезурского месторождения. Рукопись. Фонд Арм. ГУ. 1943 г.

27. Степанян О. С. Ахтальское полиметаллическое месторождение. Изд. Арм. ФАН-а. 1938 г.

28. Степанянц О. С. Южная часть Алавердского месторождении. Рукопись. Фонд ИГН АН Арм. ССР. 1939 г.

29. Соколов Отчет для промышленности о работах Нювадинской геолого-разведочной партии. Рукопись. Фонд Арм. ГУ.

30. Тараян С. А. Предварительный отчет о работе Гехинской геолого-поисковой партии. Рукопись. Фонд Арм. ГУ. 1940 г.

Н. А. Акопян

Свинец и цинк

I. Общие сведения

Свинец и цинк генетически обычно тесно связаны друг с другом и в большинстве случаев извлекаются одновременно из т. наз. полиметаллических руд. В этих рудах помимо свинца и цинка нередко в качестве существенных составных частей присутствуют медь, золото и серебро.

Общая характеристика свинца и цинка и их свойства

Свинец был известен еще до нашей эры. Он представляет собой металл синевато-серого цвета, основные физические свойства которого даны в табл. 61.

Таблица 61

	Атомный вес	Удельный вес	Температура плавлен. по С	Температура кипения по С	Электропроводность при 0° по С	Теплоемкость от 0—300° в калориях	Теплопровод. при 0°—20°	Твердость по шкале Мооса	Прочн. на разр. *кг/мм*	Линейн. коэф. расш. при 20° С	Модуль упруг. *кг/см*
Свинец	207,2	11,37	327,4	1525	(4,91—5,18) $\times 10^{-4}$	—	0,084	1,5	1,8	$0,29 \times 10^{-4}$	0,16
Цинк	65,37	6,9—7,2	419,4	930	$17,4 \times 10^{-4}$	0,098	0,27	2,5	—	$0,28 \times 10^{-4}$	$\times 10^{4}$

Характерными особенностями свинца являются его мягкость, ковкость, легкоплавкость и высокий удельный вес. По химическим свойствам свинец принадлежит к IV группе периодической системы Менделеева, но в своих соединениях выступает преимущественно как двухвалентный элемент. На воздухе свинец легко окисляется; при этом образуется нерастворимая пленка окислов свинца, которая защищает нижележащие слои металла от окисления. Свинец не растворяется в соляной и серной кислотах, так как образующиеся на поверхности металла пленки нерастворимых сернокислого или хлори-

стого свинца защищают металл от коррозии. В азотной кислоте и щелочах свинец растворим. Антикоррозионные свойства защитных пленок, образующихся на свинце, играют большую роль в определении областей его потребления.

Свинец используется как в виде чистого металла, так и в виде различных сплавов, наиболее известными из которых являются припой—сплав с оловом, типографский металл—сплав с сурьмой и оловом, свинцовая бронза—сплав с медью и т. д.

Свинец является сравнительно мало распространенным элементом, и его кларк (процентное весовое количество в земной коре), по Ферсману, равен $1{,}6 \times 10^{-3}$. В природе известно около 180 минералов свинца, наиболее важные из которых приведены в табл. 62.

Таблица 62

Металлы	Минералы	Химический состав	Содержание металла в %	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет
Свинец	Галенит	PbS	86,6	кубическая	2,5—2,75	7,4—7,6	Свинцово-серый
	Буланжерит	$5PbS.2Sb_2S_3$	55,4	ромбическая	2,5—3	5,7—6,3	Синевато-свинцово-серый
	Джемсонит	$2PbS.Sb_2S_3$	50,8	моноклин.	2—3	5,5—6,0	Серый
	Бурнонит	$2PbSCu_2S.Sb_2S_3$	42,5	—.—	2,5—3	5,7—5,9	Стально-серый до железо-черн.
	Церуссит	$PbCO_3$	77,6	—.—	3—3,5	6,46—6,57	Белый, серый, серовато-черный
	Англезит	$PbSO_4$	68,3	—.—	2,75—3	6,3—6,39	Белый, иногда синий
	Вульфенит	$PbMoO_4$	55,8	тетрагон.	2,75—3	6,7—7,00	Желтый до белого
Цинк	Сфалерит	ZnS	67,0	кубическая	3,5—4	3,9—4,1	Желтый, коричн.-черный
	Смитсонит	$ZnCO_3$	52,0	тригональн.	5,5	4,30—4,45	Белый
	Каламин	$Zn_2SiO_4H_2O$	53,7	ромбическая	4,5—5	3,40—3,50	Белый

Основная масса свинца добывается из галенита; в значительно меньшем количестве он извлекается из буланжерита, бурнонита и джемсонита. Из окисленных свинцовых минералов наиболее важными являются церуссит, англезит и вульфенит.

Главная масса свинца добывается из первичных сернистых руд, причем, обычно одновременно, со свинцом из этих руд извлекаются другие металлы, чаще всего цинк, серебро, медь и золото. Значительно меньшую роль играют окисленные руды, которые часто бывают богаче первичных сернистых руд.

Применение свинца и требования к сырью. Благодаря мягкости, ковкости и антикоррозионным свойствам свинец в настоящее время применяется во многих отраслях народного хозяйства. Одна четверть свинца используется на изготовление аккумуляторов, широко применяемых в авто-,авио- и радиопромышленностях. Второе место по потреблению свинца занимает кабельное производство (на освинцование кабелей расходуется около одной пятой всего свинца). Машиностроительная промышленность использует сплавы свинца с медью и оловом (баббиты). В полиграфической промышленности свинец входит в состав типографских сплавов. Для изготовления шрапнели применяют сплав свинца с сурьмой. Тонкая свинцовая фольга (толщиной от 0,025—0,0125 *мм*) предохраняет ряд предметов (чай, кондитерские и табачные изделия и т. д.) от света и влаги. Свинцовые белила и краски известны повсеместно. В сернокислотном производстве из свинца изготовляются камеры и другое оборудование. При транспортировке коррозирующих жидкостей применяются свинцовые трубопроводы.

Обычно при содержании 5—6% свинца руды считаются промышленными. Однако, в случае комплексной разработки месторождения с извлечением цинка и в особенности в случае месторождений с повышенным содержанием серебра и золота считается выгодным разрабатывать месторождения даже с содержанием 3% свинца.

В 1941 г. в США одна тонна 80% свинцового концентрата расценивалась в 76,54 долл., или 405,66 руб. по официальному курсу; стоимость одной тонны свинца была равна 127,9 долл., или 677,9 руб. по официальному курсу.

Цинк. Так же, как и свинец, давно известен главным образом в виде сплава с медью—латуни. По внешнему виду цинк представляет собой металл синевато-серебристого цвета. Основные физические свойства его приведены в табл. 61. Характерными особенностями цинка являются его хрупкость при обыкновенной температуре (при температуре 120—150° он тягуч и ковок) и способность образовывать на воздухе пленку окиси, защищающей металл от дальнейшего окисления. По химическим свойствам цинк принадлежит ко II группе периодической системы Менделеева и выступает в своих соединениях как двухвалентный металл. Цинк растворяется в кислотах и щелочах. При высокой температуре он горит, образуя белый дым окиси

цинка. Широкую известность приобрели различные сплавы цинка, наиболее важными из которых являются латунь—сплав цинка с медью, алюминиевая бронза—сплав цинка с медью и алюминием, баббит—сплав цинка с медью, оловом и сурьмой, и т. д.

Распространенность цинка в земной коре почти в 10 раз превышает распространенность свинца, и его кларк, по Ферсману, равен 0,02. В природе известно около 60 минералов цинка; наиболее важные из них приведены в табл. 62.

Цинк обычно встречается вместе со свинцом, медью и некоторыми другими металлами полиметаллических месторождений. Основная масса цинка добывается из сфалерита (цинковой обманки); другие минералы цинка играют небольшую роль. Сфалерит часто содержит изоморфные примеси кадмия, индия, галлия и германия (см. ст. „Редкие металлы"), которые иногда попутно извлекаются при переработке цинковых руд.

Применение цинка и требования к сырью. Цинк применяется в различных областях промышленности. Особое значение он имеет в производстве оцинкованного железа, благодаря своей способности предохранять последнее от коррозии. Чистый цинк широко применяется в типографском деле (цинкография). Сплавы цинка и в частности латунь, баббит и бронза широко используются в машиностроении и в различных отраслях промышленности. Из окиси цинка приготовляются белила и краски, она же используется в резиновой (изготовление линолеума) и в стекольной промышленностях. К окиси цинка прибегают при получении ряда химических и медицинских препаратов. Хлористый цинк идет на пропитку шпал, телеграфных столбов и т. д. как средство, предохраняющее их от гниения.

Промышленными принято считать руды, содержащие 8—10% цинка. Требование такого высокого содержания металла в руде при его сравнительно высокой цене объясняется значительными потерями цинка во время переработки руды. Обычно в полиметаллических рудах, содержащих свинец, медь и другие металлы, требования к содержанию цинка в руде снижаются до 3—4%.

По данным справочников, в 1941 г. в США одна тонна 60% цинкового концентрата расценивалась в 55,28 долл., или 291,98 руб. по официальному курсу. Стоимость одной тонны металла была равна 165,30 долл., или 876 руб. по официальному курсу.

Полиметаллические свинцово-цинковые руды, залегающие почти всегда в виде жильных или линзообразных тел и прослеживающиеся обычно на значительную глубину, добываются с помощью подземных горных выработок. Полученная руда в большинстве случаев поступает на обогатительную фабрику, где методом флотации производится обогащение руды с разделением ее на свинцовый, цинковый и медный концентраты, дальнейшая обработка которых уже производится раздельно. Большая часть серебра при этом уходит в свинцовый концентрат, а золота, в основном, в медный концентрат. Свин-

цовый концентрат должен содержать не менее 80% свинца, а цинковый концентрат от 40 до 60% цинка и, нередко, до 0,5 кадмия.

Полученные концентраты в дальнейшем поступают на металлургические заводы для выплавки из них металлов.

Условия образования месторождений свинца и цинка и их классификация

Основная масса промышленных месторождений свинца и цинка принадлежит к гидротермальному типу (гипо-, мезо- и эпизонам). Месторождения гипотермального типа не имеют широкого распространения, однако, некоторые крупные месторождения относятся к данному типу (Брокен-Хилл в Австралии, Тетюхе в СССР и другие). Месторождения, образовавшиеся в мезотермальных условиях, являются самыми значительными и важными. Среди мезотермальных месторождений наблюдаются: жильный тип (Садонское в Сев.-Осетинской АССР, Фрейбергское в Германии, Кафанское в Армянской ССР), линзообразные залежи в сланцах с проявлением метасоматоза (Алтай) и метасоматический тип в известняках (Кара-Тау в Казахской ССР, месторождение в штате Миссури в США и другие).

Если в гипо- и мезотермальных месторождениях ведущую роль играют свинец и цинк, то в эпитермальном типе главными ценными составными частями являются серебро и золото, при подчиненном значении свинца и цинка (месторождения серебра в Мексике), поэтому эпитермальные полиметаллические месторождения, в основном, являются серебросодержащими.

Помимо гидротермальных месторождений, подчиненное значение имеют магматические сульфидные месторождения и пегматиты, содержащие серебро, свинец и цинк, но не дающие их промышленных концентраций. Очень редко относительно более существенные цинковые концентрации отмечаются в месторождениях контактово-метасоматического типа (Нью-Джерси в США), где нередко образуются цинковые силикаты и окислы (франклинит, виллемит, цинкит и другие).

Главнейшие месторождения заграницей и в СССР

Крупнейшие зарубежные месторождения свинца и цинка находятся в США (Ледвилл, месторождения шт. Миссури и др.), в Канаде, в Мексике, в Европе (Бельгия, Германия, Италия) и в Австралии (район Брокен-Хилл).

В СССР известен ряд месторождений свинца и цинка, наиболее важными из которых являются: Алтайская группа, Турланское месторождение в Кара-Тау (Казахская ССР), Карамазар (Таджикская ССР) и другие в Ср. Азии, Нерчинская, Дальневосточная (Тетюхе и др.) и Сев.-Кавказская группа (Садонское и другие). Более мелкие полиметаллические месторождения известны на Урале, в Донбассе,

в сев. частях СССР (Новая Земля, Вайгач, Кольский полуостров) и в ряде других мест.

В Закавказье известен ряд мелких месторождений полиметаллов, расположенных в Армении, Азербайджане (Мехмана) и в Абхазии.

Запасы и размеры добычи свинца и цинка

Ввиду отсутствия систематического учета запасов свинца и цинка заграницей не представляется возможным привести цифру запасов свинца и цинка по иностранным месторождениям. Запасы свинца и цинка по месторождениям СССР на 1. I. 1936 г. составляли (см. табл. 63):

Таблица 63

Металл	Категория запасов (в тыс. т)		
	A+B	C_1	C_2
Цинк	2258	2060	2881
Свинец	1337	967	1803

В таблице 64 приводятся данные о добыче свинца и цинка в капиталистических странах с выделением основных производящих стран. Из этой таблицы видно, что Америка дает больше половины ежегодно производимого свинца и почти половину цинка. Сопоставление добычи свинца и цинка за последние три десятилетия хотя и показывает известный рост добычи металлов по сравнению с 1931 г., но не столь сильный, как это характерно для легких и многих редких металлов.

Таблица 64 (в тыс. т)

Металл	Страны	1913 г.	1929 г.	1933 г.	1937 г.	1938 г.	1939 г.
Цинк	Мировая добыча	1002	1740	1489	1668	1589	1600
	В том числе:						
	в США	—	573	475	535	415	450
	в Бельгии	—	198	195	226	210	180
	в Германии	—	102	136	163	192	240
	в Канаде	—	78	138	144	156	160
Свинец	Мировая добыча	1176	1752	1489	1720	1705	1725
	В том числе:						
	в США	—	624	363	426	344	410
	в Австралии	—	177	201	234	236	240
	в Канаде	—	144	168	186	186	190
	в Мексике	—	249	218	231	243	200

Данные о добыче свинца и цинка в СССР за последние годы не публикуются. Основными разрабатываемыми месторождениями являются месторождения Алтая (Риддер, Змеиногорск, Зыряновское

и другие), Ср. Азии (Кара-Тау и Карамазар), Сев. Кавказа (Садонское и другие) и Дальне-Восточного Края (Тетюхе, Синанча и др.).

В Закавказье в настоящее время извлекается цинк лишь из руд рудника им. Шаумяна в Кафанской группе месторождений.

II. Месторождения свинца и цинка

Все наиболее значительные промышленные полиметаллические месторождения Арм. ССР территориально тяготеют к районам расположения медных месторождений. Исторические материалы определенно указывают, что ряд свинцово-цинковых месторождений был известен еще с очень давних времен и на некоторых из них велись небольшие кустарные разработки. Во второй половине XVIII и в начале XIX в. в. разрабатывались руды Ахтальского полиметаллического месторождения (Сев. Армения), главным образом из-за повышенного в них содержания благородных металлов (золота и серебра). В течение XIX и в начале XX в. в. производились небольшие разведки Гюмушханского месторождения (Южн. Армения). При разработке Алавердского, Шамлугского и Кафанского (Катар-Кавартского) медных месторождений одновременно с медной рудой было добыто небольшое количество свинцово-цинковой руды.

В настоящее время полиметаллические медно-цинковые руды добываются на руднике им. Шаумяна в Кафанской группе месторождений. Руды этого рудника перерабатываются на местной обогатительной фабрике, и из них получается медный и цинковый концентраты. При нормальной загрузке обогатительной фабрики медно-цинковая ее секция может переработать в год 75.000 *т* руды и дать при 4% содержании цинка в руде 6500 *т* 46% цинкового концентрата. Полученный цинковый концентрат отправляется на дальнейшую переработку на завод „Электроцинк" в гор. Джауджикау (Владикавказ Сев.-Осет. АССР).

На Алавердском и Шамлугском рудниках наряду с медными штоками в последние годы периодически разрабатывались и медно-цинковые с содержанием от 4 до 7% цинка. Однако эти руды шли непосредственно в плавку без селективного обогащения, и цинк при этом терялся. Свинец в разрабатываемых медно-цинковых рудах содержится в таком небольшом количестве, что его извлечение представляет мало интереса. Единственные более богатые свинцом руды Ахтальского месторождения в настоящее время не разрабатываются.

Обычно в большинстве полиметаллических руд Арм. ССР отмечается явное преобладание цинка над свинцом.

Почти все свинцово-цинковые полиметаллические месторождения приурочены к туфо-порфиритовым мезозойским (реже третичным) толщам и редко к интрузивным породам (см. рис. 25). Генетически все полиметаллические месторождения Армении могут быть

Рис. 25. Карта месторождений полиметаллических руд.

отнесены к гидротермальному типу (мезо- и эпизонам). Наибольшее количество месторождений относится к жильным, кроме того встречаются и штоковые месторождения.

Несмотря на довольно детальные геологические работы по ряду месторождений полиметаллов, в Арм. ССР до сих пор нельзя отметить ни одного крупного месторождения. Из известных ныне полиметаллических месторождений наиболее важным является действующая группа рудников им. Шаумяна Кафанского медного месторождения (Южн. Армения) и Ахтальское месторождение, разрабатывавшееся в прошлом, но недостаточно разведанное на глубину. Наряду с ними имеется несколько менее значительных месторождений, расположенных, главным образом, в южн. районах республики (Гюмушханское, Газминское и др.); однако небольшие запасы и малоблагоприятные транспортные условия снижают в значительной степени их значимость и интерес к ним.

По связи с крупными интрузивными комплексами и некоторым генетическим особенностям и территориальному расположению все месторождения разбиваются нами на две основные группы: 1) месторождения Сев. Армении и 2) месторождения Южн. Армении.

Месторождения Северной Армении

Алавердская группа месторождений

В Сев. Армении обособляется Алавердская группа, объединяющая Алавердское и Шамлугское медные месторождения с отдельными полиметаллическими рудными телами, Ахтальское медно-свинцово-цинковое месторождение и ряд более мелких месторождений и рудопроявлений, содержащих руды свинца и цинка. В геологическом строении района указанных месторождений принимают участие в основном вулканогенные породы юрского и третичного возрастов, которым подчинены осадочные образования—известняки и песчаники. Все эти породы прорываются гранитоидами преимущественно гипабиссального типа, образующими небольшие интрузивные залежи, штоки, дайки и лакколиты, возраст которых, по данным различных исследователей, не древнее юрского и не моложе третичного. Эти интрузивы сопровождаются дайками диабазов и порфиритов. Все указанные породы в отдельных участках перекрываются четвертичными лавами андезито-базальтового состава. Рудные месторождения района генетически связаны с интрузиями и контролируются дизъюнктивными нарушениями. Ниже приводим описание отдельных месторождений.

Ахтальское медно-свинцово-цинковое месторождение

Ахтальское месторождение расположено в Алавердском районе, в ущелье небольшой речки Учкилиса, в 2 *км* к СЗ от жел.-дор. ст. Ахтала. Географическое положение месторождения опре-

деляется 41°09′ с. ш. и 44°46′ в. д. Месторождение связано с жел.-дор. ст. Ахтала как узкоколейной жел. дорогой длиной в 2,5 *км*, так и шоссе протяжением в 3 *км*.

Ахтальское месторождение было известно в глубокой древности, однако оно разрабатывалось в более крупном масштабе с конца XVIII века, главным образом на серебро. В литературе имеются указания на то, что Ахтальский завод в лучший год своей работы дал 1,5 *т* чистого серебра. В течение всего XIX в., вплоть до 1887 г., работы на месторождении возобновлялись несколько раз, но велись с большими перерывами. В 1887 г. рудники перешли в ведение французской компании, эксплоатировавшей месторождение в очень небольшом масштабе вплоть до 1913 г.

В отношении использования ахтальских руд, согласно имеющимся данным, можно сказать, что они, несмотря на содержание в них цинка, свинца, меди, серебра и золота, никогда комплексно не разрабатывались. До работ французской компании извлекались только золото и серебро, французами же выплавлялись только медь и частично благородные металлы, а цинк и свинец шли в отвал (28).

В 1925—1926 гг. из одного восстановленного горизонта Сан-Жорж было добыто 325 *т* серного колчедана. С 1931 по 1934 г. Алавердским комбинатом на месторождении были проведены небольшие разведочные работы, которые в последующем были прекращены.

Начиная с 1941 г. Армянским геологическим управлением на месторождении проводятся геолого-разведочные работы с целью выявления промышленного значения барита, образующего самостоятельные гнезда и присутствующего в значительном количестве в полиметаллических рудах. Одновременно проводятся небольшие разведочные работы и Армянской конторой „Цветметразведка".

Данных о размере добычи ахтальских руд по 1785 г. нет. Начиная с 1785 по 1933 год, за разновременные промежутки эксплоатации рудников, по не вполне достоверным данным, добыча полиметаллической руды, медной руды и серного колчедана составляет около 50.000 *т*.

Интересно привести некоторые данные, касающиеся добычи благородных металлов из ахтальских руд. Так, в 1785 г. выплавлено от 300 до 450 л (1—1,5 *т*) золотистого серебра. За 1801—1811 г. получено 16 *кг* золотистого серебра. В 1913 г. было добыто 45,3 *кг* серебра и 0,61 *кг* золота, в 1914 г. 229 *кг* серебра и 9 *кг* золота.

Геологическое строение месторождения представляется в следующем виде: нижние горизонты сложены среднеюрскими (?) кварцевыми порфирами, на которые налегают плагиоклазовые порфириты, их туфы и туфобрекчии. В толще кварцевых порфиров наблюдается единичный выход кератофиров; вдоль речки Учкилиса, протекающей в районе месторождения, обнажаются четвертичные базальтовые потоки, не принимающие участия в формировании месторождения; наконец, плагиоклазовые порфириты и кварцевые порфиры секутся

дайками диабазовых порфиритов и порфиритов мощностью от 40 *см* до 3 *м*.

Толща кварцевых порфиров, являющихся рудовмещающими породами месторождения, гидротермально изменена, и особенно сильно в участках залегания рудных тел.

Месторождение приурочено к крылу большой пологой антиклинали. Пологое залегание пород на участке месторождения осложнено рядом нарушений (сбросо-сдвигового характера), основные направления которых выражены двумя типами трещин: 1) сев.-вост. простирания с падением на З 60—80° и 2) сев.-зап. простирания с падением на В 60—80°. Помимо трещин указанных направлений, имеются небольшие нарушения широтного простирания с пологими углами падения. Дайки приурочены, главным образом, к указанным тектоническим нарушениям. Полиметаллическое оруденение приурочено к полосе гидротермально метаморфизованных кварцевых порфиров. Изменение пород, выраженное пиритизацией, каолинизацией, окварцеванием, заохренностью и обесцвечиванием, отмечается отдельными полосами и участками, главным образом, у зон нарушений. Рудные тела не имеют непосредственного выхода на поверхность и залегают вдоль зон нарушения. Штольни фиксируют оруденение по вертикали более чем на 110 *м*; ниже горизонта штолен, еще на 100 *м*, буровыми скважинами отмечаются вкрапленность и прожилки полиметаллического оруденения. Оруденение приурочено непосредственно к висячему боку кварцевых порфиров у контакта с перекрывающими их порфиритами и, по Степаняну, главным образом, контролируется упомянутыми трещинами.

Полиметаллическое оруденение в основном представлено крупными гнездами, изредка удлиненной линзообразной формы, реже жилообразными телами и вкрапленными рудами. Всего установлено 10 штоков. Согласно архивным данным, самое большое рудное скопление, отмеченное в штольне „Жорж", имело в длину 55 *м*, в ширину до 17 *м* и мощность от 0,8 до 3,5 *м*.

