



Ш. Е. ЕСЕНОВ

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ
ОСОБЕННОСТИ И МЕТОДИКА
РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ДЖЕЗКАЗГАНСКОГО
РУДНОГО ПОЛЯ

АЛМАТЫ 1968

~~592~~
392

Приложение
к Вх. № 36
число 18/XII-68г.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ КАЗАХСКОЙ ССР

Экз. № 74

Секретно

Ш. Е. ЕСЕНОВ

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ
ОСОБЕННОСТИ И МЕТОДИКА
РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ДЖЕЗКАЗГАНСКОГО
РУДНОГО ПОЛЯ

5471



Издательство «НАУКА» Казахской ССР
АЛМА-АТА-1968



ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящей монографии отражены основные результаты научного анализа и обобщения больших фактических материалов, накопленных в течение длительного периода систематического и детального геологического изучения уникального Джезказганского меднорудного района. Эти исследования проводились в основном коллективом геологов Джезказганской комплексной геологической экспедиции Министерства геологии Казахской ССР, в составе которой автор работал более десяти лет и принимал непосредственное участие в коренной переоценке ресурсов Джезказганского рудного поля, осуществляя длительное время методическое руководство всеми геологоразведочными работами, а также научными исследованиями Джезказганской лаборатории комплексных исследований Института геологических наук им. К. И. Сатпаева АН КазССР.

В работе кратко даются основные сведения о геологическом строении района и рудного поля, о методике и объемах геологоразведочных и эксплуатационных работ, о выявленных запасах металлов и перспективах района.

Более подробно освещены вопросы перспективной оценки сырьевых ресурсов Джезказганского рудного поля и дано научно-методическое обоснование путей практического их решения.

Автор надеется, что опыт детального геологического изучения уникального Джезказганского месторождения заинтересует не только геологов-практиков, но и представителей научных геологических учреждений, всех тех, кто занимается геологическим изучением месторождений так называемых «медистых песчаников», о генезисе которых среди ученых пока нет единого мнения.

Автор с благодарностью отмечает большое содействие старшего научного сотрудника ИГН АН КазССР, заслуженного геолога КазССР С. Ш. Сейфуллина, оказанное им при подборе и обработке материалов, а также помощь старшего научного сотрудника Н. Н. Нуралина и других сотрудников Джезказганской лаборатории в оформлении и подготовке к печати монографии.

ГЛАВА I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РУДНОМ ПОЛЕ

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ, РЕЛЬЕФ, ГИДРОСЕТЬ, КЛИМАТ

Джезказганское рудное поле занимает площадь 1200 км² и объединяет, по существу, две основные группы однотипных свинцово-медных месторождений, приуроченных к одному и тому же комплексу осадочных отложений карбона: собственно Центрально-Джезказганскую группу и Джиландинскую, территориально несколько обособленную от Центрального Джезказгана.

В административном отношении Центральный Джезказган расположен в пределах территории одноименного города областного подчинения, а Джиландинская группа — во вновь организованном Джездинском административном районе Карагандинской области Казахской ССР. Площадь рудного поля ограничена географическими координатами 67°20'—67°35' в. д. и 47°45'—48°15' с. ш. Абсолютные отметки высот в Джезказганском рудном поле колеблются от 385 до 435 м, имея относительное превышение до 50 м.

Рельеф местности представляет мелкосопочник, моделировка которого обусловлена как первичными структурно-тектоническими факторами, так и литологическим составом слагающих рудное поле горных пород, в разной степени подверженных выветриванию и воздействию эрозионных процессов.

Гидрографическую сеть района слагают сравнительно небольшие реки и саи, которые большую часть года бывают сухими. Наиболее значительными из рек, протекающих в Джезказганском районе, являются Сарысу, Каракенгир, Сарыкенгир, Джезды и Джиланды (рис. 1).

Главная особенность гидрогеологического режима рек — резко выраженный сезонный сток, приуроченный в основном к весеннему половодью. В межпаводковый период вода в реках сохраняется только в разобщенных между собой сравнительно глубоких плёсах.

Большая часть описываемой территории расположена в бассейне р. Сарысу. Наиболее крупной рекой этого бассейна из числа протекающих в пределах рудного поля является Каракенгир, которая берет начало на гребне Сарысу-Тенизского водораздела. Общий годовой сток ее, по данным С. К. Калугина [80], составляет 50—55 млн. м³.