Минералогический состав руд. Руды Ахтальского месторождения содержат: из первичных минералов—сфалерит, пирит, халькопирит, галенит, борнит, теннантит, энаргит (?); из вторичных минералов—ковеллин, халькозин, малахит, водные окислы железа. Из жильных минералов присутствуют—барит, кварц, кальцит, серицит, каолинит и гипс, причем барит в отдельных участках дает крупные скопления, имеющие промышленное значение (см. ст. „Барит").

Химический состав руд. Среднее содержание металлов в добытых ранее рудах колебалось для *меди* от 3 до 8%, для *цинка* от 5 до 25% и для *свинца* от 3 до 8%. Среднее суммарное содержание металлов в отсортированной руде доходило до 18%; содержание же *золота* колебалось в пределах от 1 до 40 *г/т*, *серебра*—от 70 до 2.000 *г/т* и более. Средние пробы для золота показывали содержание от 3 до 5 *г/т* и для серебра 300—350 *г/т*. Произведенные в 1934—

1935 гг. анализы некоторых образцов дали несколько пониженное содержание: для золота 1,5 *г/т* и серебра 150 *г/т*. Степанян предполагает, что пониженное содержание благородных металлов может быть объяснено тем, что в анализ не вошли пробы из участков с богатой серебристой рудой, или же, возможно происходит обеднение месторождения в отношении золота и серебра с глубиной.

Данные многочисленных анализов определенно устанавливают связь наличия благородных металлов с блеклымм рудами и серебристым галенитом. В тех участках, где блеклые руды дают относительно небольшие скопления, отмечается повышенное содержание в рудах мышьяка (см. статьи „Редкие металлы" и „Молибден"). Из других редких металлов в рудах Ахтальского месторождения необходимо отметить наличие *кадмия* до 0,1%, связанного с цинковой обманкой, и *молибдена* в сотых долях процента.

Наличие редких металлов, при возможности дальнейшего комплексного их использования с основными компонентами, конечно, повышает интерес к месторождению.

Барит имеет наибольшее распространение в верхних горизонтах месторождения и обычно заполняет пространство между рудными жилами и боковыми породами. По форме баритовые тела представляют собой небольшие штоки или гнезда чечевицеобразной формы, которые более подробно описаны в ст. „Барит" (Минер. ресурсы Арм. ССР, т. II). По оценке Армянского геологического управления, качество барита высокое и он по химическому составу полностью соответствует кондициям на этот вид сырья согласно требованиям нефтяной, химической, лакокрасочной, резиновой и других отраслей промышленности.

Генезис. По генетическому типу Ахтальское месторождение относится к верхней зоне мезотермального класса. В этом убеждает, с одной стороны, парагенезис минералов рудных тел с характерным комплексом минералов мезотермальной группы, а с другой стороны — характер метаморфизма боковых пород с типичными процессами серицитизации, хлоритизации и окварцевания.

Запасы руд. Ахтальское месторождение в течение ряда последних лет почти не разведывалось и, поэтому, запасы его руд могут быть даны лишь ориентировочно, частично на основании общих прогнозов и лишь по низким категориям.

Инженер де-Морган, работавший при французских концессионерах, определил запасы полиметаллической руды Ахталы в 120.000 *т*. Согласно имеющимся в Армгеофонде сводкам запасов полезных ископаемых (24), неутвержденные запасы руд Ахтальского месторождения по категории C_1 выражаются цифрой в 50 000 *т*, свинца 1 500 *т*, цинка 5 000, меди 1 000 *т*. Для *меди* принято содержание в 2% (до 10%), для *цинка* — 10% (от 4,5 до 20—25%), *свинца* 3% (до 8%), для *золота* от 1 до нескольких десятков *г/т* и, наконец, *серебра* от 100 до 1500 *г/т*.

Помимо полиметаллов, как уже указывалось выше, Ахтальское месторождение представляет также интерес в отношении возможности попутного извлечения редких металлов и нерудных полезных ископаемых барита и яшмовидного кварца.

В отношении барита месторождение также не разведано, но, повидимому, запасы этого минерала достигают значительной величины, т. к. по предварительным данным Армянского геологического управления запасы барита лишь на участках штолен „Люси" и „Казна" достигают 25 000 *т* по категориям A_2+B.

Промышленно-экономическая оценка. Из приведенных данных видно, что Ахтальское месторождение представляет определенный экономический интерес, как в отношении содержащихся в его рудах металлов, так и в отношении барита. Дать в настоящее время полную оценку месторождения, ввиду его неразведанности, не представляется возможным, так как мы не знаем, какая часть запасов руды была взята из месторождения за длительный период его эксплоатации и сколько руды сохранилось еще в недрах. В отношении барита месторождение также представляет большой интерес, так как, судя по запасам в разведанной части, барит, независимо от полиметаллов, может служить объектом самостоятельной добычи; при попутном извлечении ценных металлов разработка месторождения на барит окажется еще более эффективной.

Месторождение находится в весьма благоприятных транспортно-экономических условиях, вблизи крупных действующих рудников вблизи железнодорожной станции, с которой связано узкоколейным транспортом.

Необходимые мероприятия. Разведка месторождения должна быть продолжена и значительно расширена с охватом всех участков, причем его изучение должно проводиться комплексно с точки зрения возможности использования как барита, так и металлов, содержащихся в руде. Наряду с разведочными работами следует проводить исследования по обогащению руд Ахтальского месторождения и извлечение из них наряду с свинцом, цинком и меди, редких и благородных металлов. В случае благоприятных результатов разведки возможным потребителем барита может, в первую очередь, оказаться нефтяная промышленность Закавказья, а полиметаллов—союзная промышленность цветных металлов и, частично, местная промышленность.

Шамлугское медное месторождение. Шамлугское месторождение, подробное описание которого приводится в статье „Медь", представлено рядом рудных штоков, имеющих форму плоских залежей, залегающих в гидротермально измененных кератофирах. Кератофиры подстилаются туфобрекчиями и порфиритами и перекрываются толщей среднеюрских известковистых песчаников и туфопесчаников. Эти породы прорываются крутопадающими дайками и пластовыми жилами альбитофиров и дайками диабазов. Распределение

рудных залежей контролируется, с одной стороны, наличием пологих куполовидных складок, к крыльям которых они приурочены, а с другой—рядом дизъюнктивных нарушений сбросо-сдвигового характера сев.-вост. и широтного простирания.

Размеры рудных штоков достигают по длине до 100 *м*, по ширине до 50—80 *м* и по мощности 10—20 *м*.

Наряду с преобладающими медными встречаются полиметаллические и серноколчеданные штоки.

К группе полиметаллических штоков относятся: штоки „F", „Борис", „Оруденение наклонки № 33" и другие. Полиметаллические штоки, по сравнению с другими штоками месторождения, имеют значительно меньшие размеры (так, по простиранию длина штока „F" равна 55 *м*, мощность рудного тела около 5 *м*).

Всего в настоящее время известно более 6 полиметаллических штоков, приведенных в табл. 65.

Минералогический состав полиметаллических руд характеризуется резким преобладанием сфалерита над пиритом, галенитом и халькопиритом. Различают массивные, брекчиевидные и вкрапленные медно-цинковые руды. Массивные руды большого распространения в штоках не имеют. Содержание сфалерита в них колеблется в пределах от 15 до 35%, халькопирита от 3 до 6%.

Брекчиевидные руды в настоящее время эксплоатируются на медь (цинк же при плавке частично выгорает или уходит в шлаки). Содержание сфалерита доходит до 2—5%, меди в среднем около 1,2%.

Вкрапленные руды ввиду небольшого содержания металлов (сфалерит—от следов до 3%, халькопирит—от 0,5 до 1,0%) и незначительной распространенности большого практического интереса не представляют.

Во всех полиметаллических штоках обнаруживается вертикальная зональность: в висячем боку штоков располагаются блоки и гнезда массивных руд (мощность зоны от нескольких десятков *см* до 1 *м*), ниже зона брекчиевидных руд (мощностью от 1 до 2 *м*) и еще ниже—зона вкрапленных руд (мощностью до 2 *м*). Границы между ними не резкие, и по мощности зоны не выдержаны.

Помимо указанных штоков сфалерит и галенит присутствуют и в других рудных телах в незначительных количествах, не представляющих в большинстве случаев промышленного интереса.

Химический состав руд. Анализы медно-цинковых руд дают следующие результаты: содержание *меди* колеблется от 0,73 до 6%, в среднем же 2,53%; содержание *цинка* в массивных и брекчиевидных рудах колеблется от 1,60 до 21,74%, в среднем 11,76%; *свинец* составляет от 0,1 до 3% руды и достигает в среднем 1,5%, содержание *серы* колеблется от 13 до 40%, и равно в среднем 25%.

Помимо указанных элементов, химическими анализами установлено незначительное количество *мышьяка* и *сурьмы*.

Приведенные данные с полной очевидностью указывают на необходимость комплексной разработки медно-цинковых руд.

О наличии благородных металлов ясно свидетельствуют анализы различных образцов шамлугских руд, показывающих, что серебро содержится от 5,2 до 29,5 *г*, а золото от 0,1 до 1,9 *г* на *т* руды.

В настоящее время наряду с серебром из руд Шамлуга извлекается также золото.

Запасы полиметаллических руд приводятся в табл. 65. Следует подчеркнуть, что штоки полиметаллических руд разведаны весьма слабо и то попутно с изучением медных руд; исходя из этого, приведенные в таблице цифры не отражают всех запасов медно-цинковых руд Шамлугского месторождения.

Промышленно-экономическая оценка. Не имея самостоятельного практического значения, медно-цинковые руды Шамлугского месторождения приобретают определенную ценность в связи с наличием более крупных запасов полиметаллических руд соседнего, Ахтальского месторождения. При наличии в Алавердском районе обогатительной фабрики для селективной флотации полиметаллических руд безусловно окажется рентабельной эксплоатация медно-цинковых руд Шамлугского месторождения.

Благодаря тому, что тела полиметаллических руд расположены в пределах действующих рудников, разработка их значительно облегчается.

Таблица 65

Запасы цинка в полиметаллических рудах Шамлугского месторождения

Штоки	Категория A+B			Категория C_1			Категория A+B+C_1			Среднее содержание меди в %%
	Руда в *т*	Содержание цинка в %%	Цинк в *т*	Руда в *т*	Содержание цинка в %%	Цинк в *т*	Руда в *т*	Содержание цинка в %%	Цинк в *т*	
Борис	1500	6,0	90	—	—	—	1500	6,0	90	5,5
Наклонка 33	2000	14,3	286	1100	14,3	157	3100	14,3	443	1,7
Шток „F“	543	7,5	41	390	7,0	27	933	7,3	68	1,9
Шток „Жан“	158	11,0	17	1020	10,0	102	1178	10,15	119	3,0
Шток „H“+35 уступ	2000	4,0	80	2000	4,0	80	4000	4,0	160	2,0
Шток „Д“ ниже—6 уст.	5000	7,0	350	1000	7,0	70	6000	7,0	420	2,8
Итого ..	11.201	7,71	864	5510	7,9	436	16.711	7,73	1300	

Алавердское медное месторождение

Алавердское месторождение, подробное описание которого дано в статье „Медь", приурочено к толще гидротермально измененных пород, происшедших за счет изменения среднеюрских туфов, туфобрекчий и порфиритов, и контролируется взбросом меридионального простирания. В этой полосе залегают рудные штоки и гнезда, размеры которых по простиранию доходят до 100 *м*, по падению 140—160 *м*, при мощности в пределах от 10 до 15 *м*. Общее количество медных штоков в центральной части месторождения достигало 40. Аналогично Шамлугскому месторождению здесь наряду с преобладающими медными рудными телами встречаются штоки с существенно полиметаллическим и серноколчеданным оруденением (штоки „Катт", „Мадлен" и др.). Скопления медно-цинковых руд были встречены также и в медных штоках. Грушевой отмечает, что в нижних горизонтах месторождения резко преобладают пирит и халькопирит, выше к ним присоединяется в большом количестве цинковая обманка (отчасти борнит, галенит и блеклые руды) в самых верхах преобладают существенно полиметаллические руды.

Минералогический состав руд. Полиметаллические руды состоят в основном из сфалерита, халькопирита, пирита, галенита, блеклой руды, жильного гипса и др. минералов. Для руд этого типа отмечается зернистая структура; для руд из верхних горизонтов характерна тонкозернистость до перехода в микроскопически плотные разности с ровным гладким изломом.

Химический состав руд. В табл. 66, заимствованной из работы Грушевого (12), приведены неполные анализы полиметаллических руд.

Таблица 66

Штоки / Металлы	Харитовск.	Централь: Проба 1	Централь: Проба 2	Централь: Проба 3	Жила 1 Регион	„И"	Катт (г-нт Армана)	Барибин	Катт (г-нт Пьер)
Цинк в %	28,0	33,25	7,76	19,15	37,48	43,97	11,58	30,35	18,28
Свинец —„—		14,28	0,77	1,81	13,91	4,39	0,54	4,33	2,25
Серебро *г/т*	92	328	32,8	123,6	—	503,2	73,43	84,4	106,8

Руды Алавердского месторождения содержат также и золото в количестве около 1 *г* на тонну руды. Золото и серебро извлекаются путем электролиза из черновой меди, получаемой из алавердских руд.

Запасы руды. Выявленные до настоящего времени, в основном, медные штоки Алавердского месторождения отработаны: по оставленным участкам, богатым полиметаллической рудой, существуют лишь отрывочные сведения. Многие из штоков, в которых оставлены участки медно-цинковой руды, в настоящее время недоступны и для их достижения потребуется проводить в большом объеме восстановительные работы. Наиболее крупные скопления медно-цинковой

руды известны по штокам „Катт", „Мадлен" и рудному проявлению горизонта+108. По данным Алавердского рудоуправления, запасы руды по штоку „Катт" определяются по категории C_1 в 18.000 *т*, что при содержании 2,9% цинка соответствует 525 *т* металла.

Жила горизонта+108 не разведывалась; по устным данным работников рудоуправления, запасы руды могут оцениваться цифрой порядка 5000 *т* при содержании 10% цинка. По штоку „Мадлен" среднее содержание цинка ниже 1,5%, запасы последнего не подсчитаны.

Промышленно-экономическая оценка. Из приведенных данных видно, что медно-цинковые руды Алавердского месторождения вследствие ограниченности запасов и недоступности старых горных выработок, в которых они расположены, не имеют серьезного промышленного значения, если не будут выявлены новые скопления свинцово-цинковых руд на северном участке месторождения.

Мелкие рудопроявления Алавердской группы

Бабаджанское месторождение (иногда называемое Лорутским) находится в Алавердском районе, между с. с. Лорут и Марц, в 6 *км* к СВ от последнего и в 15 *км* к В от жел.-дор. ст. Колагиран. Географическое положение месторождения определяется 40°58′ с. ш. и 44°46′ в. д. Месторождение расположено в двух небольших, но крутых ущельях ручьев Панни-Тала-джур и Мачкали-джур. До Советской власти месторождение разведывалось частным промышленником Меликовым. В 1926 г. Смирновым в результате осмотра месторождения было дано заключение о том, что оруденение „незначительное и больших запасов руды ожидать не приходится".

В дальнейшем, в 1939 г. Котляр произвел геологическую ревизию месторождения.

Участок месторождения сложен вулканогенными породами среднеэоценового возраста, представленными порфиритами, их туфами и туфобрекчиями. В ближайшем районе месторождения интрузивных пород нет. Вулканогенные породы участками изменены, осветлены, заохрены и нарушены небольшими трещинами. Месторождение представлено рядом жил, число которых, согласно имеющимся материалам, доходит до десяти. Мощность жил колеблется от 1 *см* до 1,2 *м*, средняя же мощность равна 10—15 *см*, при максимальной длине жил в 50 *м*. Нередко жилы выражены рудными прожилками, чередующимися с боковой породой. Большей частью жилы простираются в сев.-зап. направлении и падают круто на СВ. По жилам пройден ряд штолен, частично сохранившихся. Жилы выполнены сфалеритом (главным образом), галенитом, халькопиритом, пиритом, баритом и кальцитом.

Анализ пробы из жилы с наибольшей мощностью показал содержание *цинка*—0,06%, *свинца*—2,32%, *меди*—0,18%, *кадмия*—0,005%, *золота*—0,1 *г/т* и *серебра*—0,8 *г/т* руды.

В итоге своего изучения и всех предыдущих исследований

Котляр считает, что, несмотря на относительно большое количество рудных жилок и даже на значительную мощность некоторых из них, вследствие малой протяженности и невыдержанности их, а также разбитости тектоническими трещинами,—месторождение в ближайшее время не может иметь практического значения.

Бадаги-дзорское месторождение находится в Алавердском районе, в ущелье ручья Бадаги-дзор, впадающего в р. Бабаджан (Орабажан); в $1^1/_2$ *км* ниже Бабаджанского месторождения.

По Котляру (15), месторождение не имеет промышленного значения, т. к. представлено всего двумя быстро выклинивающимися на расстоянии 5—10 *м* кварцевыми жилами, заключенными в порфириты, при мощности жил не более 15—20 *см* и бедном оруденении, выраженном вкрапленностью и прожилками сфалерита, галенита, халькопирита в преобладающем кварце.

Куртикское месторождение находится в Алавердском районе, в верховьях лев. притока р. Бабаджан, ручья Куртик, впадающего в 3 *км* ниже с. Лорут.

Месторождение кратко описано Котляром (15). До ревизии последнего оно было осмотрено геологами Алавердского комбината, которые наметили небольшие разведочные работы и опробование месторождения.

Месторождение представлено жилами с полиметаллическим оруденением, причем из рудных минералов галенит преобладает над сфалеритом и халькопиритом. Жилы приурочены к туфопорфиритовой толще эоценового возраста, нарушенной сбросом. Из осмотренных трех выходов жил—два заслуживают внимания, третий же незначителен.

Месторождение подлежит предварительной разведке с применением мелких горных работ.

Агвинское рудопроявление. В районе Агвинского медного месторождения, расположенного в Алавердском районе (см. ст. „Медь"), на расстоянии 1 *км* к Ю от с. Агви, геологом Баркановым были вскрыты 2 полиметаллические жилы (2). Эти жилы по мощности и содержанию металлов вряд ли заслуживают внимания, т. к. наибольшая мощность первой жилы 30—40 *см*, причем оруденение выражено редкой вкрапленностью сфалерита, вторая же жила, по Барканову, менее интересна.

Перспективы использования полиметаллических руд Алавердского района. Наркомместпромом Армянской ССР в Алавердах строится завод по получению цинковых белил мощностью в 500 *т* в год. Потребность завода в цинковом сырье на первый период должна покрываться за счет цинковых концентратов из Кафанской обогатительной фабрики, причем предполагается ввозить ежегодно 1.200 *т* 38,5% цинкового концентрата.

В дальнейшем потребность завода в цинке может быть удовлетворена из месторождений Алавердской группы, в частности Ахтальского и Шамлугского месторождений. Учитывая малую изучен-

ность свинцово-цинковых месторождений группы, следует полагать, что в результате детальных геолого-разведочных работ могут быть выявлены новые промышленные рудные тела и месторождения.

Выявленные запасы полиметаллических руд месторождений Алавердской группы, приведенные в табл. 67, позволяют поднять вопрос о сооружении небольшой обогатительной фабрики для переработки полиметаллических руд, или же секции по переработке полиметаллических руд при будущей медной обогатительной фабрике производительностью в 25000—30000 *т* в год. Получаемый при переработке руд цинковый концентрат может частично покрыть потребность завода по производству цинковых белил, а медный концентрат будет использован Алавердским медеплавильным заводом. Из руд Ахтальского месторождения, кроме того, может быть дополнительно получен свинцовый концентрат. Проблема обогащения руд Ахтальского месторождения должна быть тесно увязана с вопросами извлечения благородных металлов и попутного использования барита.

Как видно из табл. 67, при довольно значительных перспективных запасах, запасы промышленных категорий невелики и по этому

Таблица 67

Месторождение и категории запасов / Компоненты	Ахтальское м-ние		Шамлугское м-ние			Алавердское м-ние		Всего			
	C_1	C_2	A_2+B	C_1	A_2+B+C_1	C_1	C_2	A_2+B	C_1	A_2+B+C_1	C_2
Руда (в тыс. *т*)	50,0	150,0	11,2	5,5	16,7	18,0	5,0	11,2	73,5	84,7	155,0
Свинец „	1,5	4,5	—	—	—	—	—	—	1,5	1,5	4,5
Цинк „	5,0	15,0	0,86	0,44	1,30	0,53	0,05	0,86	5,97	6,83	15,0
Медь „	1,0	3,0	0,28	0,22	0,50	—	—	0,28	1,22	1,50	—

одним из основных мероприятий, с которыми связано освоение месторождений и обоснование строительства обогатительной фабрики, является форсирование разведочных работ. Параллельно с разведкой должна проводиться исследовательская работа по вопросу обогатимости полиметаллических руд Алавердской группы месторождений.

Месторождения и рудопроявления Шамшадинского района

До советской власти группа полиметаллических месторождений Шамшадинского района была обследована и кратко описана Морозовым и Константовым. Позже, в 1928—1930 и в 1939 гг. эти месторождения и рудопроявления были изучены и описаны в обстоятельной работе Котляра (11), одновременно использовавшего работы предыдущих исследователей.

Все эти месторождения, судя по имеющимся материалам, имеют незначительные размеры с низким содержанием металлов в руде. Формы рудных тел в этих рудопроявлениях различны: наряду с рудными жилами мы наблюдаем зоны вкрапленного оруденения и типичные метасоматические гнезда. Проведенными предварительными поисково-разведочными работами в Шамшадинском районе не были выявлены крупные полиметаллические месторождения. Однако, учитывая значительное количество встреченных рудопроявлений и сравнительно малую изученность этого района, мы должны рассматривать Шамшадинский район как один из перспективных для дальнейшего проведения в нем поисково-разведочных работ на полиметаллы. Некоторые же из выявленных рудопроявлений заслуживают более детальной разведки.

Геолого-структурные условия района, сложенного, в основном, вулканогенно-осадочными породами, лишь в отдельных участках прорываемыми небольшими гипабиссальными интрузивами (криптобатолитовые условия), благоприятны для образования полиметаллических месторождений мезотермального типа.

Ниже приводится описание отдельных месторождений по Котляру (11—15).

Месторождение Южный Инаг-даг находится в верховьях Инагдагского (южного) ручья, впадающего слева в р. Гасан. Географическое положение его 40°47′ с. ш. и 45°11′ в. д. Месторождение связано с районным центром Иджеван вьючной тропой протяженностью в 13 *км*. От ближайшей ж.-д. ст. Акстафа до с. Иджеван проходит шоссе длиною около 43 *км*.

Месторождение раньше, повидимому, разведывалось, о чем свидетельствуют несколько заваленных выработок и сохранившийся небольшой отвал.

Участок месторождения сложен мощной толщей грубообломочных туфовых пород, выраженной порфиритовыми туфами, туфобрекчиями, а также порфиритами с подчиненными им кварц-порфирами.

Тектоника района месторождения выражена общим антиклинальным перегибом, с второстепенной изогнутостью слоев, и небольшими разрывами и смещениями в них. Оруденение приурочено к полосе туфоконгломератов и налегающих на них измененных порфиритов и выражено в виде отдельных полиметаллических гнезд. Котляр считает, что эти гнезда представляют собой не что иное, как замещенные валуны и включения туфоконгломератов. Гнезда сопровождаются скоплениями серного колчедана. По простиранию длина рудоносной полосы равна 8—10 *м*, мощность колеблется от 1 до 1,2 *м*. Средняя длина рудных гнезд равна 20—25 *см* и иногда (согласно старым отвалам)—80 *см*. Опробование рудного отвала показало содержание *цинка*—18,33%, *свинца*—13,5% и *меди*—4,37%.

В результате опробования всей рудной полосы содержание ме-

таллов оказалось на много меньше (десятые доли процента свинца и цинка и почти полное отсутствие меди), повидимому, ввиду небольшого количества и размеров гнезд.

Руды сплошного и вкрапленного сложения содержат: сфалерит (главным образом), галенит, халькопирит, блеклую руду и жильный кальцит.

Ниже, по тому же Инагдагскому ручью, помимо данного месторождения, Котляром был обнаружен ряд небольших полиметаллических проявлений. Опробование одной рудной зоны по 7 пробам показало содержание *цинка* от 0,26 до 5,14%, *свинца* до 2,75%, *меди* 0,2—0,3% и *серебра* до 14 *г/т* руды.

Месторождение Северный Инаг-даг находится на расстоянии 1,5 *км* к С от месторождения Южн. Инаг-даг. Месторождение представлено рядом рудных залежей, из которых самой значительной является кварцевая жила с вкрапленностью халькопирита, пирита (главные компоненты) и сфалерита. Мощность жилы колеблется в пределах от 0,15 до 1,2 *м*. По простиранию жила прослежена на расстоянии 40 *м*.

Жилу эту сопутствует залежь с несколько меньшими размерами, содержащая сфалерит, галенит (преобладают), пирит, халькопирит, блеклую руду, кварц, кальцит и барит. Содержание металлов неравномерное, среднее для *цинка*—1%, для *свинца* меньше.

Вдоль северного ручья встречен ряд аналогичных залежей широтного простирания, но с очень убогим оруденением. Месторождение непромышленное.

Месторождение Хози-юрт (иначе называемое Кырхдагским) находится на сев.-зап. склоне водораздельного Шамшадинского хребта, у истоков р. Агдан. Географическое положение месторождения: 40°45′ с.ш. и 45°14′ в. д.

В 1914 году месторождение разведывалось тремя небольшими штольнями, но, всилу полученных отрицательных результатов, разведка была приостановлена. Вмещающими породами являются вторичные кварциты, расположенные между полосами слюдисто-кварцевых сланцев. В районе месторождения развиты и порфириты. Оруденение представлено вкрапленностью сульфидов во вторичных кварцитах и только в одном месте жилоподобной залежью и несколькими гнездами. По простиранию длина этого жилоподобного рудного тела равна 10 *м*, средняя мощность 1,5 *м*. Рудные минералы представлены пиритом, халькопиритом и сфалеритом. Содержание металлов очень низкое—меди 0,45%, цинка—0,53%.

Кроме этого (вверх по ручью) отмечен ряд небольших гнезд полиметаллических руд, но все они, как и первые, практического интереса не представляют.

Месторождение Караги-дзор находится в системе Караги-дзорского ручья, притока р. Гасан. Географическое положение месторождения: 40°41′ с. ш. и 45°12′ в. д. Район месторождения сложен

вулканогенными породами—туффитами, порфиритами и вторичными кварцитами, происшедшими за счет гидротермального изменения первых. Оруденение в виде зон приурочено к окварцованным туфам порфирита и нередко к малоизмененным туфам и туффитам. Рудные зоны, количество которых достигает 12, характеризуются сложным строением, не имеют четких зальбандов и часто тектонически нарушены. Из них 6 представлены полиметаллическим оруденением. Мощность зон достигает нескольких метров. По простиранию они прослеживаются от 10 до 15 *м*. Из рудных минералов присутствуют: сфалерит, галенит, халькопирит, пирит и редко блеклая руда; из жильных—кварц и кальцит.

Ряд анализов проб, произведенных по четырем наиболее интересным зонам с полиметаллическим оруденением, показали: *меди*—от следов до 1,25%; *цинка* от 0,34 до 1,73%; *свинца* от следов до 1,01% и *серебра* и *золота* до 0,015 *г/т*. Месторождение заслуживает более детального изучения.

Месторождение Тауз-булаг (иначе называемое Тоздин) находится у истоков р. Тауз в большом отдалении от удобных дорог. Географическое положение месторождения: 40°26′ с. ш. 45°18′ в. д.

В прошлом месторождение разведывалось небольшим числом выработок. В геологическом комплексе пород принимают участие: порфириты, туфы, туфоконгломераты, туффиты, вторичные кварциты и породы более молодой по возрасту интрузии—габбро-диориты. Котляр выделяет 8 рудных зон, контролируемых зонами разломов в порфиритах, их туфах, туфоконгломератах и кварцитах. Полиметаллическое оруденение зон выражено отдельными небольшими жилками и линзами, выполненными кварцем, карбонатом и сульфидами, перемежающимся с вмещающей породой.

Зона № 1, являющаяся самой интересной, имеет мощность (в русле речки) до 6 *м* при 20-см-вой мощности отдельных жилок в ней. Она скрыта под наносами и прослежена всего по простиранию на расстоянии 20—25 *м*. Среднее содержание металлов по всей зоне: для *цинка* 1,15%, *свинца*—0,68%, а по отдельным рудным жилкам: для *цинка*—10,93%, *свинца*—10,99%.

Остальные рудные зоны имеют меньшие размеры, но многие из них по простиранию не изучены.

Месторождение заслуживает более детального изучения.

Кроме указанных месторождений имеется ряд более мелких рудопроявлений, не заслуживающих внимания, к числу которых относятся Мосесское рудопроявление в 1,5 *км* к З от с. Мосес-гех, Арчикохерское рудопроявление по ручью Арчикохер, впадающему в р. Гасан и др.

Рудопроявления Калининского и Степанаванского районов

Рудопроявления свинца и цинка в Степанаванском и Калининском районах тесно связаны с известными в этих районах медными место-

рождениями, с которыми они имеют отчетливо выраженную генетическую связь. Эта часть Армении сложена преимущественно вулканогенными породами мезозойского и кайнозойского возраста, прорываемыми несколькими более крупными и рядом мелких гипабиссальных интрузий. Несмотря на благоприятные геологические условия, проведенное предварительное изучение не обнаружило крупных месторождений меди, свинца и цинка. Ниже приводится описание отдельных, представляющих наибольший интерес рудопроявлений.

Ягданское рудопроявление находится в Степанаванском районе, в 1 *км* к СЗ от с. Ягдан.

Выхода свинцовой руды в районе с. Ягдан описаны в 1934 г. Баркановым (2). В 1937 году месторождение посетила особая комиссия специалистов (8).

Оруденение приурочено к породам юрской порфиритовой толщи и выражено пятью прожилками с редкой вкрапленностью галенита. Мощность прожилков колеблется в пределах от 10 до 20 *см*, максимальный размер отдельных скоплений галенита достигает 5 *см*. По простиранию прожилки быстро выклиниваются. Для окончательной оценки месторождения комиссией было рекомендовано провести небольшое количество мелких горных работ и проверить оруденение на глубину.

Кроме Ягданского известны и другие проявления полиметаллических руд, однако, все они, по размерам рудных тел и процентному содержанию металлов в руде, в ближайшее время не могут иметь практического интереса. К их числу относятся:

Рудопроявление „Вьючная гора“. Находится в Калининском районе, вблизи месторождения, в 1 *км* к СЗ от Медной горы.

Рудопроявление „Кирпичная балка“. Находится в Степанаванском районе, в 3 *км* к ЮЗ от Степанавана, в овраге, носящем название „Кирпичная балка“.

Овандарское рудопроявление находится в Степанаванском районе, в 1 *км* к ЮВ от с. Ован-дара.

Шахназарское рудопроявление находится в Калининском районе, в 5—6 *км* к СВ от с. Шахназар, на сев. склоне г. Кизил-дара; в овраге Гомер-джур.

Слабые проявления свинцово-цинковых руд отмечены и в Ахтинском районе, в 3—4 *км* к С от с. Агверан.

По Котляру (16), оруденение представлено тонкими, мощностью в 3—5 *см*, быстро выклинивающимися жилками, выполненными галенитом и сфалеритом.

Месторождения Южной Армении

Рудные месторождения Южн. Армении генетически связаны с комплексом кислых интрузивов, имеющих довольно сложный петрографический состав и характеризующихся рядом особенностей металлогении. Наряду с месторождениями меди и молибдена среди

рудопроявлений Южн. Армении известны также месторождения цинка и свинца; среди них безусловный промышленный интерес представляют: рудник им. Шаумяна, Барабатум и Халадж.

В настоящем описании эти месторождения мы разделяем на следующие две группы: 1) месторождения Кафанского района и 2) месторождения Микоянского и Азизбековского районов.

Месторождения Кафанского района

Кафанская группа месторождений

В числе медных месторождений Кафанской группы выделяются и полиметаллические, к которым относятся рудники им. Шаумяна, Чинар-дара, Халадж и Барабатум.

Рудник (месторождение) им. Шаумяна. Шаумянское месторождение является одним из действующих рудников Кафанского медно-рудного комбината. Подробное описание всего Кафанского месторождения приводится в ст. „Медь", поэтому здесь мы описываем лишь участки с медно-свинцово-цинковыми рудами.

Рудник им. Шаумяна расположен в 5 *км* к В от гор. Кафан, районного центра и жел.-дор. станции.

В настоящее время на месторождении разрабатываются как медные (Ленинская группа рудников), так и полиметаллические жилы (рудник им. Шаумяна). Полиметаллические руды после выемки доставляются на Кафанскую обогатительную фабрику, где они обогащаются в специальной секции фабрики. Полученные цинковые концентраты отправляются на переработку на завод „Электроцинк", в гор. Дзауджакау (Владикавказ—Сев.-Осет.- АССР). Суточная производительность секции, предназначенной для селективной флотации полиметаллических руд Кафанской обогатительной фабрики, равна 250 *т*.

Геологическое строение. По Котляру, в геологическом комплексе пород участка принимают участие кварцевые порфириты, их туфобрекчии, брекчиевидные порфириты, туфы и прорывающие их интрузивные диабазы и диабазовые порфириты. Вмещающими оруденение и наиболее распространенными являются гидротермально измененные, местами осветленные, заохренные кварцевые порфириты.

Тектоника Шаумянского месторождения очень сложна и является частью единой структуры рудного поля всего Кафанского месторождения. На участке выделяются три крупных дорудных разлома: 1) Чинар-даринский взброс, простирающийся в зап. части участка, 2) Южн. Шаумянский взброс, наблюдаемый в юго-зап. части рудника, 3) сев. (или сев.-западный) Шаумянский разлом, скорее зона смятия пород, шириной до 20 *м* Помимо дорудных нарушений, определенную роль играют также пострудные сбросы и сбросо-сдвиги.

В настоящее время здесь насчитывается свыше 20 полиметаллических жил; все они без исключения имеют широтное или близ-

кое к нему простирание и падают в большинстве случаев на С под углом 60—90°. Из общего количества вскрытых жил промышленное значение имеют лишь 8 жил. Рудные жилы нередко ветвятся и очень часто тектонически нарушены.

В табл. 68, заимствованной из статьи Прокопенко (23), приводятся данные, характеризующие длину, вертикальную протяжность, среднюю мощность, содержание металлов в жильной массе и, наконец, характер изменения минерализации с глубиною для трех, наиболее крупных, промышленных жил рудника им. Шаумяна.

Средняя мощность жил колеблется в пределах 20—40 *см*; наблюдаются и отклонения; так, например, средняя мощность наиболее крупной и богатой 1-й жилы составляет 0,7 *м* (причем максимальная мощность ее достигает 1,2 *м*).

Таблица 68

Название жил	Горизонт	Длина жил в *м*	Вертик. протяж. в *м*	Средн. мощность в *м*	Содерж. металлов в жильной массе			Колич. анализов
					цинк	медь	свинец	
№ 1, южная	0	110		0,46	18,54	3,65	3,52	20
„ „	—26	155		0,28	11,10	3,51	0,50	31
„ „	—75	207	158	0,53	17 92	3,91	2,23	18
„ „	—110	200		0,64	12,58	5,85	0,66	60
„ „	—132	177		0,36	7,71	3,81	нет данных	60
№ 2, южная	— 33	145		0,27	19,43	2,57	3,80	20
„ „	— 75	210	130	0,33	13,46	2,07	2,01	41
„	—132	115		0,18	9,77	6,24	0,18	23
№ 3, южная	— 37	192		0,25	19,30	4,59	1,77	23
	— 75	157	125	0,34	21,62	4,34	3,39	34
	—105	117		0,36	17,40	5,92	нет данных	36
	—132	190		0,41	11,93	5,61	„	50

Средняя длина жил по простиранию варьирует от 50 до 210 *м*. На глубину, по падению, жилы прослеживаются в среднем на 130 *м*.

На основании анализа ряда данных по трем промышленным жилам Прокопенко приходит к выводу, что для рудника им. Шаумяна, а, вероятно, также и для других полиметаллических месторождений района, „изменение в содержании металлов касается, главным образом, цинка и свинца, подвергшихся максимальным колебаниям по вертикали, тогда как содержание меди выдержано в гораздо боль-

шей степени, причем с глубиной концентрации цинка и свинца в общем уменьшаются" (23).

Минералогический состав полиметаллических руд. В последних из рудных минералов присутствуют сфалерит, галенит, халькопирит, пирит, теннантит, тетрадимит, алтаит, вторичные медные минералы, из жильных—кварц, кальцит и редко барит и флюорит. Присутствие тетрадимита и алтаита пока не подкреплено точными определениями (32). В шлифах очень редко встречаются отдельные зерна самородного золота.

Схема обогащения полиметаллической руды рудника им. Шаумяна

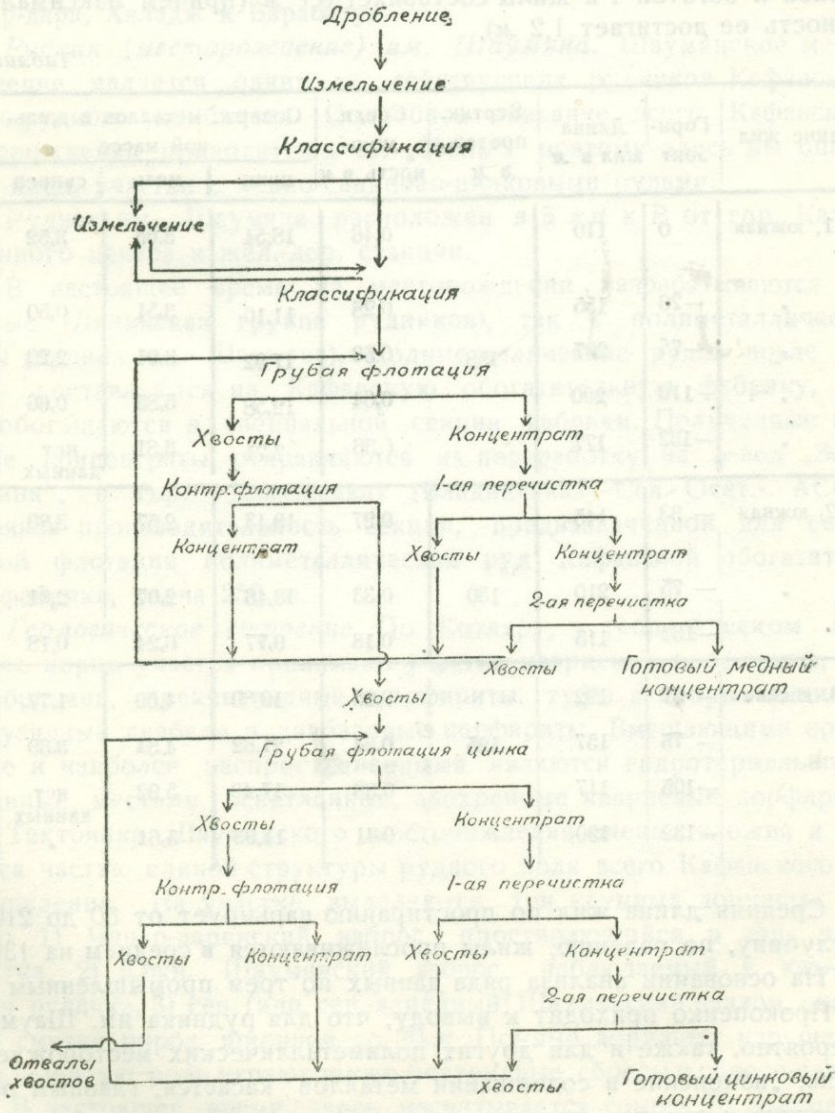


Рис. 26

Химический состав руд. Содержание основных элементов в руде приведено в табл. 68 и 69.

Таблица 69

Компоненты в %%	Fe_2O_3	Al_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Pb	Cu	Zn	S	As	Au	Ag
Лаборатория Механобра	6,78	12,54	0,12	2,41	1,07	1,01	0,95	7,34	1,17	0,03	0,005	0,0101
Ин-та прикладной минералогии	6,86	5,24	—	—	—	0,79	3,26	7,99	—	—	0,004	0,0130

При подсчете запасов на 1.I 1944 г. среднее содержание в рядовой руде было принято для *меди* в 1,548% и для *цинка* в 5—6%. Руда, добытая в 1942 г., содержала в среднем 1,78% *меди* и 3,7% *цинка*.

Руды Шаумянского месторождения содержат —*золото* (от следов до 30 *г/т*) и *серебро* (от 100 до 200 *г/т*). Серебро скорее всего связано с блеклыми рудами и галенитом. Как золото, так и серебро извлекаются из цинковых концентратов при их дальнейшей обработке.

Содержание *кадмия* в шаумянских цинковых концентратах, судя по произведенным в 1942 г. химлабораторией ГИН'а бывш. Арм. ФАН'а анализам, колеблется от сотых долей до 0,3%.

Кондиционными считаются руды, содержащие не менее 1,0% меди и 4% цинка. Руды рудника им. Шаумяна легко поддаются обогащению, с выделением цинковых и медных концентратов (см. рис. 26). Плановое извлечение меди в медный концентрат и цинка в цинковый концентрат равно 83%.

Кафанская обогатительная фабрика выпускает концентраты, содержащие 46% цинка и 10% железа. Содержание меди в медных концентратах равно 18—21%. Себестоимость одной тонны цинкового концентрата в нормальных условиях работы (1941 г) была равна 258 р. 53 к. Добыча руды составляла 34500 *т* в 1940 г., 52600 *т* в 1941 г. и 26300 *т* в 1942 г. Выпуск цинковых концентратов с содержанием 45% цинка составлял в тоннах соответственно 3590, 5010 и 640. Начиная с октября месяца 1942 г. рудник находился во временной консервации вследствие эвакуации завода „Электроцинк", который в настоящее время восстанавливается. С начала 1945 г намечается добыча и переработка медно-цинковых руд рудника им. Шаумяна.

Запасы руды. Запасы медно-цинковых руд рудника, подсчитанные на 1.I 1944 г., приведены в табл. 70 (стр. 308).

Содержание *меди* в руде около 1,5—1,8%, *цинка* 5—6%, *свинца* 0,3—0,6%

Промышленно-экономическая оценка. Рудник им. Шаумяна является единственным разрабатываемым в настоящее время полиметаллическим месторождением Арм. ССР Однако, вследствие недостаточного темпа разведочных работ, в течение ряда последних лет

Таблица 70

Категории запасов \ Руда и металлы в *т*	Руда	Цинк	Медь	Свинец
A_1 целики	11.437	773	237	77
А раб. блоки	948	61	30	—
A_2	4.3 0	273	80	20
В	37.472	1989	541	111
А+В	54.187	3096	858	208
C_1	112.408	5551	1962	512
$A+B+C_1$	166.595	8647	2850	720
C_2	66.678	3670	1101	373
$A+B+C_1+C_2$	233.273	12.317	3951	1093

выявленные на месторождении запасы руды могут обеспечить полиметаллическую секцию Кафанской обогатительной фабрики лишь на ближайшие 2—3 года, а подготовленные запасы на срок меньше одного года. Отметим, что приведенные в таблице запасы характеризуют лишь выявленные промышленные жилы на месторождении и перспективы месторождения не ограничиваются этими жилами.

Общие структурно-геологические условия позволяют предполагать, что при дальнейших геологоразведочных работах на руднике могут быть выявлены новые промышленные жилы, которые изменят положение с запасами полиметаллических руд на Кафанском месторождении. Помимо района рудника им. Шаумяна, в этом отношении представляют интерес также другие полиметаллические месторождения Кафанского рудного поля, как Чинардаринское, Халаджское и Барабатумское, краткое описание которых приводится ниже.

Необходимые мероприятия. Из приведенного материала видно, что рудник им. Шаумяна в настоящее время представляет собой действующее предприятие, не обеспеченное приготовленными запасами даже на ближайшие годы. Для ликвидации имеющего место разрыва между эксплоатационными работами и подготовляемыми запасами необходимо максимально форсировать разведочные работы, сосредоточив их, в первую очередь, на разведке уже известных жил на более глубоких горизонтах, одновременно начав углубление шахты для подготовки их разработки. Кроме того, необходимо провести поисково-разведочные работы в участках, прилегающих к действующему руднику, с целью выявления новых полиметаллических жил. Одновременно необходимо продолжить разведку на других полиметаллических рудниках Кафанского месторождения, в первую очередь

на Барабатумском и Халаджском рудниках в интересах обеспечения комбината приготовленными запасами на более длительный срок.

Чинардаринский рудник расположен на расстоянии 0,5 *км* к ЮЗ от Шаумянского рудника, в ущелье Чинар-дара.

На участке имеются старые выработки, свидетельствующие о прошлой разведке. В 1928 г. Кафанский медкомбинат восстановил главную из штолен, в которой обнаружена медно-пиритовая жила с содержанием цинка. Позже Котляр констатировал на участке еще ряд жил с хорошим оруденением.

Вмещающими породами всех встреченных жил рудника служат сильно гидротермально измененные породы, разбитые мощными разломами Жилы сконцентрированы в блоке измененных пород, зажатых между тектоническими нарушениями.

Обнаруженные жилы, в количестве 7, прослеживаются на расстоянии 20—40 *м*; почти все они имеют сев.-зап. простирание, но мощность и вещественный состав их различны. Жила, встреченная в 200-250 *м* западнее штольни, имеет мощность в 0,5 *м* и состоит из пирита с примесью халькопирита и сфалерита.

В первом логу Чинар-дара, у дороги в Барабатум, Котляром отмечены две небольшие жилы мощностью в 15—20 *см*, одна из них содержит сплошной сфалеритовый прожилок мощностью в 8—10 *см*.

Жила № 2 сев.-зап. направления имеет мощность в среднем 0,42 *м* и состоит из сфалерита, галенита, халькопирита, кварца и кальцита. Среднее содержание металлов в руде равно для *цинка*—2,2%, *меди*—2,44% и *свинца*—0,49%.

В табл. 71 приводятся запасы руды по руднику Чинар-дара по жиле № 2 (по данным Кафанской геолого-разведочной конторы).

Таблица 71

Категории запасов	Руда	Цинк	Медь	Свинец
C_1	9820	66	119	23
C_2	7140	48	86	16
Итого	16960	114	205	39

Несмотря на ограниченность запасов, учитывая благоприятность геологической обстановки и близость от действующих рудников, месторождение заслуживает дальнейшего изучения.

Халаджский рудник расположен в 3 *км* к СВ от рудника им. Шаумян, вблизи с. Халадж.

Разработка полиметаллических жил Халаджа велась еще в досоветское время. В настоящем некоторая часть старых выработок восстановлена.

Вмещающими породами участка рудника являются слабо измененные порфириты. Месторождение представлено пятью жилами с почти постоянным широтным простиранием (за исключением одной меридианальной жилы № 7), с очень крутыми углами падения (от 75 до 85°). Мощность жил колеблется в пределах от 0,1 до 0,60 *м*. Минералогический состав жильной массы представлен сфалеритом (главным образом), халькопиритом, галенитом (последний присутствует в подчиненном количестве), из жильных—кварцем.

Содержание металлов в руде колеблется для *цинка* от 0,67 до 12,19%, *меди* от 0,14 до 2,33%, *свинца* от 0,2 до 2,37%. По данным Кафанской ГРК, запасы по руднику Халадж, по подсчету на 1.I 1942 г., выражаются следующими цифрами (см. табл. 72):

Таблица 72

Категории запасов	Руда и металлы			
	руда	цинк	медь	свинец
B	3700	257	30	32
C_1	15800	666	122	83
C_2	11000	451	84	56
Итого	30500	1374	236	171

Месторождение недоразведано, и приведенные в таблице цифры не выражают полностью геологических запасов руд. Но и подсчитанные запасы позволяют организовать на руднике небольшую добычу и развить горно-разведочные работы. Для этого необходимо проводить работы по восстановлению горных выработок, капитальному строительству и улучшению грунтовой дороги от рудника до Кафана.

Барабатумский рудник расположен на левом берегу р. Охчи, вблизи с. Барабатум, на расстоянии около 1 *км* к С от Кафана.

В зоне интенсивно измененных, окрашенных в краснобурые тона пород („мараш") находятся старые, затопленные рудники Б. и М. Барабатум.

По Эрну, в наклонной выработке Б. Барабатума были встречены две жилы; мощность первой 17 *см*, второй—65 *см*. Жилы простираются в юго-зап. направлении и падают круто на Ю. Рудными минералами являются халькопирит, сфалерит с примесью пирита. В глубоких частях жилы выработаны.

В штольне Б. Барабатум встречена рудная жила мощностью в 10—15 *см*, выполненная халькопиритом и пиритом с примесью сфалерита и кальцита.

Несмотря на столь скудные данные, Прокопенко (23), на основании наблюдаемой чрезвычайно интенсивной мощной марашистой зоны, рассказов старых рабочих и близости участка к Кафанской

обогатительной фабрике, считает, что Барабатумский участок, в особенности М. Барабатум (Бейлярбек), заслуживает восстановления части выработок для осмотра и характеристики месторождения, а в дальнейшем и проведения здесь разведочных работ.

Прочие месторождения Кафанского района

Аткезское месторождение находится в 30 *км* к ЮЗ от Кафана вблизи с. Аткез, расположенного на левом берегу р. Охчи, и в 3 *км* к СВ от Каджаранского медно-молибденового месторождения. Географическое положение месторождения: 39°10′ с. ш. и 46°10′ в. д.

Месторождение известно с середины прошлого столетия. В досоветский период частичная эксплоатация наиболее богатых жил на медь и свинец проводилась частными предпринимателями. В 1931—1932 гг. инж. Чирковым на месторождении были проведены геологоразведочные работы, которые показали ограниченность запасов руд.

Месторождение приурочено к краевой части интрузии, контактирующей к С с вулканогенной толщей (порфириты, туфопорфириты). Оруденение приурочено к интрузивным породам, представленным монцонитами, сиенито-диоритами и диоритами, образующими между собой постепенные переходы. Интрузивные породы прорезаны многочисленными дайками порфиров сев.-вост. простирания, мощностью от десятков сантиметров до нескольких метров. Оруденение распространено на площади 1,4 *км*² и насчитывает до двадцати кварцево-рудных жил. Последние имеют большей частью сев.-вост. направление и прослеживаются на расстоянии от нескольких десятков до 150 *м*. Падение жил крутое, под углом 50—80°. Мощность жил сильно варьирует как по падению, так и по простиранию от нескольких сантиметров до 1—1,5 *м*. Большая часть жил имеет полосчатое строение. Рудные минералы представлены, главным образом, пиритом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом, а также молибденитом (последний присутствует в очень незначительном количестве) и вторичными медными минералами. Преобладающим среди них является пирит. Рудные минералы располагаются в жильной массе кварца, реже карбоната, в виде вкрапленников, примазок, линзообразных скоплений и прожилков.

Присутствие относительно значительных скоплений сфалерита и галенита констатировано в четырех жилах. Так, наиболее богатой по содержанию сфалеритом оказалась жила, обнаруженная в штольне № 5. Мощность жилы достигает здесь от 0,4 до 0,7 *м*. В призальбандовых частях жила выполнена, главным образом, сфалеритом, образующим нередко сплошные скопления, центральная же часть состоит из кварца или кварца с вкрапленниками пирита. Однако, содержание цинка для жилы не определено. Содержание свинца по глазомерной оценке ниже, чем цинка; только по жиле, прослеженной в шт. № 2, мощность прожилков галенита в жильной массе достигает 10 *см*.

Для одной из жил, по данным Чиркова, содержание *меди* равно 0,79%, *цинка*—3,07%, *свинца*—0.92%, *молибдена*—0,03—0,04%.

Отсортированная из некоторых жил руда содержит 2—4% *меди*, 4—5% *цинка* и 1—3% *свинца*. Во многих жилах содержание свинца ничтожное.

Вследствие незначительных размеров месторождение не имеет самостоятельного промышленного значения, но в связи с эксплоатацией в ближайшем будущем соседнего Каджаранского медно-молибденового месторождения оно должно учитываться в его балансе.

Пхрутское рудопроявление находится в верховьях р. Охчи, в окрестностях с. Пирмазра. Географическое положение его; 39°08' с.ш. и 46°13' в. д. В левом притоке р. Пхрут к Ю от с. Пирмазра, в периферических частях монцонитовой интрузии встречена зона тектонических нарушений, простирающаяся на расстоянии 300 *м*. В этой измененной, заохренной пиритизированной зоне, мощность которой варьирует от 0,5 до 1,5 *м*, наблюдается жила с полиметаллическим выполнением (сфалерит, галенит). Жила по простиранию выклинивается, часто прерывается, причем длина отдельных отрезков жилы достигает 10—15 *см*. Мощность жилы варьирует от 1 до 15 *см*. Исходя из этого, описываемое рудопроявление не представляет практической ценности.

Сариехишское рудопроявление находится недалеко от Пхрутского, в одноименном ущелье Сариехиш, в 2—3 *км* к ССВ от с. Пирмазра.

Проявление описано Конюшевским в 1911 году. Более поздних данных не имеется (10). Согласно его материалам оруденение приурочено к зальбандам двухметровой дайки, прослеживаемой на расстоянии 20 *м* в интрузивных сиенитах. Зальбанды дайки сильно окварцованы, участками пиритизированы и вмещают прожилки галенита, представляющие лишь минералогический интерес.

2. Месторождения Микоянского и Азизбековского районов

Гюмушханское месторождение находится в Азизбековском районе, в верховьях р. Терп в 1—2 *км* от местн. Гюмушхана. Ближайшая жел.-дор. станция Норашен находится на расстоянии 95 *км*. Большую часть пути от жел.-дор. станции до месторождения составляет шоссейная дорога (54 *км*), остальную—грунтовая и вьючная.

Географическое положение месторождения: 39°44' с. ш. и 45°40' в. д.

О добыче серебра в Гюмушхане было известно с очень давних времен, о чем свидетельствуют следы древних работ и само название месторождения.

С середины прошлого столетия до установления Советской власти на месторождении, с перерывами, велись небольшие разведочные работы. В 1925—1928 гг. к месторождению снова был прояв-

лен интерес—были проведены геолого-поисковые работы под руководством Котляра (13).

Геологическое строение. Оруденение занимает площадь в 5 *км*². В геологическом строении участка месторождения принимает участие следующий комплекс пород: эффузивные—агломератовые и кристаллические туфы андезита, туфоконгломераты и андезиты; интрузивные—ряд постепенных переходов от габбро к сиенитам и диоритовым порфиритам. Интрузивные породы прорывают андезиты в виде узких небольших штокообразных тел. Вмещающими месторождение породами, за малым исключением, являются интрузивные породы.

Месторождение представлено 11 жилами общей протяженностью около 1450 *м*. Территориально жилы распределяются на две группы: жилы Зивлих и жилы Амбариал. Наиболее интересная, главная жила № 1, находится в последней группе.

Все жилы имеют невыдержанный характер как в отношении мощностей, так и содержания металлов по отдельным пробам. Длина жил колеблется в пределах от 40 до 200 *м*, мощность от 10 до 80 *см* и более. Вопрос продолжения жил на глубину не ясен. Падение жил довольно крутое—от 60 до 90°.

Минералогический состав жильного выполнения следующий: галенит, сфалерит, халькопирит, тетраэдрит, реже марказит, буланжерит и золото. Присутствуют также вторичные минералы железа, марганца, свинца, меди и цинка, из жильных минералов встречаются кварц, карбонаты, барит, халцедон, родохрозит (?). В жильной массе большую роль играет глинка, возникшая за счет боковых пород.

Котляр для месторождения выделяет три главных типа руд: 1) сплошные, или густо вкрапленные, самые богатые, т. к. содержание рудных минералов в них колеблется в пределах от 30 до 100% (к жильной массе); 2) вкрапленные, содержащие менее 30% рудных минералов; 3) глинистые, состоящие существенно из глинистого материала с вкрапленниками различных рудных минералов. Все типы руд большей частью имеют зернистую структуру. Строение отдельных сульфидных участков жил—поясовое: рудные компоненты распределяются симметричными полосами параллельно ясно выраженным зальбандам.

Изменения боковых пород выражены окварцеванием, каолинизацией, алунитизацией, пиритизацией и карбонатизацией. Зона окисления месторождения имеет в среднем глубину в 20—25 *м*.

Химический состав руд. Среднее содержание металлов в жильной массе зоны окисления колеблется в пределах: для *свинца*—от 0,3 до 1,74%, *цинка*—от 1,0 до 5,0%, *меди*—от следов до 0,6%, а в сульфидных рудах для *свинца*—от 0,1 до 3,29%; *цинка*—от 1,4 до 4,98%, *меди*—от следов до 1,51%. Содержание *серебра* в окисленных рудах колеблется от следов до 300 *г/т*, для *золота* данных нет. Среднее содержание *серебра* в сульфидных рудах равно 87 *г/т*.

Отсортированные руды содержат 19,20% *свинца*, 4,22% *цинка*,

6,55% *меди*, 5,32% *марганца*, 3,79% *железа*, 0,066% *мышьяка*, 0,94% *сурьмы*, 7,2 *г/т серебра* и *золота*.

Запасы руд и экономическая оценка месторождения. Запасы руды, подсчитанные на 1.I 1941 г., представлены в табл. 73.

Таблица 73

Категории запасов	Руда в *т*	Цинк		Свинец	
		% содержание	Количество	% содержание	Количество
B	24.200	2,4	592	4,8	171
C_1	12.000	4,7	574	2,3	280
$B+C_1$	36.200		1166		451

Как видно из таблицы, запасы руды месторождения ограничены. Однако для окончательной оценки его необходимо проводить дополнительные разведочные работы и в особенности детальное изучение химического состава руд в целях выявления ряда ценных и редких металлов, присутствие которых можно предположить по минералогической ассоциации руд.

Газминское месторождение находится в Микоянском районе, в верховьях р. Кармрашен (Кабахли) на сев. склоне г. Тек (Текедолдран). Месторождение связано с районным центром Микоян пятнадцатикилометровой горной тропой; с. Микоян связан с ближайшей жел.-дор. ст. Норашен шоссейной дорогой протяжением в 53 *км*. Географическое положение месторождения: 39° 51′ с. ш. и 45° 24′ в. д., расположено на высоте 2500 *м* н. у. м.

По Кржечковскому, в 1926 г. впервые детально изучившему месторождение (13), участок месторождения сложен, главным образом, измененными порфировыми туфогенными породами, прорезанными мощными жилами диоритовых порфиритов и выходами сиенитов и гранодиоритов. В пределах месторождения отмечены и жильные лампрофировые породы.

Оруденение представлено жилами числом до 20 и связано с интрузивными породами. Суммарная прослеженная длина жил равна 540 *м*. Мощность жил колеблется в пределах от 5 до 50 *см* и иногда в коротких раздувах до 3—4 *м*. В зальбандах жил развивается глинка. Характер оруденения жил непостоянный, часты вкрапленники в жильной массе и более редки сплошные сульфидные прожилки. Жилы имеют иногда простое сложение, иногда сложное.

Руды состоят из сфалерита (преобладает), галенита, пирита, кварца, карбоната с примесью халькопирита и борнита. Среднее содержание металлов в жильной массе равно для *цинка* 8%, *свинца*—6%. Среднее содержание благородных металлов (*серебра* и *золота*) точно не установлено.

Запасы руды для 1 *м* углубки составляют 120—130 *т*, *цинка* 107 *т*, *свинца* 7,3 *т*.

Месторождение нуждается в детальной разведке, в особенности на глубину распространения рудных жил, с одновременным изучением полного химического состава руд.

Енгиджинское месторождение находится в Микоянском районе, в Аярском ущелье, в 6 *км* к Ю от с. Аяр, в 3 *км* к СВ от с. Енгиджа и в 45 *км* от ж.-д. ст. Норашен. Географическое положение месторождения: 39°41' с. ш. и 45°19' в. д.

В 1925—27 г. на Енгидже Горным отделом были проведены разведочные работы. В 1939 г. Котляр произвел небольшую ревизию месторождения.

В геологическом строении месторождения участвуют эоценовые (меловые?) известняки, лежащие на серии конгломератов и мергелистых песчаников и покрывающихся вулканогенной толщей ср. эоцена. Известняки тектонически нарушены. К одному из тектонических разломов приурочена зона оруденения мощностью от нескольких сантиметров до 2 *м* и протяжением в 80 *м*. Вдоль зоны наблюдаются тонкие оруденелые жилки мощностью от 1—2 до 10 *см*. Количество прожилков в пределах зоны не превышает 2—3. Иногда жилки дают раздувы до 50 *см*. Один из раздувов был выработан в 1926 г., добыча из него составила до 100 *т* богатой руды. Средняя мощность этой рудной жилы была около 5 *см*, ширина раздува до 3 *м*, длина—15 *м*.

В составе руд принимают участие галенит, сфалерит, церуссит, англезит, смитсонит и карбонаты—анкерит и арагонит.

По данным Арм. Г. У. содержание металлов всей зоны имеет пределы колебания для *свинца* от 0,6 до 31,25% и *цинка* от 7,40 до 35,7%.

Подсчитанные по ориентировочным данным запасы составляют для *свинца* 140 *т* и для *цинка* 180 *т*.

Проведенная Котляром ревизия всей рудоносной зоны дала весьма малоутешительные результаты: на основании произведенного им опробования содержание для *свинца* колеблется от 0,02 до 0,8% и *цинка* от 0,33 до 0,87%. Ввиду этого Котляр считает, что вопрос постановки дальнейших разведочных работ на месторождении Енгиджи только в том случае может быть целесообразным, если в районе будут выявлены новые промышленные рудные проявления.

Эрдапинское месторождение находится в Микоянском районе, близ с. Эрдапин; с районным центром Микоян оно связано грунтовой дорогой в 15 *км*.

Оруденение приурочено к толще туффитов, туфопесчаников, туфоконгломератов и туфов эоценового возраста, слагающих юго-зап. крыло антиклинали и прорываемых небольшими интрузивами порфиритов. Оно контролируется рядом трещин сев.-вост. простирания с крутым падением на СЗ и представлено минерализованной брекчией трения; рудные минералы образуют или вкрапленность и мелкие прожилки или же небольшие гнезда и линзы. Рудные мине-

ралы представлены преобладающими галенитом и сфалеритом, в меньшем количестве халькопиритом и пиритом. Эти оруденелые зоны прослеживаются по простиранию от 10—15 *м* до 60—70 *м*, при мощности до 40 *см*.

Отдельные пробы, взятые в канавах (на поверхности) и из небольшой штольни, показали содержание *свинца* 0,34—6,82%, *цинка* 0,65—16,6%, *меди* от следов до 0,17%.

Месторождение по поверхностным выходам разведывалось Армянским геологическим управлением в 1941 г. На основании произведенных работ месторождение, вследствие незначительных размеров рудных тел и невысокого содержания металлов в руде, было признано неимеющим промышленного значения.

Терпское рудопроявление находится в Азизбековском районе, приблизительно на расстоянии 1 *км* к Ю от с. Терп.

По Котляру оруденение приурочено к 15—20-метровой зоне сильно измененных пород, по тонким трещинам которых наблюдаются прожилки галенита и окислов железа. Прожилки прослеживаются на расстоянии 15—20 *м*. Мощность прожилок колеблется от 0,5 до 3—4 *см*. Проявление не имеет какой-либо ценности.

Чарахлурское рудопроявление находится в Азизбековском районе, на расстоянии около 1 *км* к З от местности Чарахлур.

Здесь имеется старая, в настоящее время заваленная штольня. В 1926 г. проявление посещено и очень кратко описано Котляром.

Оруденение выражено жилой, выполненной галенитом, среди разрушенных нацело измененных пород. Мощность жилы 15—20 *см*, наблюдаемая протяженность по склону 10—15 *м*. По мнению Котляра проявление не представляет интереса.

Чайкендское рудопроявление находится в Азизбековском районе, на расстоянии 1 *км* на В от с. Чайкенд.

Среди сильно измененных разбитых трещинами разрушенных пород прослеживаются четыре небольшие жилы мощностью от 1 до 5 *см*, выполненные черной желтоватой массой с галенитом и редко халькопиритом, не представляющими практической ценности.

Помимо описанных месторождений и рудопроявлений по Южн. Армении, в отдельных отчетах и сводках имеются также упоминания о различных проявлениях, значимость и ценность которых либо не проверена, либо совершенно ничтожна. В числе таковых назовем Козма-юртское в Микоянском районе, Пирзаминское в Мегринском районе, Дарамадзорское в Кафанском районе и другие.

Основные выводы

1. Полиметаллические месторождения Армянской ССР территориально связаны преимущественно со значительно более крупными медными месторождениями, и проблема их правильной эксплоатации и использования тесно связана с вопросами комплексной переработки и обогащения медно-цинковых и медно-цинково-свинцовых руд.

По территориальному положению и геолого-экономическому значению полиметаллические месторождения могут быть разбиты на три группы: Кафанскую, Алавердскую и месторождения центральных районов Армении. Сводные запасы руды по первым двум наиболее важным группам приводятся в табл. 74.

Таблица 74

Запасы полиметаллических месторождений Алавердской и Кафанской групп (в тыс. т.)

№№ пп	Наименование группы	Категория А+В				Категория C_1				Категория C_2			
		Руды	Медь	Цинк	Свинец	Руды	Медь	Цинк	Свинец	Руды	Медь	Цинк	Свинец
1	Алавердская	11,2	0.28	0,86	—	73,5	1,22	5,97	1,50	155,0	3,00	15,50	4,50
2	Кафанская	57,9	0,92	3,35	0,24	138,0	2,20	6,29	0,62	84,8	1,27	4,17	0,45
	ИТОГО	69,1	1,20	4,21	0,24	211,5	3,42	12,26	2,12	239,8	4,27	19,67	4,95

Среди месторождений Кафанского района безусловно промышленное значечие имеет Шаумянское полиметаллическое месторождение, которое разрабатывается с давних пор. Значительный практический интерес представляют месторождения Чинар-дара и Халадж. Структурно-геологические условия Кафанского рудного поля позволяют надеяться на выя-ление новых промышленных жил.

На руднике им. Шаумяна разведочные работы в первую очередь должны быть направлены на изучение известных жил на более глубоких горизонтах.

Прочие выявленные месторождения Кафанского района по размерам своим незначительны и не имеют крупного промышленного значения.

В Алавердском районе кондиционные полиметаллические руды известны в Ахтальском, Шамлугском и Алавердском месторождениях. Руды Ахтальского месторождения являются цинково-медно-свинцовыми и содержат повышенное количество золота и серебра, руды Шамлугского и Алавердского месторождений преимущественно медно-цинковые. Ахтальское месторождение, несмотря на довольно значительные перспективные запасы, полностью не разведано и не обладает крупными запасами промышленных категорий. Медно-цинковое оруденение в Шамлугском и Алавердском месторождениях специально недоразведывалось, и перспективные запасы полиметаллических руд этих месторождений не ограниваются выявленными штоками.

Организация добычи медно-свинцово-цинковых руд на месторождениях Алавердской группы и извлечение из них, наряду с цветными металлами, золота и серебра зависит, прежде всего, от создания

обогатительной фабрики с целью выделения медного, цинкового и свинцового концентратов. Однако, до строительства обогатительной фабрики необходимо провести детальную разведку полиметаллических штоков и месторождений в первую очередь Ахтальского месторождения, с целью обеспечения работы фабрики кондиционными рудами промышленных категорий на длительный период.

Переработку полиметаллических руд целесообразнее всего производить на специальной секции более крупной (будущей) Алавердской обогатительной фабрики по переработке бедных медных и серно колчеданных руд.

Разработка свинцово-цинковых руд месторождений Алавердской группы приобретает более важное значение в связи со строительством в Алавердах завода цинковых белил.

4. Полиметаллические месторождения центральной Армении расположены вне действующих рудников, обладают незначительными выявленными запасами и не представляют особенного промышленного интереса.

5. Перечисленными полиметаллическими месторождениями не ограничиваются перспективы республики в отношении свинца и цинка, т. к. ряд районов в геологическом отношении недостаточно еще изучен. Наиболее интересными в отношении поисково-разведочных работ, помимо Алавердского и Кафанского районов, являются Шамшадинский район и Даралагяз.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Барканов И. В.* Даралагязская группа свинцово-цинковых месторождений. 1932 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

2. *Барканов И. В.* Очерк геологии и рудных месторождений северной части Степанаванского района Арм. ССР и соседних частей Алавердского района Арм. ССР и Башкичетского района Груз. ССР. 1934—1935 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

3. *Галадж К. С.* Геолого-разведочные работы в Арм. ССР. 1930 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

4. *Гонтарь П. Д., Гуляева. А. В., Лягин К. И., Саакян П. С.* Годовой отчет о геолого-разведочных работах на Пирдоуданском медно-молибденовом месторождении за 1939 год. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

5. *Грушевой В. Г.* Алавердское медное месторождение в Закавказье (его породы, руды и генезис). 1930 г. Труды ГГРУ ВСНХ СССР.

6. *Грушевой В. Г* Геолого-экономический очерк медных месторождений Закавказья. Из сборника „Главнейшие медные, свинцовые и цинковые месторождения СССР. 1931 г. Изд. ГГРУ, на правах рукописи.

7. *„Гюмушханское полиметаллическое месторождение"* (автор не указан). Рукопись. Фонд Арм Г. У.

8. *Заключение комиссии* по осмотру Ягданского свинцового рудного проявления. 1937 г. Фонд Арм. Г. У.

9. *Конюшевский Л.* Месторождение цинковых руд в окрестностях селения Марц, в бывшем имении Бажбеук-Меликова. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

10. *Конюшевский Л.* Отчет о геологических исследованиях месторождений медных руд в Зангезурском уезде Елизаветпольской губернии. Материалы для геологии Кавказа. Книга 10. 1911 г.

11 Котляр В. Н. Материалы к изучению рудных месторождений северной части ССР Армении Труды ВСГР объединения НКТП СССР. 1934 г.

12 Котляр В. Н. Предварительный отчет о геологических исследованиях в Гюмушханском районе Даралагязского уезда. 1926 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

13. Котляр В. Н. Гюмушханское полиметаллическое месторождение Даралагязского уезда ССР Армении. Труды ГГРУ ВСНХ СССР, 1931 г.

14. Котляр В. Н. и Додин А. Л. Зангезур (Зангезурское медное месторождение в ССР Армении). ЦНИГРИ. 1936 г. Рукопись. Фонд Арм Г. У.

15. Котляр В. Н. Отчет о ревизии месторождений цветных металлов Армении, произведенной летом в 1939 году. ВСЕГЕИ. Рукопись. Фонд Арм. Г У.

16. Котляр В. Н. Памбак (геология, интрузивы и металлогения Памбакского хребта и смежных районов Армении). 1939 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

17. Котляр В. Н. и Паффенгольц К. Н. Геологическая карта Кавказа. Масштаб 1:200000. Лист К—38—XXVII (Кироваканский). 1940 г.

18. Кржечковский А. В Газминское полиметаллическое месторождение Даралагязского уезда ССР Армении. Труды ГГРУ ВСНХ СССР. 1931 г.

19 Меллер и Денисов, с изменениями и дополнениями горного инженера *Конюшевского Л., Круга Е.* и геолога *Богачева В. В.* Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказского края. Тифлис. 19 7 г.

20. Мовсесян С. А. Интрузии центральной части Конгуро-Алангязского хребта и связанные с ними полезные ископаемые 1940 г Рукопись. Фонд Арм. Г. У

21. Паффенгольц К. Н. Геологическая карта Кавказа, Лист К—38—XXVIII (Шамшадинский) 1941 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

22. Пилоян Г. А. Предварительный отчет по работам Степанаванской геолого-поисковой партии. 1932 г. Рукопись. Фонд Арм. Г У.

23 Прокопенко Н. М. и Пирумов Г. И. Рудная база рудника № 1 им. Шаумяна и перспективы ее развития (Зангезурский меднорудный комбинат). 1942 г. Рукопись Фонд Зангезурской ГРК.

24. Сводки запасов полезных ископаемых, на 1.I 1942 г. Фонд Арм. Г. У.

25. Ситковский И. Н. Отчет по геолого-поисковым работам в Казахо-Таузском, Шамшадинском и Нузигирском районах Арм. и Азер. ССР 1935 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

26. Смирнов Г. Отчет по исследованию цинковой руды около селения Марц, Караклисского уезда. 1925 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

27. Степанян О. С. и *Монахов Н. Я.* Шамлугское медное месторождение. 1940 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

28. Степанян О. С. Южная часть Алавердского медного месторождения Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

29. Степанян О. С. Ахтальское полиметаллическое месторождение. 1938 г. Изд. Арм.ФАН'а.

30 Чирков И. Н. Отчет о работе Аткезской геолого-разведочной и Охчинской поисковой партии в 1932 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

31. Чирков И. Н. Отчет о разведочных работах, проведенных на Аткезском и Пирдоуданском месторождениях. 1931/32 г. Рукопись. Фонд Арм. Г. У.

32. Шутлив Ф. А. Зангезурское медно-полиметаллическое месторождение Армении. 1937 г. Рукопись. Фонд Зангезурской ГРК.

А. Е. Кочарян

Серебро

1. Общие сведения

Общая характеристика серебра и его свойства. Серебро относится к благородным металлам и известно с древних времен. Латинское название его Argentum (символ Ag) происходит от санскритского слова Arganta, что значит светлый, белый.

Серебро входит в первую группу периодической системы Менделеева, ат. в. его равен 107,9. Встречается в самородном виде, а также в простых или комплексных сернистых соединениях с другими металлами, в которых выступает как одновалентный элемент (если не считать малоизвестные высшие окислы). В чистом виде серебро представляет собой белый, блестящий, мягкий металл, с удельным весом около 10,5 (в зависимости от механической обработки); кристаллизуется в кубической сингонии, плавится при 960,5° и кипит при 2150°С. Тв. по шкале Мооса 2,5—3.

По Ферсману кларк (весовое процентное количество в земной коре) равен 1.10^{-5}. Серебро обнаружено также в водах океанов в количестве от 20 до 160 *мг* в 1 $м^2$ воды.

Отличительными свойствами серебра являются: ковкость, трудная окисляемость (оно окисляется лишь воздействием озона, который образует слой черной перекиси серебра), высокие теплопроводность и электропроводность (серебро является самым электропроводным металлом), значительная звучность, способность прекрасно поддаваться полировке и т. д.

Не считая самородного серебра, главнейшими минералами этого металла являются: аргентит (серебряный блеск), фрейбергит (серебристая блеклая руда), пираргирит (темная красная серебряная руда), строймейрит (серебряно-медный блеск); дискразит (сурьмянистое серебро), стефанит (хрупкая стекловатая руда), полибазит, прустит (светлая красная серебряная руда), кераргирит (роговое серебро), электрум, бромаргирит (бромистое серебро), иодаргирит (иодистое серебро).

Краткие сведения о наиболее важных серебросодержащих минералах приводятся в табл. 75.

Для промышленной добычи серебра более существенное значение имеют сульфидные руды цветных металлов, чем самостоятельные серебряные руды. Так, около 80% серебра, добываемого в мире, извлекается попутно при переработке свинцово-цинковых и медных руд и лишь незначительная часть серебра получается из благород-

Таблица 75

№ п/п	Минералы	Химич. состав	Содержание металла в %	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет
1	Самородное серебро	Ag	90—100	Кубич.	2,5—3	10,1—11.1	Серебряно-белый
2	Аргентит	Ag_2S_3	87,1	„	2—2,5	7,20—7,36	Черновато-свинцово-серый
3	Полибазит	$8Ag_2S, Sb_2S_3$	75,6	Монокл.	2—3,0	6—6,2	Железно-черный
4	Фрейбергит	$3—6(Cu_2Ag_2FeZn)$ $5(As\,Sb)_2S_3$	до 32	Кубич.	2—2,5	4,55 5,0	Стально-серый
5	Пираргирит	$3Ag_2S.Sb_2S_3$	59,9	Тригон.	2 5	5,77—5,86	Фиолетово-красный
6	Электрум	AgAu	>15	Кубич.	2,53	10—13	Серебр.-бел. с желтоват. оттенком

ных серебряных руд, состоящих, главным образом, из сульфидов и сульфоантимонидов и реже теллуристых и селенистых соединений серебра. Это объясняется тем, что собственно благородные серебряные руды хотя богаты серебром, но не пользуются таким широким распространением, как содержащие серебро медно-свинцово-цинковые руды.

Область применения и требование к сырью. Применение серебра обуславливается, главным образом, его химической стойкостью. В древние времена серебро широко применялось для производства предметов домашнего обихода и украшений, а также для чеканки монет.

В XVI веке чеканка серебряных монет заняла видное место в денежном обращении, а затем, в эпоху господства двух металлов (биметаллизм), серебро выступило в роли второго монетного металла. В начале XX века серебро, как монетный металл, было вытеснено золотом, а в промышленности его заменили более дешевые металлы. Вследствие этого из года в год накапливающееся серебро обесценивалось, и в конечном итоге сокращалась его добыча. Однако, в последние годы серебро нашло новые области применения в технике, а в период второй империалистической войны оно стало заменять ряд дефицитных стратегических металлов, как, например: олово, медь, свинец, никель, сурьму и др.

Серебро идет на горячее и гальваническое покрытие аппаратов, предназначенных для сложных и весьма ответственных работ. Оно, как химически стойкий материал, широко применяется в аппаратостроении, производстве антифрикционных и авиационных сплавов, идет на изготовление шин (для динамомашин) и других проводников и

электрических контактов. Используется в химической (катализаторы, ляпис), фото- и кинопромышленностях. Многочисленные соединения серебра применяются в медицине, физике, биологии, агротехнике и т. д. Ряд серебряных изделий идет на оборудование самолетов и судов. Некоторое количество серебра до сего времени идет на украшения и предметы домашнего обихода.

Кондиционным считаются те руды, в которых содержание *серебра* не ниже 0,001% или 10 *г/т*. Вообще же рентабельность добычи серебросодержащих руд стоит в тесной связи с комплексным использованием всех полезных компонентов, входящих в их состав. Попутное извлечение из серебросодержащих руд и других компонентов, как то: меди, цинка, свинца и т. д., значительно снижает себестоимость добываемого серебра, между тем как выделение одного только серебра могло быть нецелесообразным, дорогим.

Цена на серебро по официальному нью-иоркскому курсу 1943 г. было равно 3р. 77к. за унцию (31.1 *г*) или 120 руб. за килограмм.

Большая часть серебра получается пирометаллургическим путем в процессе свинцовой и медной плавок. Из получаемых плиток черновой меди серебро извлекается в процессе электролитического рафинирования, в результате специальной обработки шламма, а слитки цинка и свинца подвергаются специальному процессу осеребрения. Значительно реже при извлечении серебра принимаются также цианирование и амальгамация. При разделении и обогащении полиметаллических руд основная масса серебросодержащих минералов уходит в свинцовый концентрат.

Условия образования месторождений и добыча серебра. Почти все промышленные месторождения, из которых добывается серебро, относятся к гидротермальному типу.

В гидротермальной зоне гидротермальных месторождений образование серебра преимущественно связано с серебро-свинцово-цинковой формацией, для которой характерна жильная форма залегания рудных тел. Вообще гипотермальные месторождения серебра не имеют широкого распространения, однако, ряд крупнейших мировых месторождений, например: жила Альта в штате Монтана (США), Брокен-Хилл в Нов. Южн. Уэльсе (Австралия), Тетюхе в Приморской обл. Дальне-Восточного края в СССР и другие относятся к этому типу.

Мезотермальные полиметаллические месторождения, содержащие также и серебро, являются самыми распространенными и дают значительную часть общей добычи серебра. Для этих месторождений характерен жильный тип залегания—Садонское месторождение (Осетинская АССР), Фрейбергское (Германия), Кафанское (Армянская ССР).

Наиболее важными минералами серебро-свинцово-цинковых руд, образующихся в мезотермальных условиях, являются сульфиды, сульфоантимониды и в меньшей степени сульфоарсениды, в особенно

больших количествах свинцовый блеск, серебристая блеклая руда (тетраэдрит) и цинковая обманка. Сульфиды меди и железа существенной роли не играют.

Отличительной чертой рудных жил этого класса является выдержанность, как по простиранию, так и по падению на больших расстояниях. В этом отношении мезотермальные серебро-свинцово-цинковые месторождения напоминают гипотермальные.

По содержанию серебра мезотермальный тип полиметаллических руд делится на следующие группы: 1) серебро-свинцово-цинковую и 2) собственно серебряную.

В первой группе различают еще формации: а) колчеданисто-свинцовую или кварцевую, б) карбонатово-свинцовую, в) баритово-свинцовую, г) сидеритово-свинцовую. В собственно серебряной группе различают формации: а) благородную кварцевую, б) благородную кальцитовую, в) благородную серебряно-кобальтовую.

Эпитермальные месторождения серебра отличаются от гипо- и мезотермальных тем, что в них ведущую роль в составе руд играют серебро и отчасти золото, между тем свинец и цинк встречаются в подчиненных количествах (Мексиканские месторождения серебра).

Помимо указанных типов известны метасоматические месторождения серебро-свинцово-цинковых руд, которые, однако, промышленных концентраций почти не образуют. Эти месторождения приурочены к карбонатным породам и обязаны своим происхождением неполному замещению этих пород сульфидами свинца и цинка.

Магматические сульфидные месторождения и пегматиты нередко содержат серебро, свинец, цинк, но промышленных концентраций их не образуют.

Наиболее крупные месторождения серебра находятся в Индии, Китае, США, Мексике, Канаде, Перу, Японии, Чехословакии, Германии и Норвегии.

Распределение мировых запасов серебра по главнейшим странам мира приведено в табл. 76.

Таблица 76

Страны	Запасы серебра на 1,I 1933		Запасы на 1, I 1940	
	Количество в тыс. *т*	в %% к общему колич.	Колич. в тыс. *т*	в %% к общему колич.
Индия	135	37,8	137	33,8
Китай	78	21,8	41	10,1
США	51	14,7	128	31,6
Пр. страны	95	26,5	100	24,5
Всего	359	100,0	406	100,0

В СССР чисто серебряных месторождений немного, запасы металла приходятся в основном на полиметаллические месторождения Алтайского, Нерчинского, Карамазарского, Саланрского и Садонского рудных районов. Более богаты серебром и могут быть отнесены к серебряному типу некоторые месторождения типа Тетюхе и др.

В таблице 77 приводятся данные о мировой добыче серебра в различные периоды и годы.

Таблица 77

Годы	Среднегодовая добыча в *т*
1801—1850	237
1851—1890	1690
1891—1900	3194
1901—1910	5965
19 1—1920	6411
1923	7670
1925	7625
1927	79 0
1928	8100
1931	6100
19 3	5250
1935	6844

О размерах добычи серебра по отдельным странам дает представление табл. 78.

Таблица 78

Страны	Добыча серебра по годам в *т*						
	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941
Америка	5293,6	6023,8	6629,8	6230,0	6047,0	6515,0	6435,0
в том числе:							
США	1509,1	1902,1	2231,0	1827,0	1793,0	2084,0	2180,0
Мексика	2351,0	2409,4	2638,9	2520,0	2360,0	2570,0	2519,0
Канада	516 9	570,3	714,7	691,0	780,0	741,0	635,0
Перу	532,0	619,4	542,9	639,0	585,0	591,0	591,0
Прочие страны	384,6	522,6	517,3	553,0	586,0	529,0	560,0
Африка	16 ,7	142,3	161,0	175,0	144,0	142,0	—
Азия	—	—	—	645,0	695,0	583,0	660,0
в т. ч.:							
Япония	—	—	—	310,0	341,0	241,0	
Индия	—	—	—	200,0	212,0	211,0	
Прочие страны	—	—	—	135,0	142,0	131,0	
Европа	426,0	440,0	460,0	691,0	678,0	684,0	1485
Австралия	375,6	398,7	454,1	470,0	483,0	485,0	
Всего	6765,3	7594,1	8333,1	8211,0	8047,0	8510,0	8580

В числе главнейших стран, добывающих серебро, Америка занимает первое место и дает 76,6% мировой добычи.

Интересно отметить, что за период с 1493 по 1940 год было добыто всего в мире свыше 536.000 *т* серебра на сумму около 10 миллиардов долларов.

II. Месторождения серебра

Собственно серебряные месторождения с самостоятельным промышленным значением в Армении неизвестны. Основным источником серебра являются полиметаллические, медноцинковые и в меньшей степени медные руды Кафанского, Шамлугского, Алавердского и др. месторождений (см. рис. 9).

Серебро, содержащееся в рудах эксплоатируемых медных месторождений концентрируется в черновой меди, выпускаемой Алавердским медеплавильным заводом и в последующем отделяется от меди при ее электролизе.

Количество серебра, получаемого в черновой меди от плавки Кафанских медных концентратов и медных руд Шамлугского и Алавердского (Ленинского) месторождений приводится в табл. 79.

Таблица 79

Годы	Получено серебра в черновой меди в *кг*			
	Всего	в том числе		
		Из Кафанских медных концентратов	Из руд Шамлугского месторождения	Из руд Алавердского месторождения
1940	8841	8088	748	5
1941	11235	10262	950	23
1942	5169	4462	655	52
1943	1344	882	411	51
1944	1618	609	830	179

Кроме того, серебро извлекалось самостоятельно также из цинковых концентратов, получаемых при селективной флотации медно-цинковых руд Шаумяновского месторождения.

Резкое сокращение количества серебра в последние годы объясняется, наряду с сокращением добычи медных руд и выплавки меди, также и временной консервацией в 1942 г. Шаумяновского рудника в Кафане, полиметаллические руды которого характерны более высоким содержанием серебра.

Месторождения, руды которых содержат более или менее значительное количество серебра, территориально могут быть подразделены на следующие основные группы:

1. Алавердская группа в составе Ахтальского полиметаллического месторождения, Шамлугского и Алавердского медных место-

рождений. Сюда же входят Шагали-Эйларское, Мец-Дзорское медные месторождения, промышленное значение которых, с точки зрения извлечения из их руд серебра, пока не выяснено, и целый ряд более мелких медных и полиметаллических месторождений и рудных проявлений.

2. Группа месторождений Даралагяза, наиболее известными среди которых являются Гюмушханское и Газминское.

3. Зангезурская группа месторождений, наиболее важными в которой являются Кафанские месторождения, в частности Шаумяновское месторождение, а также Каджаранское и Агаракское медно-молибденовые месторождения.

1. Алавердская группа месторождений

Ахтальское месторождение было известно в глубокой древности и являлось одним из первых объектов горно-заводского дела не только в Армении, но и во всем Закавказье.

По архивным материалам Ахтальское полиметаллическое месторождение начало интенсивно разрабатываться с 1763 года. Для переработки добываемых руд был основан Ахтальский завод, на котором извлекались благородные металлы—золото и серебро. С открытием Тифлисского монетного двора, в 1804 году, серебро шло на чеканку монеты.

По данным Степанянца (15), до 1887 года, когда Ахтальское месторождение было передано в ведение французской концессионной компании, из его руды извлекались только серебро и золото, остальные металлы (цинк, свинец и медь), из-за неразработанности технологии комплексного использования полиметаллических руд, шли в отвал. В дальнейшем французы основное внимание уделяли получению меди, попутно извлекая благородные металлы.

В 1785 году выплавлено от 1 до 1,5 тонн золотистого серебра. В 1913 году было добыто еще меньше—45,3 *кг* серебра. В 1914 г. добыча серебра поднялась до 229 *кг*.

Ведомость анализов ахтальских руд (15) за отдельные месяцы 1912 г. и 1913 г. показывает колебание содержания серебра от 58 до 5000 и даже 8906 *г/т*.

В рудах, состоящих главным образом из галенита, содержание серебра колебалось от 1,2 до 17,5 *кг/т*. Исключая единичные случаи, содержание серебра обычно колеблется в пределах от 70 до 2000*г/т*. Среднее же содержание его 300—350 *г/т*. Произведенные в 1934—35 году анализы некоторых образцов дали несколько пониженные результаты—150 *г/т*, что, по Степанянцу, объясняется или обеднением серебра с глубиной месторождения или же недоступностью участков с богатой серебряной рудой.

Серебро в Ахтальском месторождении связано с блеклыми рудами и серебристым галенитом. Оно представлено также в самородном виде и аргентитом.

Перспективные запасы полиметаллических руд Ахтальского месторождения по всем категориям достигают 50.000 тонн. Если принять среднее содержание серебра в 150 *г/т*, какое было получено в результате анализов некоторых проб в 1934—36 гг. (15), то запасы чистого серебра будут порядка 7,5 *т*, а если исходить из общепринятого среднего содержания серебра в ахтальских рудах, т. е. 300—350 *г/т*, то запасы серебра увеличатся до 15—17,5 *т*.

Шамлугское месторождение, как медное, подробно описывается в статье „Медь". В рудах этого месторождения микроскопически установлены самородное серебро и аргентит. Серебро образует также изоморфную смесь в сульфидах (теннантите, галените, борните и сфалерите).

Самородное серебро связано с борнит-сфалеритовой рудой штольни № 3 и встречается только в сильно обогащенных аргентитом участках, причем иногда его содержание доходит до 3% (7). В борнитовых рудах серебро тесно связано с золотом и входит в состав электрума.

По данным Магакьяна, характер проявления самородного серебра говорит за вторичное его образование в зоне обогащения, за счет растворения, миграции и переотложения присутствующего в рассеянном состоянии в первичных рудах—галените, теннантите, борните и др. серебра.

По данным Степанянца и Монахова (16), содержание серебра в шамлугских рудах по отдельным штокам колеблется от 2,3 до 123,5*г/т*. Медно-серноколчеданные руды содержат от 12,7 до 123,5 *г/т* серебра, а в среднем 95,6 *г/т*.

Валовое опробование показало, что среднее содержание серебра в рудах месторождения колеблется от 5,2 до 29,5 *г/т*.

Добытые руды показали содержание серебра в 1941 г. —14,8*г/т*, в 1942 г.—13,6*г/т* и в 1943 г.—10,2 *г/т* (см. табл. 79).

Принимая во внимание среднее содержание серебра в 13 *г/т*, общие запасы руды в количестве 800 тыс. *т*, запасы серебра по месторождению оцениваются на 1 января 1945 г. в 7260 *кг*.

Ленинское (Алавердское) месторождение, как медное, подробно описано в статье „Медь".

Серебро присутствует в сравнительно большем количестве в полиметаллических штоках, расположенных в верхних горизонтах месторождения. Содержание серебра в рудах месторождения колеблется в пределах от 10—30 до 385 *г/т*.

По Штейнману (17), в 1860-х годах в висячем боку месторождения скопление борнита с примесью сфалерита содержало 550 *г/т*, а по данным Морозова (10), медная руда в 1909—11 гг. содержала от 36 до 57,3 *г/т*, а цинковая 150—300 *г/т*, и редко 620 *г/т*.

По данным Грушевого, медь, полученная из медно-цинковых руд месторождения, содержала от 880 до 1205 *г/т*, а медь, полученная из руд, не содержащих цинка,—400 *г/т*.

Добываемая в последние годы медная руда содержит серебро в количестве 10—10,8 *г/т*. Исходя из этого, запасы серебра в медных и медно-серноколчеданных рудах месторождения оцениваются в 1800—2000 *кг*.

Богатые серебром полиметаллические руды в количестве 40—50 тыс. *т*, будучи расположены в недоступных частях старых, заброшенных рудников, лишены промышленного значения.

Мелкие месторождения. Серебро обнаружено также в рудах ряда других медных и полиметаллических месторождений. Так, например, по данным Пилояна (11,12), содержание серебра в рудах Шагали-Эйларского месторождения колеблется от 200 до 250 *г/т*. Серебро связано, повидимому, с халькопиритом и галенитом.

Мец-Дзорское месторождение. По данным Барканова (3), в состав мец-дзорских руд входят также серебросодержащие минералы—теннантит и энаргит. Анализ первого дал 1520 *г/т* серебра, а последнего—400 *г/т*. Эти данные говорят о возможности организации попутного извлечения серебра из мец-дзорских руд при эксплоатации месторождения.

В районе месторождения Южн. Инаг-даг (см. статью „Свинец и цинк") Котляром был обнаружен ряд небольших полиметаллических проявлений, в которых содержание серебра колебалось от следов до 14 *г/т*.

Даралагязская группа месторождений. Из месторождений Даралагязской группы следует отметить Гюмушханское в Азизбековском районе (см. статью „Свинец и цинк"). Добыча серебра в Гюмушхане производилась с очень давних времен, о чем свидетельствуют следы древних работ.

Серебро отмечается как в окисленной зоне месторождения, так и в первичных сульфидных рудах, причем в зоне окисления содержание серебра варьирует в очень широких пределах от 0 до 300*г/т*.

Наиболее богатые массивные сульфидные руды главной жилы (№ 1) показали 720 *г/т* серебра и золота. Среднее содержание серебра по жиле равно 87 *г/т*.

В сульфидных рудах остальных жил месторождения содержание серебра ниже и подвергнуто большим колебаниям.

Наличие серебра предполагается в полиметаллических рудах многих месторождений и рудопроявлений Даралагяза, к числу которых относятся в Микояновском районе Газминское (или Текадолдранское) и Енгиджинское или Аярское полиметаллические месторождения; в Азизбековском районе Тарпское и Чарахлурское проявления галенита, а также Чайкендское проявление галенита и халькопирита.

3. Зангезурская группа месторождений

Рудник им. Шаумяна отличается от остальных действующих медных рудников Кафанского месторождения (группы месторождений) полиметаллическим составом своих руд.

Подробное описание Шаумяновского месторождения приводится в статьях „Медь", „Свинец и цинк". Среди полиметаллических месторождений и рудопроявлений Кафанской группы Шаумяновское месторождение отличается повышенным содержанием серебра в рудах. Присутствие серебра установлено в сульфидах меди, цинка и железа. Содержание серебра в сфалерите колеблется от 93 до 110 *г/т*, в халькопирите равно 97 *г/т*, а в пирите—106*г/т*.

Необходимо отметить, что минерализованные пиритом боковые породы также содержат серебро в количестве от 29 до 33 *г/т*.

Богатые полиметаллические руды жил №№ 1 и 3 содержали 36—43 *г/т* серебра, а в средних сборных пробах из тех же жил концентрация серебра достигает 214—493 *г/т*. Цинковый концентрат из руд рудника № 1 им. Шаумяна содержит 260—364 *г/т* серебра.

По данным Котляра (4), рядовая полиметаллическая руда рудника им. Шаумяна, по анализам лаборатории Механобра, содержит 0,101% и согласно анализам лаборатории Института прикладной минералогии—0,130% серебра.

Согласно последним данным содержание серебра в рядовой руде, цинковых и медных концентратах, получаемых из руд рудника им. Шаумяна, представляет следующую картину (см. табл. 80).

Таблица 80

№№ пп	Название	Январь 1940 г. в *г/т*	Колебания содерж. в 1940 г. в *г/т*	Апрель 1941 г. в *г/т*
1	Рядовая руда	112,4	70 112	66
2	Цинковый концентрат	364	260—364	286,6
3	Медный концентрат	528	398 528	511,6

Как видно из этой таблицы, серебро в основном переходит в медный, в меньшей степени в цинковый концентраты.

О содержании серебра в руднике им. Шаумяна дает представление табл. 81.

Таблица 81

№№ пп	Наименование жил	Название горизонта	Среднее содерж. г/т	Колебание содерж. в г/т	Количество произв. анализов
1	Жила № 1 южная	—110	178	50—724	72
2	„ № 3 „	—132	203	43—772	26
3	„ „Депутат"	—132	243	12—675	25

Запасы серебра медно-полиметаллических руд рудника им. Шаумяна, по подсчетам Кафанской ГРП на 1/I 1945 года, выражаются по всем категориям в 6844 *кг*, в том числе по категориям А+В—2345 *кг*.

С целью выяснения эффективности флотации руд и извлечения серебра и золота в 1934 году Механобром ставились опыты по амальгамации руды перед ее флотацией. Эти опыты показали, что путем амальгамации возможно извлечь из руды максимально 15% золота и 37% серебра.

По мнению Прокопенко, результаты лабораторных испытаний должны быть проверены на опытной фабрике. Он указывает, что „низкая крупность золота и серебра не дает шансов на удовлетворительное извлечение их шлюзовой амальгамацией" (13).

Серебро присутствует также в рудах полиметаллических жил Халаджского рудника, расположенного в 3 *км* к СВ от рудника им. Шаумяна. Анализ кварца с вкрапленностью блеклой руды показал 33 *г/т* серебра. Полиметаллическая руда Чинардаринского, ныне не действующего рудника, находящегося в 0,5—0,6 *км* к ЮЗ от рудника им. Шаумяна, содержит 34 *г/т* серебра.

По данным Прокопенко (13), соотношение золота и серебра для медно-полиметаллических жил Шаумянской группы месторождений колеблется в пределах от 1:10 до 1:28.

Спектроскопические анализы показали, что халькопиритовые руды Ленинской группы Кафанских рудников также содержат серебро в том или ином количестве. Пиритовые же руды, за исключением очень редких случаев, не содержат серебра. Чисто отобранные образцы халькопиритовой руды рудника №№ 1—2 и 5—6 содержат от 34 до 62,5 *г/т* серебра. Наиболее высокое содержание дают анализы теннантита—123,2 *г/т*.

Средние же пробы из различных жил рудников №№ 1—2, 5—6, 7—10 и Хрда-Магара содержали от 13 до 134 *г/т*. Наивысшее содержание серебра обнаружено в рудах восточной части жилы № 29, гор.—100 (рудник № 6).

Установлена некоторая синхроничность содержания золота и серебра. По мере увеличения золота в пробах увеличивается также и концентрация серебра (13).

При флотации медных руд Ленинской группы серебро вместе с золотом уходит в медный концентрат.

По данным Алавердского медеплавильного завода содержание серебра в Кафанских медных концентратах равнялось в 1941 г.—115,6, в 1942 г.—46,1 и в 1933 г. —12,6*г/т*. Резкое падение количества серебра объясняется сокращением добычи полиметаллических руд в 1942 г. и полным прекращением ее в 1943 г. в связи с временной консервацией рудника им. Шаумяна.

Принимая, согласно имеющимся анализам, среднее содержание серебра в рудах Ленинской группы рудников в 15 *г/т* и запасы руды

на 1 января 1945 г. по категориям А+В+С в 2.130 тыс. *т*, запасы серебра выразятся цифрой 31950 *кг*.

Агаракское и Каджаранское медно-молибденовые месторождения. Анализы 5 проб медно-молибденовой руды Агаракского месторождения показали в одной пробе 7 *г/т*, остальные 14,0—14,8 *г/т* серебра. В технической пробе 1933 года Механобр определил содержание серебра в количестве 0,5 *г/т*, а коллективный концентрат, полученный из этой пробы, содержал 17,3 *г/т* серебра.

В 1934—35 г.г. ЦГЛ по 3 валовым и 3 специальным бороздовым пробам определены следующие содержания серебра (см. табл. 82).

Таблица 82

№№ пп	№№ проб	Место взятия проб	Содержание Ag в г/т
1	Валовая № 3	шт. № 37	4,0
2	„ № 4	шт. № 2	8,2
3	„ № 5	шт. № 7	3,2
4	Богатая сульфидная руда	шт. № 24	26,5
5	Богатая халькопиритовая руда	шт. № 38	4,2

Содержание серебра в рудах Агаракского месторождения принимается 3 *г/т*. По примеру действующих медных месторождений при флотации медно-молибденовых руд часть серебра выделяется в медный концентрат.

Руды Каджаранского месторождения в части содержания серебра не изучены, если не считать единичные спектральные анализы; по аналогии с Агаракским среднее содержание серебра и здесь не должно превышать 3—4 *г/т*.

При положительном разрешении вопроса попутного извлечения серебра из медно-молибденовых руд запасы этого металла могут исчисляться по Агараку 156 *т* и по Каджарану около 600 *т*.

Основные выводы

1. Из приведенных в статье сведений видно, что в пределах Армянской ССР неизвестно богатых, собственно серебряных месторождений и что основные запасы серебра сосредоточены в полиметаллических и медных месторождениях. Вопрос о содержании серебра в рудах многих из этих месторождений, вследствие недостаточного количества анализов, отсутствия увязки этих анализов с изучением минералогического состава руд, а часто и недоброкачественности анализов, остается недостаточно изученным.

2. Попутно с медью из медных и полиметаллических руд извлекается серебро в количестве от 1500 до 11200 *кг* в год.

3. В полиметаллических рудах месторождений республики содержание серебра колеблется в пределах от 100 до 300 *г/т*, причем встречаются отдельные обогащенные куски, в которых содержание серебра доходит до 1000—2000 *г/т* и более. Исходя из этого, полиметаллические руды являются одним из источников получения серебра.

4. Руды медных месторождений содержат серебро в количестве 10—30 *г/т* и, несмотря на относительно низкое содержание, практически представляют из себя сырье для попутного извлечения серебра.

5. Запасы серебра в рудах действующих (за исключением Ахталы) медных и полиметаллических месторождений республики оцениваются на 1 января 1945 г. следующим образом (см. табл. 83).

Таблица 83

Месторождения	Запасы серебра в *кг*
Ахтальское	7500
Шамлугское	7260
Алавердское (Ленинское)	1800
Кафанское	38794
В том числе рудник им. Шаумяна	6844
Группа рудников им. Ленина	31950
Всего	55354

Ориентировочные запасы серебра по всем остальным медным, полиметаллическим и медно-молибденовым месторождениям достигают 800 тыс. *кг*.

6. Содержание серебра в медно-молибденовых рудах республики невысокое; вопрос попутного его извлечения не изучен. Учитывая крупные масштабы добычи и переработки этих руд в ближайшем будущем, они должны быть детально изучены в отношении содержания в них золота и серебра, а также попутного извлечения последних из медных и молибденовых концентратов.

7. Ближайшей задачей геологических учреждений республики является более детальное изучение полиметаллических руд, разрабатываемых полиметаллических и медных месторождений, продуктов их обогащения в отношении содержания в них серебра, а также ревизия ряда малоразведанных, в первую очередь полиметаллических месторождений, в отношении содержания благородных металлов.

Литература

1. *Барканов И. В.*—Агаракское молибденово-медное месторождение в Армянской ССР. Отчет по работам 1930—33 г. Рукопись, фонд Арм. ГУ.

2. *Барканов И. В.*—„Даралагязская группа свинцово-цинковых месторождений". 1932 г. Рукопись, фонд Арм. ГУ.

3. *Барканов И. В.*—„Очерк геологии и рудных месторождений северной части Степанаванского района Армянской ССР и соседних частей Алавердского района Армении и Башкичетского района Грузинской ССР". 1934—35 г. г. Рукопись, фонд Арм. ГУ.

4. *Котляр В. Н.* и *Додин А. Л.*—„Зангезур" (Зангезурское медное месторождение в Армянской ССР. ЦНИГРИ, 1936 г. Рукопись, фонд Арм. ГУ.

5. *Котляр В. Н.*—„Гюмушханское полиметаллическое месторождение Даралагязского уезда". 1926 г. Рукопись, фонд Арм. ГУ.

6. *Котляр В. Н.*—Материалы к изучению рудных месторождений северной части ССР Армении. Труды ВСГР Объединения НКТП СССР. 1934 г.

7. *Магакьян И. Г.*—„Руды Алавердской группы месторождений". Рукопись, фонд Ин-та геологических наук АН Арм. ССР. 1943 г.

8. *Магакьян И. Г.*—„Алавердский рудоносный район". Сводка по литературе, 1943 г. Рукопись, фонд Института Геологических наук АН Арм. ССР.

9. *Магакьян И. Г.*—„Металлогения северной части Малого Кавказа". Рукопись, фонд Ин-та Геологических наук АН Арм. ССР, 943 г.

10. *Морозов Н. А.*—„Алавердское м-ние медных руд в Закавказье, его породы и генезис". Изв. С.-Петербург. Политехнического института, т. XVII, 1912 г., в. I.

11. *Пилоян Г. А.*—„Отчет по Шагали-Эйларскому месторождению за 1933 г.". Рукопись, фонд Арм. ГУ.

12. *Пилоян Г. А.*—„Предварительный отчет по Шагали-Эйларскому месторождению 1934 г.". Рукопись, фонд Арм. ГУ.

13. *Прокопенко Н. М.*—„Геохимическая характеристика руд Зангезурского месторождения". Зангезур. ГРП, 1943 г.

14. Сводка запасов полезных ископаемых на 1. I 1942 г., фонд Арм. ГУ.

15. *Степанянц О. С.*—„Ахтальское полиметаллическое месторождение". Изд. АрмФАН, 1938 г.

16. *Степанянц О. С.* и *Монахов Н. Я.*—„Шамлугское медное месторождение". 1940 г. Рукопись. Арм. ГУ.

17. *Штейнман, горн. инж.*—„Записка об осмотре горных заводов и промыслов Кавказа и Закавказского края". Горн. журнал, 1869 г., часть IV, № 10.

18. *Шостак И. А.*—„Исторический очерк развития горного дела на Кавказе", 1901 г., Тифлис.

19. „Анализ ресурсов воюющих коалиций". Издание АН СССР. 1943 г.

Г. М. Арутюнян

Хром

Общие сведения

Общая характеристика хрома и его свойства. Хром, как элемент, известен с 1797 г. Он представляет собой металл белого цвета, обладающий весьма значительной твердостью. По своим химическим свойствам хром относится к элементам VI группы, четвертого периода, порядковое число 24, атомный вес 52,01, веса изотопов 52, 53, 50 и 54.

Основные физические свойства хрома следующие: уд. вес 7.1, T^0 плавления 1700^0, T^0 кипения 2200^0. Хром при обыкновенной температуре химически мало активен и не окисляется даже во влажном воздухе.

Хром обладает переменной валентностью 2, 3 и 4. В соединениях с низшей валентностью хром ведет себя как металл, в соединениях с высшей валентностью—как неметалл, входя в состав анионов.

При высоких температурах химически мало активен, реагирует с кислородом, галоидами, углеродом, серой и азотом.

В природе известно около 40 минералов хрома, но промышленное значение, как руда хрома имеет лишь хромит $FeOCr_2O_3$ (теоретический состав 68% Cr_2O_3, 32% FeO), содержит часто примеси Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, CaO, SiO_2, в связи с чем содержание Cr_2O_3 в минерале колеблется обыкновенно от 33 до 55%.

Хромит—минерал кубической сингонии с уд. весом 4,1—4,9 и твердостью 6,5. Обычно образует массивные агрегаты, окрашенные в железно черный, до коричнево-черного цвета.

Область применения и требования к сырью. Хромистый железняк применяется в металлургической, химической и огнеупорной промышленности. Наибольшее применение хромистый железняк имеет в металлургии для получения сплавов с железом и специальных сортов качественных сталей. Указанные сплавы содержат хрома от 0,5—4% до 12—30%; примеси его к стали сильно повышают ее крепость и твердость; кроме того, хромсодержащие сплавы не ржавеют. Эти стали широко используются для ответственных частей в авиационной, автомобильной, судостроительной промышленности. Широкое применение имеют также сплавы хрома с никелем, кобаль-

том, а также стеллиты—сплавы железа с хромом с добавкой других металлов (молибдена, вольфрама и других). Хром применяется в сталях в виде сплава феррохрома. Феррохром получают путем электрической плавки хромистого железняка с углем и примесью флюсов. Для получения феррохрома должен употребляться хромистый железняк, в котором отношения Fe к Cr не более 1:3, при следах фосфора и серы.

В промышленности большое значение имеет также хромирование, т. е. покрытие тонким слоем металлического хрома различных металлических изделий в целях борьбы с коррозией и ржавчиной.

В химической промышленности хромистый железняк применяется в деле производства хромпиков, т. е. двухкромокислых солей калия и натрия, которые, в свою очередь, служат исходным материалом для производства различных хромовых препаратов.

Хромпик широко применяется при дублении кож; из него же готовят разнообразные краски различных цветов, а также изготовляют лаки.

Хромистый железняк обладает высокой огнеупорностью, точка плавления его 2180°С. Поэтому, в настоящее время в металлургической промышленности широко применяются хромовые кирпичи для пода печей. Помимо этого, окись хрома употребляется в качестве краски при окрашивании стекла, фарфоровых и фаянсовых изделий. Окись хрома применяется в живописи и как печатная краска. Различные оттенки ее можно получить при прибавлении глинозема, окиси цинка и кобальта.

Для металлургии требуются руды, содержащие не ниже 38—40% Cr_2O_3 при условии, если отношение окиси хрома к закиси железа равно или больше чем 2,5, содержание Si_2O не более 7%, а серы и фосфора почти нет.

Низкосортные хромистые железняки используются в производстве огнеупорных кирпичей, причем содержание окиси хрома равно 36—38%, SiO_2 не более 7%, а Fe до 20%. По содержанию окиси хрома и соотношению окиси хрома и закиси железа хромитовые руды разделяются на марки и сорта. Марка хромитовых руд определяется следующим соотношением окиси хрома к закиси железа: марка I более 3; марка II—от 2,7—3,0, марка III—от 2,0—2,7, марка IV—от 1,6—2,0.

Сорта хромита определяются содержанием окиси хрома, причем в высокопроцентных оно должно быть не ниже 48%, в среднепроцентных не ниже 45% и в низкопроцентных не ниже 38—40%.

Химическая промышленность обычно использует руды с содержанием 36—38% Cr_2O_3. В США в 1944 г. цена 1 тонны 48% хромитовой руды с соотношением закиси железа к окиси хрома 1 к 3, равнялась 240 руб. по твердому курсу.

Хромитовые руды добываются обычными методами с помощью открытых или подземных горных выработок, в зависимости от усло-

ний залегания рудных тел и их формы. Хромовые руды сравнительно легко подвергаются мокрому обогащению и нередко из бедных руд, содержащих от 12 до 35% окиси хрома, получаются концентраты с содержанием 48—52% окиси хрома. Иногда при обогащении руд используется и магнитная сепарация.

Условия образования месторождений и их классификация. Среднее содержание хрома в земной коре составляет 0,035%. Генетически он связан почти исключительно с ультраосновными изверженными породами—дунитами и перидотитами. По своему характеру месторождения хрома подразделяются на два типа—магматический и валунчатые россыпи, причем последний тип образуется за счет выветривания и эрозии коренных магматических месторождений. Материнской породой первого типа месторождений—магматического, являются, как было указано, дуниты и перидотиты, превращающиеся в результате метаморфических процессов в серпентиниты, причем, основная масса хрома выпадает обычно в виде акцессорных хромшпинелидов, рассеянных в породе в виде мелких зерен, другая часть хрома аккумулируется в остаточных расплавах и образует гнезда, линзы и жилы, дающие промышленные скопления минерала. Размеры рудных жил обычно невелики.

Главнейшие месторождения за-границей и в СССР. Мировые месторождения распределены сравнительно неравномерно и основные запасы хромита сосредоточены в немногих странах. Наибольшей известностью пользуются месторождения в Родезии, СССР, Турции, Ю. Африке, Филиппинах, Кубе, Югославии, Индии, Греции и Новой Каледонии. Менее значительные месторождения находятся в Японии, Бразилии, Болгарии, Канаде. Интересно отметить, что ряд крупнейших капиталистических стран: США, Англия, Франция, Германия почти не располагает собственными ресурсами хромита.

В СССР наиболее известны хромитовые месторождения Урала. Почти все месторождения хромитов Урала связаны с ультраосновными породами: дунитами, перидотитами и пироксенитами. Некоторые полосы основных пород отличаются неравномерной мощностью, представляя ряд массивов, сложенных дунитами, пироксенитами, габбро, габбродиоритами и диоритами. По площади эти массивы не превышают 10—15 кв. *км*; простирание их меридиональное. К таким массивам можно отнести следующие: Соловогорский, Баранчинский, Косинский и др. В этих массивах имеются многочисленные мелкие месторождения хромистого железняка, подчиненные серпентинизированным дунитам. С вышеперечисленными месторождениями хромистого железняка связаны месторождения платины. На Урале имеются также другие массивы ультраосновных пород, где отсутствуют дуниты и габбро и вместо них широко развиты перидотиты типа верлита, гарцбургита и лерцолита. Почти все эти массивы обычно имеют вытянутую форму с меридиональным или северо-восточным и редко северо-западным простиранием. Месторождения хромистого желез-

няка вышеуказанных массивов многочисленны; они отличаются друг от друга своими размерами, и некоторые из них являются главными источниками добычи хромита на Урале. Во многих месторождениях хромит приурочен к краевой фации дунитового тела. В центральных частях массивов месторождения встречаются очень редко и отличаются небольшими размерами. Наиболее крупные месторождения хромистого железняка, как, например, Гологорские, Верблюжинские и др. приурочены к тектоническим линиям разломов. Формы залежей уральских рудных тел весьма разнообразны: здесь встречаются гнезда, штоки, линзовидные формы или линзочки, следующие одна за другой и, наконец, имеются крупные месторождения жилообразной или линзообразной формы.

Помимо Урала значительные месторождения хромита известны в Башкирской АССР, Казахской ССР, Азово-Черноморской области, Северо-Кавказском крае и в Закавказье.

На 1.I 1936 г. запасы хромитовых руд (в тыс. тонн) в СССР распределялись следующим образом (см. табл. 84).

Таблица 84

Наименование	Категория запасов		
	$A+B+C_1$	C_2	Всего
Урал (Свердловская, Челябинская и Чкаловская обл.)	403,0	303	706
Башкирская АССР	51	0,2	51,2
Казахская ССР	6,0	—	—
Азово-Черноморский край	0,2	—	—
Северо-Кавказский край	1,5	—	—
Закавказье (Арм. ССР и Азерб. ССР)	13,5	12,0	25,5

Размер добычи за-границей и в СССР. Мировая добыча хромовых руд колеблется от 1 до 1,3 млн. тонн и приблизительно распределяется в процентном отношении следующим образом (табл. № 85).

Таблица 85

Мировая добыча хромита (в процентном отношении)

Родезия	18,0	Куба	5,4
СССР	17,0	Югославия	5,0
Турция	16,7	Индия	4,7
Ю. Африка	14,0	Греция	4,4
Филиппины	7,4	Новая Каледония	4,3

В СССР основная добыча хромовых руд сосредоточена на Урале, но в последние годы сильно выросла также добыча руд в Казахской ССР, причем размер добычи в СССР превышает 200 тыс. тонн руды в год.

Месторождения хрома

В Арм. ССР хромовые месторождения связаны с офиолитовым поясом, проходящим через территорию Советского Закавказья, начиная от границ Ирана с Азербайджанской ССР на юге и кончая границей между Турцией и Арм. ССР на западе. Основная часть месторождений приурочена к северо-западной части офиолитового пояса, протягивающейся к С от оз. Севан (см. рис. 8).

Эта часть офиолитового пояса Закавказья приурочена к северо-восточным и юго-западным склонам Шахдагского хребта, протягивающегося в юго-восточном направлении до вершины Гинял-даг и являющегося водоразделом между речной системой правых притоков р. Куры и котловиной оз. Севан. Абсолютные высоты отдельных вершин указанного хребта колеблются в пределах от 2800 до 3600 *м*.

По отношению к г. Еревану Шахдагский хребет находится к северо-востоку на расстоянии около 95 *км*, из них 66 *км* по шоссейной дороге из г. Ереван до с. Севана и остальные от с. Севана до с. Шоржа по озеру. Имеются также и другие пути сообщения, но менее удобные: Ереван—Басаргечар по довольно приличной шоссейной дороге (расстояние 180 *км*) Басаргечар—Шоржа (60—70 *км* по грунтовой дороге); из с. Шоржа улучшенная грунтовая дорога идет через Михайловский перевал в Красное село, откуда идет шоссе через Дилижан в г. Ереван, в Кировакан, а также к ст. Акстафа Зак. ж. д.

В пределах Арм. ССР наиболее крупные Шоржинский, Джиль-Сатанахачский и Зодский габбро-перидотитовые массивы расположены вдоль северо-восточного берега оз. Севан, среди высокогорной области. Уровень оз. Севан находится на абсолютной высоте 1916 *м*.

Морфология юго-западных склонов Шахдагского хребта на протяжении от. с. Шоржа до Зодского перевала и для значительной части юго-западных склонов характеризуется свойствами, типичными для высокогорных областей с резко расчлененным рельефом.

В геологическом строении этой части республики принимают участие вулканические, а также карбонатные породы юрского и верхнемелового возрастов, перекрываемые эоценовыми отложениями. Юрские породы представлены порфиритами и их туфами, переслаивающимися с туфобрекчиями, меловые—порфиритами, туфобрекчиями и туфами турона, переходящими местами в известково-сланцевую фацию. Нередко среди туфобрекчий встречаются известковые рифы. Отложения турона согласно перекрываются отложениями сенона и эоцена, представленными в одних участках известняками и мергелями, а в других вулканической толщей.

Юрские отложения северного склона хребта слабо дислоцированы, тогда как верхнемеловые и эоценовые толщи южного склона собраны в ряд изоклинальных складок, на основании чего К. Н. Паффенгольц предполагает существование под юрскими отложениями жесткого палеозойского основания.

В результате интенсивных тангенциальных движений, направленных с юга, образовался поддвиг всей верхнемеловой и эоценовой толщи под юрскую толщу. Дизъюнктивные дислокации представлены рядом крупных поперечных сбросов.

Морфологически интрузия гипербазитов представлена на глубине единым интрузивным телом, которое прорывает толщу мела; отдельные тела апофиз располагаются исключительно в куполах антиклинальных складок. Наблюдается ряд повторяющихся полос интрузивов, располагающихся вдоль осей изоклинальных складок.

Непрерывные выходы ультраосновных пород прослеживаются от с. Шоржа вдоль северо-восточного берега оз. Севан до бассейна р. Тертер и затем далее к ЮВ до горы Сары-баба в Ленинском районе Курдистана.

Комплекс ультраосновных пород представлен, главным образом, серпентинитами, перидотитами, преимущественно типа лерцолитов, пироксенитами, а также в значительно меньшем количестве дунитами; но свежие дуниты почти нигде не встречаются.

Особое место занимают породы типа габбро, генетически связанные с ультраосновными породами и встречающиеся в виде штокообразных тел. Габбро образовались, видимо, в результате отдельной фации цикла интрузии офиолитов. Серпентинизация перидотитов произошла в период постмагматической деятельности интрузий, к тому времени в значительной степени уже затвердевших.

Возраст основных и ультраосновных пород определяется как верхнеэоценовый, ввиду того, что они перекрывают верхнемеловые и среднеэоценовые отложения, а перекрываются трансгрессивно и несогласно вулканогенной толщей олигоцена.

Небольшие хромитовые тела в результате проведенных геолого-съемочных и поисковых работ были установлены во многих массивах ультраосновных пород, причем выявляется отчетливая локализация хромитов в дунитах.

Изученность многих из этих проявлений хромитового оруденения недостаточна и к настоящему времени разведаны только две группы месторождений: Шоржинское месторождение и Джильская группа с месторождениями Джильское, Кочкранское, Армутлу-дарасинское, Чатын-дарасинское и Ефимовское.

Шоржинское месторождение находится в 2 *км* к В от с. Шоржа и подчинено шоржинскому массиву, являющемуся западной оконечностью Севанского офиолитового пояса. Район этого массива является наиболее пониженной частью предгорий Шахдагского хребта. Площадь шоржинского массива составляет всего лишь 1,5 кв. *км*; массив сложен, главным образом, перидотитами типа саксонитов и верлитов, а также лерцолитов; среди них встречаются выходы дунита в виде вытянутых в широтном направлении линзообразных тел, иногда в виде неправильных жил.

Дунит в выветрелом состоянии легко узнается по бурожелтой

окраске и по ровной поверхности выветривания. Шоржинское месторождение хромистого железняка приурочено исключительно к дунитовым участкам, которых здесь констатировано пять.

В этих участках разведочными работами было выявлено более 35 гнезд хромистого железняка; форма встреченных тел самая разнообразная, чаще всего в виде линз и гнезд, причем последние часто бывают вытянуты по одному направлению, в вертикальной плоскости. Размер этих тел также разнообразен: некоторые рудные тела измеряются всего лишь 1—5 *м* (в поперечнике), другие достигают до 25—35 *м* по длине, при мощности в 3—4 *м*. Намечается определенная приуроченность большинства хромитовых тел к двум зонам широтного простирания.

Содержание окиси хрома колеблется в различных телах от 25% во вкрапленных рудах до 36—42% в богатых телах.

По данным Чумаковой на 1.I 1944 г. на месторождении выявлены следующие запасы:

Рудные тела № 1, 2, 4, 6, 7 по данным Х. К. Бойчарова

Категория В—908 *т*
Категория C_1—1228 *т*

Рудное тело № 5 (по С. П. Чумаковой)

Категория В—506 *т*
Категория C_1—1228 *т*
Содер. Cr_2O_3—36 %.

Западное оруденение

C_1—425 *т*, Содер. Cr_2O_3—25%.

Джильская группа месторождений

Кочкранское месторождение находится в 5,5 *км* к СВ от сел. Джиль, в верховьях одноименного ручья. Рудная зона представлена здесь двумя участками северо-западного простирания среди серпентинизированных дунитов. Руда залегает в виде неправильных тел самой различной формы. Содержание Cr_2O_3 (по данным рудоэкспорта) 34,6%, при содержании Al_2O_3—26,79, что говорит о принадлежности хромшпинелида к алюмохромиту.

Хромистая руда имеет темный, почти черный цвет. Качественная характеристика Кочкранской руды следующая:

SiO_2—8,6%
Cr_2O_3—34,6%
Al_2O_3—26,7%
FeO —12,9%

Геологические запасы составляют около 700 *т*.

Месторождение Армутлу-дараси находится у слияния ручьев

Кочкран и Армутлу, на расстоянии 5 *км* к СВ от с. Джиль. Месторождение представлено двумя линзообразными телами мелковкрапленного и сплошного хромита.

Мощность одного из них около 2 *м*, причем оруденение продолжается на глубину. Запас руды не подсчитан, и разведка не закончена.

Ефимовское месторождение находится в 1,5 *км* к ЮВ от сел. Джиль, непосредственно у дороги Джиль—Басаргечар.

Разведочными работами было вскрыто рудное тело, представляющее линзу хромистого железняка длиной 18 *м*, при мощности 1—2 *м*; на глубину месторождение не разведано. По этому месторождению Г. А. Кечек дает запасы 1800 *т* хромистого железняка с содержанием Cr_2O_3 от 11 до 30%.

Месторождение Чатын-дара находится на расстоянии 700—800 *м* к ЮВ от Ефимовского месторождения в одноименном ущелье в верхней части его левого борта.

Месторождение представлено зоной разрушенного дунита среди перидотитов, протягивающихся в виде полосы северо-западного простирания. Рудная зона также вытянута в северо-западном направлении, как это обычно наблюдается в этом районе. Среди дунита в том же направлении идет ряд тонких, но вытянутых большей частью в широтном направлении, линз сплошного и вкрапленного хромита. Эти линзы и составляют две оруденелые полосы. Общая длина одной полосы оруденения 35 *м*, другой 16 *м*, мощность обеих зон незначительна. Запасы месторождения составляют 1000 *т* руды со средним содержанием Cr_2O_3 16—21%.

Месторождение „Главная жила“ находится в 1,5 *км* к ЮЗ от с. Джиль и расположено среди пологих холмов на расстоянии около 0,5 *км* от оз. Севан. Рудные выходы протягиваются по левому склону сухого лога, по правому же склону тянется грядка кварцево-карбонатовых пород. Рудная зона северо-западного направления подчинена серпентинизированным дунитам, протягивающимся узкой полосой общей длиной 200—250 *м*. Рудные тела представлены рядом жилообразных тел, расположенных частью параллельно, частью заходящих друг за друга, с частыми пережимами или разрывами; здесь кроме сплошных руд в юго-восточном участке зоны встречаются вкрапленные и густо вкрапленные жилы хромистого железняка. Запасы этого месторождения выражены цифрой около 3000 *т*, но значительная часть хромита была впоследствии выработана.

Содержание Cr_2O_3 в рудах „Главной жилы“ колеблется от 30 до 38%. При содержании Si_2O_3 10—16,5, Al_2O_3—до 10%, FeO—9%, F_2O_3—3—5%.

Кроме описанных месторождений проявления хромистого железняка констатированы на юго-восточном конце Севанского офиолитового пояса в Инаг-Дагском и Джан-Ахмедском массивах, в виде коренных выходов и россыпей. Качество руды высокое, что опреде-

ляется их анализами. Cr_2O_3—42—46,4%. На этих месторождениях необходимо поставить детальную разведку.

Кроме описанных месторождений, тяготеющих к оз. Севан, проявления хромистого железняка констатированы также среди выходов ультраосновных пород офиолитового пояса и в других районах Арм. ССР. Так, например, незначительные по размерам хромитовые тела были констатированы в Степанаванском районе среди ультраосновных пород, выходящих близ Чибухлинского медно-пиритового месторождения. Заслуживают упоминания также проявления хромитового оруденения в Амасийском районе.

Месторождения Амасийского района. Район выхода ультраосновных пород и связанных с ними месторождений хромита расположен в верховьях р. Ахурян между озером Арпа и Есаульским хр. в Амасийском районе. Участок представляет собой гористую местность с абсолютными отметками свыше 2000 *м*. В геологическом строении района принимают участие метаморфические породы докембрийского или кембрийского возраста (?), вулканогенные и осадочные породы мелового возраста и интрузивные породы, представленные габбро-диоритами и ультраосновными породами. Породы ультраосновного комплекса представлены, главным образом, перидотитами, в подчиненном количестве дунитами и пироксенитами. Дуниты образуют небольшие линзовидные участки среди перидотитов и быстро выклиниваются по простиранию и на глубину. Хромистые железняки приурочены к дунитам и образуют преимущественно вкрапленность, от редкой до густой и лишь иногда переходят в сплошную руду. Проведенные Арм. ГУ в 1942 г. под руководством Тараяна разведочные работы не выявили значительных рудных тел с хорошим оруденением, а лишь участки с вкрапленной рудой и позволяют сделать отрицательное заключение в отношении наличия богатых хромитовых руд. Наиболее крупные выявленные хромитовые тела имеют размеры не более нескольких квадратных метров в поперечном сечении, причем содержание в них Cr_2O_3 не превышало 22—26% и лишь в одном образце достигало 32,7%.

Основные выводы

Из приведенного описания видно, что месторождения хромита в Арм. ССР приурочены к выходам ультраосновных пород (дунитов), развитых в зоне так называемого офиолитового пояса. Рудные тела представляют собой небольшие линзы богатой хромитовой руды или же небольшие по размерам вкрапленные зоны с бедной хромитовой рудой, причем суммарные запасы руд определяются цифрой порядка 10000—20000 *т*. Перспективы дальнейшего расширения запасов лежат, как в выявлении на поверхности новых рудных тел в результате тщательных поисковых работ по целому ряду малоизученных массивов, так и, главным образом, в выявлении новых слепых тел на глубине.

Несмотря на незначительные размеры хромитовых месторождений, руды по некоторым участкам разрабатывались в прошлом и разрабатываются в настоящее время. Потребителем руд является Ереванский хромпиковый завод.

Хромпиковый завод в настоящее времи выпускает монохромат натрия (Na_2CrO_4), который является полупродуктом для производства бихромита натрия—хромпика состава $Na_2Cr_2O_7 \cdot 10H_2O$.

Основной потребитель хромпика—кожевенная промышленность. В ближайшее время после реконструкции завод должен перейти на производство бихромита натрия, к которому предъявляются следующие кондиционные требования:

Cr_2O_3	Na_2SO_4	Влаги	Нераств. остаток
67,7—69,5%	Не более 1,5%	Не более 8%	Не более 0,5%

В последние годы для нужд хромпикового завода из месторождений, расположенных на северо-восточном побережье оз. Севан, было добыто следующее количество хромовой руды:

1940 г.	425 *т*	
1941 „	350 „	
1942 „	660 „	
1943 „	1600 „	
1944 „	220 „	
1945 „	1000 „	(план)

Потребность завода в ближайшие годы после его реконструкции достигнет 2200 *т* хромовой руды в год. Руда должна содержать не менее 35% Cr_2O_3. Стоимость руды франко завод в среднем равна 500 р. за *т*. Отпускная стоимость монохромата натрия 4300 р. за *т*. Основные потребители производимого заводом хромпика—Союзные республики Закавказья и Северный Кавказ.

Проблема дальнейшего изучения и разработка хромитовых месторождений в Арм. ССР тесным образом связана с проблемой комплексного использования полезных ископаемых, ассоциирующихся с породами офиолитового пояса. В этом отношении наибольший интерес представляют дуниты, серпентиниты и другие высокомагнезиальные породы, как возможное сырье для получения форстеритового огнеупора и металлического магния, убогие хромитовые руды как сырье для огнеупоров и анортозиты, как возможная руда для получения металлического алюминия. Одновременно должен быть детально изучен вопрос о никеленосности и платиноносности пород офиолитового пояса, а также о возможности их использования для получения магнезиально-фосфатных удобрений. В связи с проблемой комплексного использования ультраосновных пород и связанных с ними полезных ископаемых перед геологическими научно-исследовательскими и промышленными организациями республики стоят следующие первоочередные задачи:

1. Детальное геолого-петрологическое изучение пород офиолитового пояса, сопровождаемое поисково-разведочными работами с целью выявления новых проявлений хромитового оруденения.

2. Проведение химико-технологических испытаний различных разновидностей высоко-магнезиальных пород, как возможного сырья для производства огнеупорных кирпичей и металлического магния.

3. Выявление районов распространения анортозитов и изучение этих пород, как возможного сырья для получения металлического алюминия.

4. Изучение вопроса о путях наиболее рационального использования бедных хромитовых руд в условиях Арм. ССР и вопросов о платиноносности и никеленосности ультраосновных пород.

Быстрое развитие промышленности в республике, завершаемое строительство в Арм. ССР алюминиевого завода и сооружение в Закавказье металлургического завода сильно повышает интерес как к хромитам, так и к другим видам минерального сырья, связанным с породами офиолитового пояса.

Литература

1. *Арутюнян Г. М.*—Джильское м-ние хромита. Рукопись. Фонд Арм. ГУ.

2. *Бассейн оз.* Гокча 1933 г. II вып., I изд. АН СССР.

3. *Бетехтин А. Г.*—Шоржинский перидотитовый массив. Хромиты СССР, т. I, 1937 г.

4. *Бетехтин А. Г.*—К вопросу о платиноносности Гокчинских перидотитовых массивов Армении. Цветные металлы, № 3, 1932 г.

5. *Богачев В. В.*—Отчет о геолого-разведочных работах в Надеждино—Джиль. Рукопись.

6. *Байчаров Х. К.*—Отчет о геолого-разведочных работах по уточнению и подсчету запасов хромита СВ побережья оз. Севан, 1938 г. Рукопись. Фонд Арм. ГУ.

7. *Кечек Г.*—Промышленный отчет о геолого-разведочных работах на хромистые железняки в районе оз. Севан, 1931 г. Рукопись. Фонд Арм. ГУ.

8. *Гинзберг А. С.*—Геолого-петрографическое описание СВ побережья оз. Гокча, т. I, 1929 г.

9. *Кржечковский А. В.*—М-ния хромитовых руд СВ побережья оз. Севан. Рукопись. Фонд Арм. ГУ.

10. *Кржечковский А. В.* и *Арутюнян Г. М.*—Изучение офиолитового пояса и связанных с ультраосновными породами проявлений хромитовых руд и огнеупоров Басаргечара. 1936 г. Рукопись. Фонд Арм. ГУ.

11. *Паффенгольц К. Н.*—Бассейн оз. Гокча, 1932 г.

12. *Тараян И. А.*—Отчет Амасийской поисково-разведочной партии на хромиты по работам 1942 г. Рукопись. Фонд Арм. ГУ.

13. *Чумакова С. П.*—Отчет о геолого-разведочных работах по Севанской ГРП 1943 г. Рукопись. Фонд Арм. ГУ.

I. Предметный указатель[1]

Азурит 136, 150, 156, **166**, 171, 187, 188, 216, 228, 230
Актинолит 230
Алунит 59
Алюминий **35—59**, 130
Ангидрит 171
Англезит 313
Андалузит 53, 129, 130
Анкерит 171, 313
Антимонит 263
Аргентит 142, 216, 324, 325
Арсенопирит 159, 264
Аурипигмент 263, 264

Барит 136, 163, 171, 174, 289—291, 295, 299, 304
Берилл 143, 217, 250
Блеклая руда 136, 137, 150, 156, 165, **185**, 188, 228, 256, 294, 299, 300, 324, 328
Борнит 84, 89, 136, 142, **150**, 156, 165, 166, 174, 184, 216, 228, 230, 289, 312, 325
Брошантит 216
Буланжерит 311
Бурый железняк 70

Ванадий 143, 217
Висмут 143, 150, 217, 229
Висмутин 216, 228
Висмутит 142, 150
Виттихенит 251
Вольфрам 143, 217, 230, 232, 250, 251, **252—260**
Вольфрамит 252, 256, 259

Галенит 84, 136, 142, 150, 156, 159, 163, 165, 171, 174, 179, 185, 186, 188, 216, 228, **246**, 264, 289, 292, 294—296, 299, 300, 301, 304, 307—314, 324—326
Галлий **277—278**
Гематит 65—68, 70—72, 130, 142, 163, 175, **180**, 185, 216, 221, 230, 232, 257
Гипс 150, 163, 165, 171, 216, 289, 294
Гранат 230, 257

Доломит 32, 34, 100—102, 104, 136
Дунит 100, 104, **243—245**, 246, 247, 337, 338

Железный блеск 68, 71, 74
Железо **60—77**, 130

Змеевик **243—244**, 247
Золото **73—91**, 136, 137, 140, 143, **150**, 157, 163, 166, 171, 174, 179, 181, **187**, 217, 229, 247, 288—290, 293—295, 300—**305**, 311, 328

Индий **276—277**
Иридистая платина 244

Кадмий 137, 163, 251, 252, **274—277**, **290**, 295, 305
Каламин 216
Кальцит 136, 165, 174, 177, 187, 230, 289, 295, 299, 300, 304
Карнотит 251
Касситерит 272—274
Кварц 177, 179, 182, 187, 188, 216, 230, 289, 296, 300, 304
Кобальт 137, 143, 150, 217, 229
Ковеллин 136, 150, 165, 166, 171, 174, 188, 216, 230, 289
Куприт 136, 150, 156, 171, 179, 188, 216,

Лимонит 136, 152, 156, 166, 188, 216, 228, 230, 289

Магний **92—106**
Магнезит 100—102, 104, 130, 244, 247
Магнетит 31, 67, 70—74, **142**, 150, 156, 157, 163, **211**, 216, 228, 230, 244, 257
Малахит 136, 150, 152, 156, 166, 174, **187**, 188, 216, 228, 230, 289
Марганец **107—117**, 137
Марганцевый железняк 70
Марказит 311
Медная зелень 68, 179
Медь 65, **84—85**, 89, **118—203**, 223, **288**, 290, 292, 295, 298, 305
Молибден 74, 125, 126, 130, **142—154**, 163, 192, **204—234**, 250, 251, 290
Молибденит 74, 130, 142, 150, 156, **157**, 177, 188, 204, 211, 216, 221, 228, **230**, 232, 257, 272
Молибдит 204, 216, 228, 230
Мышьяк 27, 28, 31—34, 137, 143, **150**,

[1] Приводятся минералы и основные элементы, сопровождающие руды в Армянской ССР.

159, 163, 181, 217, 228, 251, 252, **260—267**, 292

Нефелиновый сиенит 51, 58
Никель 104, 143, 150, 217, 229

Огнеупорные породы 55
Олово 143, 150, 217, 229, 251, 252, **269—274**
Опал 230

Пиролюзит 107, 111—115
Пирит 65, 68, 70—72, 130, 136, 142, 150, 156, 159, 163, 165, 166, 171, 174, 175, 177, 179, 180—182, 184, 185, 187, 188, 216, 221, 228, 230, 235, 246, 257, 263—265, 289, 292, 294, 295, 299, 300, 304, 307, 309, 312, 314
Пирротин 136, 150, 228
Платина 104, **235—249**
Повеллит 204, 216
Псевдолейцитовые породы **49**

Реальгар 262, 263
Редкие металлы **250—279**

Свинец **84—85**, 130, 137, 142, 150, 157, 159, 166, 171, 174, 181, 217, 229, **280—317**, 290
Серебро 83, 84, 89, 137, 140, 143, 150, 157, 163, 166, 171, 174, 179, 181, 187, 217, 229, 288—290, 293—295, 299, 300, 305, **318—331**
Серный колчедан (см. пирит)
Серпентинит 100, 104, 243
Смитсонит 150, 216, 228, 313
Станнин 273, 274
Сурьма 137, 143, 217, 251, 252, **267—269**, 292
Сфалерит 72, 136, 142, 150, 159, 163, 165, 171, 174, 179, 185, 187, 216, 228, 246, 264, 289, 292, 294—296, 299, 304, 307—309, 311—314, 325, 327

Теннантит 136, 137, 171, 174, 185, 265, 266, 289, 304, 325, 326, 328
Тенорит 150, 216
Тетрадимит 136, 304
Тетраэдрит 311
Тремолит 230
Турмалин 142, 216, 265

Флюорит 136, 163, 304

Халькозин 136, 150, 166, 174, 216, 228, 230, 289
Халькопирит 65, 71, 72, 136, 142, 150, 152, 156, 157, 159, 163, 165, 166, 171, 174, 175, 177, 179, 180—182, 184, 185, 187, 188, 211, 216, 221, 228, 230, 232, 246, 257, 263, 264, 272, 289, 292, 294—296, 299, 300, 304, 307—309, 311, 312, 314, 326, 327
Хризоколла 136, 150, 171, 216, 228
Хромит (хр. железняк) 244, 247, **332—342**
Хром 143, 217, 244, 247, **332—342**

Церуссит 216, 313
Цинк 27, 28, 31, 32, 84, 85, 130, 137, 142, 150, 157, 159, 166, 171, 174, 181, 187, 217, 229, **280—317**
Циркон 143, 217

Шеелит 157, 211, 229, 232, 252, 256—260

Энаргит 142, 216, 265, 266, 289
Эмплектит 251
Эпидот 142, 216, 230

Ярозит 150, 200

II. Указатель[1]

рудных месторождений и проявлений Арм. ССР по отдельным административным районам

Азизбековский р-н

Алюминий (андалузит) 53
Висмут
Каялинский интрузив 251
Вольфрам (шеелит)
Арпа (Вост. Арпа) бас. р. 258
Золото
Арпа (Вост. Арпа) бас. притоков Айри, Шенатах 89
Гюмушханское 326
Мышьяк
1. Гюмушханское 267
Серебро
Гюмушханское 326
Тарпское 326
Чайкендское 326
Чарахлурское 326
Цинк и свинец (полиметалл)
Гюмушханское 310
Терпское 314
Чайкендское 314
Чарахлурское 314

Алавердский р-н

Алюминий
Дсехское 55
Заманлу (ср. теч. р.) 53, 58
Памбак (ср. теч. р.) 53, 58
Шагали-Элиарское 53, 58
Галлий
Шамлугское 278
Железо
Агри-юртское 75
Ахпатское 75
„Ахтальское имение" 75
Ачаркути-глухское 71
Магазиматское 75
Мгартское 75
Птак-бурунское 75
Сары-булахское 75
Шнохское 75
Золото
Алавердское 84, 85, 89
Ахтальское 83, 89
Шагали-Элиарское 85
Шамлугское 84, 89
Индий
Алавердское 277
Шамлугское 277
Кадмий
Алавердское 275
Ахтальское 275
Шамлугское 275
Марганец
Ахтальское 116
Карп-ахпюрское 116
Крватехское 116
Кцвук-юртское 116
Неркин-ракунское 116
Медь
Агвинское 175
Алавердское 125, 164—165
Ахтальское 163, 173—175
„ Верх. (к СВ) 189
„ Ниж. (к СЗ) 189
Ахишко 190
ерда-дзорское 189
ерское 190
Гюн-Гермезское 178, 182
Джуджеванское 190
Де бед (лев. бер. р.) 189
Заманлу (р.) 178, 182
Каланки-дзорское 182

---

[1] **Условные сокращения**

бассейн—бас.	граница—гр.	около—ок.	среднее—ср.
берег—бер.	левый—лев.	район—р-н	течение—теч.
верхний—верх.	нижний—ниж.	река—р.	участок—уч.
главный—гл.	озеро—оз.	речка—рч.	хребет—хр.

Качачкут-дзорское 189
Кизил-ташское 189
Кохпское 190
Мгартское 189
Мисханское (ок. сел. Кохп) 190
Назои-юртское 182
Ноемберянское 190
Охназ (ср. теч. р. к В от Шамлуга 189
Палантекянское 175, 176
Седвинское 189
Спасакарское 164
Туманянское (Дсех) 178, 181
Цахкот-юртское 182
Чамлугское 163, 181
Шагали-Элиарское 163, 178, 180
Шамлугское 159, 163, 168—173
Шор-шорское 181
Шнохское 164
Молибден
Агвинское 231
Мышьяк
Алавердское 265
Ахтальское 265
Шамлугское 265
Олово
Алавердское 273
Ахтальское 273
Шамлугское 273
Платина
Алавердское 246
Ахтальское 246
Шамлугское 246
Ртуть (киноварь)
Бабаджан (бас. р.) 251
Серебро
Алавердское 325, 326
Ахтальское 324, 325
Инак-дагское (южн.) 326
Мец-дзорское 326
Шагали-Элиарское 326
Шамлугское 325
Сурьма
Шамлугское 269
Цинк и свинец (полиметалл)
Алавердское 286, 287, 294—295
Ахтальское 173—175, 286, 287—291
Шамлугское 286, 287, 291—293

Амасийский р-н

Хром
Ахурян (верх. теч. р. между оз. Арпа и Есаульск. хр.) 340

Апаранский р-н

Медь
Гюлаблинское 190

Ахтинский р-н

Алюминий (нефелиновый сиенит и псевдолейциты)
Памбакское 49, 58
Вольфрам (шеелит)
Прав. притоки р. Занги 259:
Агдаш-дзор
Ванки-дзор
Далар
Сули-дара
Суниат-дара
Ходжа-дара
Хопури-дзор
По верх. р. Мармарик (Маман) 259:
Дамир-магара
Казерт-юрт
Намезелан
Железо
Рндамалское 75
Соух-булахское 75
Судагянское 71
Золото
Агверанское 85
Арзаканское 85
Бжнинское 85
Магний (доломиты)
Арзаканское 100
Медь
Джан-юртское 190
Мисханское 188
Суренджанское 190
Уляшикское 190
Молибден
Мисханское 229
Мышьяк
Тайкала (рч.) 263
Олово
Агдаш-дзорское 273
Мисханское 273
Хачои-дзорское 273
Ходжа-дзорское 273
Цинк и свинец (полиметалл)
Агверанское 301

Ахурянский р-н (Дузкендский)

Марганец
Дарин-каинское 117
Кайхалинское 117

Хачворское 117

Басаргечарский р-н

Золото
Зод (бас. р.) 83
Медь
Гюнейское (Сатана-х ач) 190

Дилижанский р-н

Железо
Агарцинское 70
Кошталанское (балка у Дилижана) 75
Золото
Акстафа (бас. р.) 81, 90
Головинка (бас. р.): Русская балка, Свинухов ключ 82—83
Гамзачиманское 83
Дилижанское 81—82
Казах (урочище) 81
Медь
Арцрунинское 186

Иджеванский р-н

Железо
Иджеванское 75
Клор-кар-дайналинское 75
Ревазли-юртское 75
Соутахское 75
Цокери-кендское 75
Магний (доломит) 101
Марганец
Армутлинское 116
Ача-джурское 111
Сев-карское 112
Сри-гюхское 111—112
Медь
Аваки-тлекатегшамутское 190
Армутлинское 187, 190
Даликское 190
Кырх-дагское 190
Мичин-юртское 190
Севкар (ниж. теч. р.) 190
Хози-юртское 190

Калининский р-н

Железо
Медная гора 65
„Черемша" 66
Медь
Верблюд (местн.) 185
Дарбантлинское 185
Коровья балка 185
Коростелова балка 185
Малая щель (ущелье) 185
Медная гора 184—185
Привольнинская группа 184
Телячья балка 185
„Черемша" (гора) 185
Цинк и свинец
„Вьючная гора" 301
Шахназарское 301

Кафанский р-н

Алюминий (андалузит) 53
Паракачайское (у гр. с Нах. АССР 129
Висмут
Каджаранское 251
Вольфрам (шеелит)
Гехи-Аджебаджинское 257
Гехи-Дашбашское 257
Каджаран 256
Кефашен-Мисмаданское 257
Куру-даринское 257
Охчи (верх. и ср. теч. р.) 256
Шишкерт (бас. р.) 256
Мегри-гет (см. Мегринский р-н)
Галлий
Каджаранское 278
Шаумянское 278
Железо
Гюлабердское 74
Кущулинское 74
Мисмаданское 74
Тунусское 74
Шикахохское 74
Золото
Ленинский рудник 87—89
Шаумянский „ 81, 87, 88.
Индий
Кафанская группа 277
Кадмий
Каджаранское 275
Шаумянский рудник 275
Медь
Аджебаджское 157
Арачадзорское 131
Барабатумское 131
Беюкское 131
Гехинское 157
Каджаранское 124—126, 129, 141
Кафанская группа месторождений 125, 129, 130—141
Куртамакское 131
Мец-магаринское 131
Паягано-Кефашенское 157
Норашеникское 131
Сал-кар (бас. р.) 157

Хазнинское 131
Халаджское 131
Хрдинское 131
Чинаридзорское 131
Паракачайское (у гр. НахАССР) 129
Молибден
Аткезское 157, 232
Гек-гельское 231
Гехи (верх. теч. р.) 231
Гехинское 157
Каджаранское 125, 126, 129, 141—145, 212—227
Паракачайское (у гр. НахАССР) 129
Паягано-Кефашенское 157
Сев-карское 212
Мышьяк
Каджаранское 266
Ленинский рудник 265
Шаумянский рудник 265
Олово
Каджаранское 272
Кефашенское (Гехинское) 273
Платина
Каджаранское (уч. Макян) 246
Шаумянский рудник 246
Серебро
Каджаранское 329
Ленинская группа рудников 328
Халаджское 328
Хрда-магарское 328
Шаумянское 327
Сурьма
Ленинская группа рудников 269
Шаумянский рудник 269
Цинк и свинец
Аткезское 309
Барабатумское 307
Дарамадзорское 314
Сариехишское 310
Халаджское 307
Чинар-даринское 307
Шаумянский рудник 287, 302—307

Кироваканский р-н

Вольфрам (шеелит)
Акстафа (верх. теч. р. и ее притоков Блдан, Гарпи) 259
Железо
Антоньевское 71
Молла-Кишлагское 72
Сисимаданское 71
Марганец
Арчутское 115
Гаджикаринское 115
Дебедское 116
Дзорагюхское 115
Ехегнутское 115
Калагиранское 115
Молла-кишлаг-Даринское 115
Пшик-дзорское 115
Сармусахлинское 116
Шагалинское 116
Ягублинское 116
Золото
Дебед (бас. р.) 90
Памбак (бас. р.) 85
Медь
Антоньевское 163, 178, 180, 181,
Боверское 191
Ванадзорское 189, 190
Галаварское 190
Гамбара-тапское 191
Гамзачиманское 188, 191
Заманлинское 190
Косалар-джур, Хараби-хозчакат,
Сисибердское 190
Маймехское 191
Мартидзорское 190
Сисимаданское 178, 180
Сисинское 190
Фиолетово 191
Фролова балка 187
Эшак-мейданское 191
Ягублинское 191
Якшатова балка 191

Котайкский р-н

Железо
Капутанское 71

Красносельский р-н

Алюминий (анортозит) 55
Железо
Гель кендское 71
Демирчидагское 70
Магний (на СВ поб. оз. Севан)
Джанахмедское 101
Джильское 101
Инакдагское 101
Памбакское 101
Шоржинское 101
Марганец
Красносельское 117
Медь
Башкендское 119
Седи-дзорское 191
Султаналикшидагское 191

Платина
Джиль-Сатанахачский массив (Кясаманское, Джанахмедское, Инакдагское) 243
Шоржинское (СВ от оз. Севан) 243
Хром
Шоржинское 337
Джильская группа месторождений: Армутлу-Дараси, „Гл. жила", Ефимовское, Кочкаранское, Чатындаринское 338—339
Инак-дагское 339
Джан-Ахмедское 339

Мегринский р-н

Алюминий
Шванидзорское 51, 58
Висмут
Агаракское 251
Личкское 251
Вольфрам (шеелит в россыпях)
Мегри-гет (бас. р.—часть в Кафанском р-не) притоки 256, 260:
Айри
Ванки-дзор
Гоз-гоз
Дукан-дзор
Куру-дзор
Личк
Таштун
Шор-джур
Джапам-дзор (рч.) 256
Ингуза-гет 256
Мазринское 256
Нювадинское 257
Шишкертское 256
Железо
Калакарское (Каладашское) 71—72
Саак-юртское 74
Золото
Агаракское 86—87
Ингузагетское 86—87
Нювадинское 86—87
Шванидзорское 86—87
Медь
Агаракское 125, 126, 129, 145—154
Алагунинское (Личкское) 158
Бугакарское 158
Джиндаринское 129, 154—157
Мюлкское 158
Нювадинское 159
Пирзаминское 159
Тейское 158
Урумисское 129
Чакилийское 158
Шикахохское 159
Молибден
Агаракское 145, 227—229
Джиндаринское 233
Личкское 233
Калерское 233
Саак-юртское 74
Мышьяк
Агаракское 266
Пирзаминское 264
Олово
Агаракское 271
Мегринское 272
Мулкское 272
Нор-Аревикское 272
Читаблинское 272
Шир-шир (верх. теч. р.) 272
Серебро
Агаракское 329
Цинк и серебро
Пирзаминское 314

Микоянский р-н

Серебро
Газминское 326
Енгиджинское 326
Цинк и свинец
Газминское 312
Енгиджинское 313
Козма-юртское 314
Эрдапинское 313

Ноемберянский р-н

Алюминий
Кохпское (Кульпинское) 53
Вольфрам (шеелит)
Кохпский интрузив 259
Железо
Карцахское 67
Байрам-Талинское 75
Беюк-гекдагское 68
Бовери-гашское 68
Вартигехское 75
Мец-ракумское 75
Мисханское 68
Трмутское 75
Цакери-дошское 67
Марганцево-железная руда
Даш-салаглинское 69
Калачинское 69
Котигехское 69
Марганец
Калачинское 113

Коти-гюхское 114
Кохпское 116
Редкие металлы
Айрумское 251

Октемберянский р-н

Золото
Хербеклинское 87, 90

Сисианский р-н

Алюминий
Вольфрам (шеелит)
Дастакертское 258
Шенатагское 258
Золото 89
Молибден
Кивлах-Алишарское 233
Мышьяк
Салвардское 262
Ртуть (киноварь) 251
Сурьма
Салвардское 269

Степанаванский р-н

Висмут
Мец-дзорское 269
Железо
Абнаклор-сарское 75
Чибухлинское 69
Золото
Гергер (бас. р.) 85
Марганец
Агаракское 116
Гергерское 116
Гюлагаракское 116
Медь
Агаракское 191
Горьковское 191
Грабовая балка 191
Дарабантлинское 191
Кармир-глухское 191
Когесское 191
Мадани-машское 191
Медвежья балка 191
Мец-дзорское 185
Пушкино 191
Свердловское (Айдарбек) 191
Талани-дзорское 191
Чибухлинское 183—184
Мышьяк
Мец-дзорское 264
Чибухлинское 267
Олово
Мец-дзорское 272, 274
Редкие металлы
Мец-дзорское 252
Сурьма
Мец-дзорское 269
Хром
Чибухлинское 340
Цинк и свинец
Кирпичная балка 301
Овандарское 301
Ягданское 301

Шамшадинский р-н

Железо
Гол-негинское 75
Клич-кендское 75
Мосес-гюхское 75
Саджагатанское 75
Эри-шори-дзорское 75
Золото
Гасан (бас. р.) 88
Тауз 88
Сепин 88
Хндзорутское 88
Марганец
Алибеклинское 116
Мосес-гюхское 116
Медь
Аваки-бининское 192
Автандил-талинское 192
Араги-дзорское 189
Арчи-кохерское 189, 191, 192
Ахинджинское 191
Бала-садерское 189
Баят-кашское 191
Бердское 192
Бердзени-дзакское 192
Гелистрикское 189
Гели-талинское 192
Гозшух-дзорское 192
Егини-сарское 192
Еркар-гехское 192
Инак-дагское (Ю и С) 189
Инакдаг-джурское 191
Каранлыхское 192
Коша-дагирманское 191
Ктрвац-джурское 192
Кюрди-юртское 191
Лорути-джурское 192
Мех-туманское 192
Мечиматское 192
Нафтази-джурское 192
Полор-юртское 192
Пшикское 189
Пшик-дзорское 192
Садерское 191

Садери-джурское 191
Сагутлинское 191
Сугютинское 189
Тондирлинское 189, 192
Тауз-булахское 192
Тобылхутское 192
Турогани-дзорское 192
Фотси-юртское 192
Хози-юртское 189
Худа-юртское 192
Чардахли-талинское 191
Чапаклинское 192
Чобан-гельское 192
Шахмурадское 191
Ял-паясинское 192
Яных-каинское 192
Мышьяк
Инак-дагское 266
Олово 274
Ртуть (киноварь) 251
Цинк и свинец
Арчи-кохерское 300
Инак-дагское 298, 299
Караги-дзорское 299
Мосесское 300
Таузбулагское (Тоздин) 300
Хози-юртское (Кырх-даг) 299

Содержание

Стр

От редакции 5

Геологическое строение Армянской ССР и основные закономерности распределения ее полезных ископаемых—К. Н. Паффенгольц 7.

Алюминий—Ю. А. Арапов 35

1. Общие сведения 35

2. Месторождения алюминиевого сырья 47

Памбакское (Ахтинское) месторождение нефелиновых сиенитов—49, Шванидзорское (Мегринское) м-ние нефелиновых сиенитов—51, м-ния андалузитов—53, огнеупорные породы—55, анортозиты—55.

3. Основные выводы—56

Литература—59

Железо—Н. А. Акопян 60

1. Общие сведения—60

2. Месторождения железных руд—64

Привольненская группа железных м-ний—65: м-ние „Медная гора"—65, м-ние „Черемша"—66.

Карцахское м-ние—67, Цакеридошское м-ние—67, Боверигашское м-ние—68, м-ние в районе горы Мисхана—68, м-ние в районе г. Беюк-Гекдаг—68.

Марганцево-железистые м-ния Ноемберянского и Иджеванского районов: Калачинское, Котигехское, Даш-Салоглинское м-ния—69.

Прочие проявления железного оруденения в центральной и северной Армении—69: проявления в районах, примыкающих к Чибухлинскому медному м-нию—69, Агарцинское железорудное м-ние—70, Демирчидагское м-ние—70, Гелькендское, Ачаркути-глухское проявление—71, Сисимаданское и Антоньевское м-ния—71, Судагянское м-ние—71, Капутанское проявление—71, Молла-Кишлакское медно-магнетитовое м-ние—72.

Проявления железного оруденения в южной Армении—72: Калакарское (Каладашское) м-ние магнетита—72, Шишкертское рудопроявление—73, Саак-юртское железо-молибденовое м-ние—74, Мисмаданское медно-магнетитовое контактовое м-ние—74.

Мелкие месторождения и проявления железных руд Алавердского, Ахтинского, Дилижанского, Иджеванского, Ноемберянского, Степанаванского, Шамшадинского районов—75.

3. Основные выводы—76

Литература—76

Золото—Н. А. Акопян 78

1. Общие сведения—78
2. Месторождения золота—81

Басс. р. Акстафа—81, медные и медноцинково-свинцовые м-ния Алавердского р-на: Ахтальское медно-свинцово-цинковое м-ние—73, Шамлугское медное м-ние—84, Алавердское медное м-ние—84, Шагали-Элиарское медное м-ние—85, басс. р. р. Памбак и Гергер—85, Ахтинский р-н (Агверан, Арзакан, Бжни)—85, басс. р. Аракс—86, Кафанское медное м-ние—87.

Прочие проявления золотоносности: Шамшадинский—88, Азизбековский и Сисианский р-ны—89.

3. Основные выводы—89

Литература—90

Магний—Ю. А. Арапов 92

1. Общие сведения—92
2. Месторождения магниевого сырья—100

Доломиты—100, магнезиты—101, дуниты и серпентиниты—104.

3. Основные выводы—104

Литература—106

Марганец—А. Е. Кочарян 107

1. Общие сведения—107
2. Месторождения марганца—110

Сри-гюхское м-ние—111, Севкарское м-ние—112, Ачаджурское рудопроявление—112, Калачинское рудопроявление—113, Котигюхское рудопроявление—114, мелкие рудопроявления Кироваканского, Алавердского, Степанаванского, Иджеванского, Ноемберянского, Шамшадинского, Ахурянского (Дузкендского), Красносельского районов—115—117.

3. Основные выводы—117

Литература—117

Медь—С. А. Мовсесян и О. С. Степанян 118

1. Общие сведения—118
2. Месторождения меди—124

Медные месторождения южной Армении—125: Кафанское медное м-ние—130, Каджаранское (Пирдоуданское) медно-молибденовое м-ние—141, Агаракское медно-молибденовое м-ние—145, Джиндаринское медное м-ние—154.

Мелкие м-ния и рудопроявления меди в Кафанском и Мегринском р-нах: а) рудопроявления в басс. р. Гехи (Гехинское медно-молибденовое м-ние, Аджебаджское рудное проявление, Паягано-Кефашенское медно-молибденовое рудопроявление—157), б) рудопроявление в верховьях р. Охчи (Аткезское полиметаллическое м-ние, мелкие рудопроявления—157), в) рудопроявления верховьях р. Мегри (проявления медных

вкрапленных руд на участке Алагуни, Тейское м-ние, Бугакарское м-ние—158, м-ние Пирзами—159), г) рудопроявления в восточной части Мегринского р-на—159.

Медные месторождения северной Армении: Алавердское медное м-ние—164, Шамлугское медное м-ние—168, Ахтальское медно-свинцово-цинковое м-ние—173, Агвинское медное м-ние—175, Палантекянское медное м-ние—175, Спасакарское медное м-ние—176.

Шагали-Элиарская группа медных месторождений: Шагали-Элиарское медное м-ние—178, Сисимаданское медно-серно-колчеданное м-ние—180, Антоньевское медное м-ние—180, Туманянское (Дсехское) медное м-ние—181, мелкие рудопроявления Шагали-Элиарской группы (Шор-шор, Назои-юрт, Цахкот-юрт, Каланки-дзор, Гюн-гермаз—181—182).

Степанаванская группа медных месторождений: Чибухлинское медное м-ние—183. Привольненская группа медных м-ний: м-ние „Медной горы"—184, медное м-ние Мец-дзор—185.

Кировакан-Дилижанская рудоносная полоса—186: Дилижанское медное м-ние (рудник Арцруни)—186, медное м-ние „Фролова балка"—187, Армутлинское медное м-ние—187, Мисханское медное м-ние—188, медные м-ния басс. р. Гасан.

Мелкие м-ния и рудопроявления меди Алавердского р-на—189, Апаранского, Ахтинского, Басаргечарского, Иджеванского, Кироваканского р-нов—190, Красносельского, Степанаванского, Шамшадинского р-нов—191.

3. Основные выводы—192

Литература—200

Молибден—С. А. Мовсесян 204

1. Общие сведения—204
2. Месторождения молибдена—211

Каджаранское медно-молибденовое м-ние—212, Агаракское медно-молибденовое м-ние—227, Мисханское медно-молибденовое м-ние—229, мелкие месторождения и проявления молибденовых руд Алавердского, Кафанского р-нов—231, Мегринского, Сисианского р-нов—232.

3. Основные выводы—232

Литература—233

Платина и металлы платиновой группы—И. Г. Магакьян 235

1. Общие сведения—235
2. Проявления платины и металлов платиновой группы—242. Проявления платины, связанные с ультраосновными породами—243. Платиноносность сульфидных руд—246.

3. Основные выводы—246

Литература—248

Редкие металлы—Ю. А. Арапов 250

Введение—250

Вольфрам 252

1. Общие сведения—252
2. Месторождения вольфрама—255

Зангезур—256, Даралагез—258, Памбакский хребет—258, северная часть Армении—259.

3. Основные выводы—260

Мышьяк 260

1. Общие сведения—260
2. Месторождения мышьяка—262

Салвардское м-ние—262, мышьяковые рудопроявления по р. Тайкала—263. Пирзаминское м-ние—264, Мец-дзорское м-ние—264.

Проявление мышьяка на медных и медномолибденовых м-ниях: Алавердская группа медных м-ний—265, Кафанское медное м-ние—265, Каджаранское и Агаракское медно-молибденовые м-ния—266, прочие м-ния—266.

3. Основные выводы—267

Сурьма 267

1. Общие сведения—267
2. Месторождения сурьмы—268

Салвардское м-ние—269, Мец-дзорское м-ние—269, Алавердская группа м-ний—269, Кафанская группа м-ний—269, прочие м-ния—269

3. Основные выводы—269

Олово 269

1. Общие сведения—269
2. Месторождения олова—271

Агаракское медно-молибденовое м-ние—271, прочие проявления оловоносности в Мегринском р-не—272, Каджаранское медно-молибденовое м-ние—272, Мец-дзорское м-ние—272, Алавердская группа м-ний—273, проявление оловоносности в Ахтинском р-не—273, прочие проявления оловоносности—273.

3. Основные выводы—274

Кадмий 274

1. Общие сведения—274
2. Месторождения кадмия—275

Алавердская группа м-ний—275, Кафанская группа м-ний—275.

Индий— 276

1. Общие сведения—276

2. Месторождения индия—276
3. Основные выводы—277

Галлий 277

1. Общие сведения—277
2. Месторождения галлия—278

Литература—278

Свинец и цинк—Н. А. Акопян 280

1. Общие сведения—280
2. Месторождения свинца и цинка—286

Месторождения северной Армении Алавердская группа м-ний—287. Ахтальское медно-свинцово-цинковое м-ние—287, Шамлугское медное м-ние—291, Алавердское медное месторождение—294, мелкие рудопроявления Алавердской группы: Бабаджанское м-ние—295, Бадагидзорское м-ние, Куртикское м-ние, Агвинское рудопроявление—296.

Месторождения и рудопроявления Шамшадинского района—297: м-ние Южный Инак-даг—298, м-ние Северный Инак-даг—299, м-ние Хози-юрт—299, м-ние Караги-дзор—299, м-ние Тауз-булаг—300.

Рудопроявления Калининского и Степанаванского р-нов—300: Ягданское, „Вьючная гора", „Кирпичная балка", Овандарское, Шахназарское—301.

Месторождения южной Армении—501.

Кафанская группа м-ний: рудник им. Шаумяна—302, Чинардаринский рудник—307, Халаджский рудник—307, прочие м-ния Кафанского района—309 (Аткезское м-ние—309, Пхрутское, Сариехишское рудопроявления—310).

Месторождения Микоянского и Азизбековского р-нов: Гюмушханское м-ние—310, Газминское м-ние—312, Енгиджинское м-ние—313, Эрдапинское м-ние—313, Терпское, Чарахлурское, Чайкендское рудопроявления—314.

3. Основные выводы—314

Литература—316

Серебро—А. Е. Кочарян 318

1. Общие сведения—318
2. Месторождения серебра—323

Алавердская группа м-ний: Ахтальское м-ние—324, Шамлугское м-ние—325, Ленинское (Алавердское) м-ние—325, мелкие м-ния—326, Мец-дзорское м-ние—326.

Даралагезская группа м-ний—326. Зангезурская группа м-ний: рудник им. Шаумяна—327, Агаракское и Каджаранское медно-молибденовые м-ния—329.

3. Основные выводы—329

Литература—331

Хром —Г. М. Арутюнян 332

1. Общие сведения—332
2. Месторождения хрома—336

Шоржинское м-ние—337, Джильская группа м-ний: Кочкранское. Армутлу-Дараси—338, Ефимовское— 339, Чатын-дара—339, „Главная жила"—339.

М-ния Амасийского района—340.

3. Основные выводы—340

Литература—342

Предметный указатель 343

Указатель рудных месторождений и проявлений Арм. ССР по отдельным административным районам 345

Издание 290, заказ 424, тираж 750

Типография АН Арм. ССР, Ереван, ул. Абовяна 104.

5431