Вблизи г. Джезказгана на р. Каракенгир создано водохранилище с годовой водоотдачей 21,5—36 млн. м³, используемое для водоснабжения Джезказганского промышленного узла.

Джезказганский район характеризуется резко выраженным континентальным климатом. Сюда с юга-запада из полупустынь Сред-

ней Азии часто вторгаются массы теплого воздуха, вызывающие летом жару, а весной оттепели; с севера и северо-запада в район приходят массы арктического холодного воздуха, обуславливающие зимой сильные морозы, а весной частые заморозки. Среднегодовая скорость ветра составляет 4,0—5,2 м/сек. Наибольшая скорость ветра наблюдается в холодный период года и достигает ураганной силы (28 м/сек).

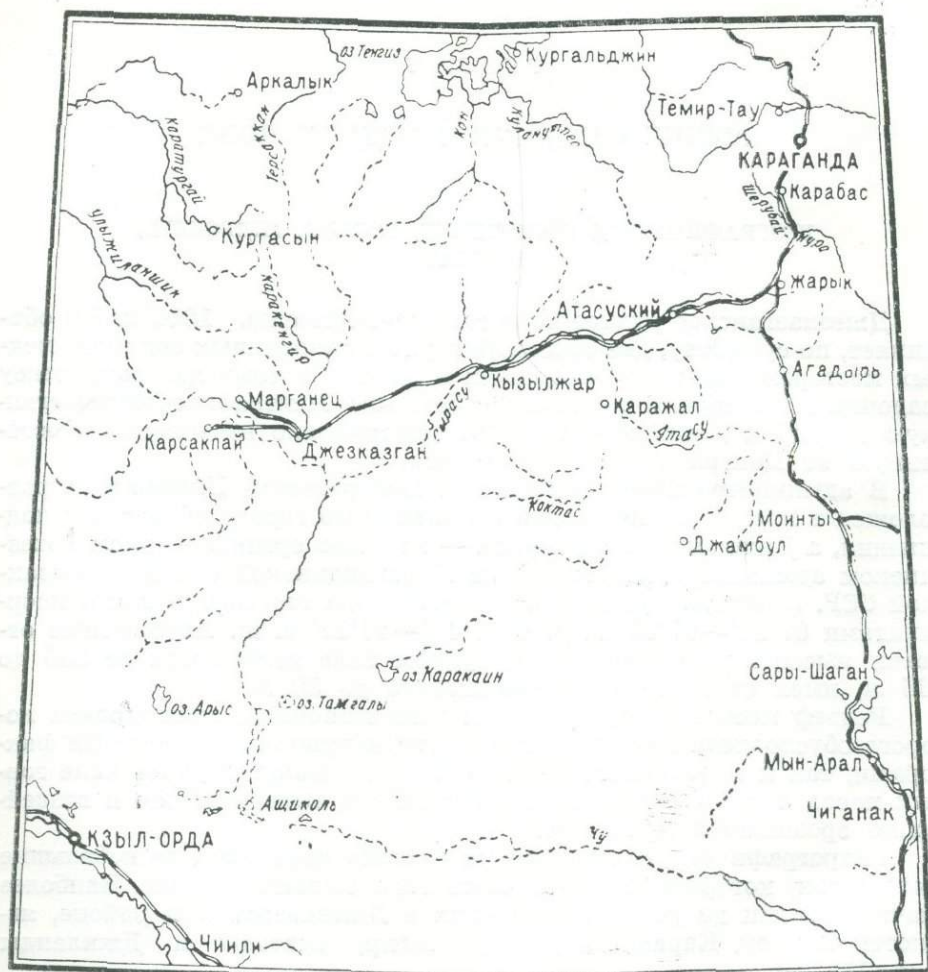


Рис. 1. Обзорная карта Джезказганского рудного района.

Абсолютный минимум температуры равен минус 41—42°, а максимум — плюс 38—39°. Абсолютная годовая амплитуда колебаний температуры достигает 80°. Средняя годовая температура воздуха равна 4,6°.

Атмосферные осадки в районе выпадают в малом количестве и распределяются неравномерно как по площади, так и во времени. Среднегодовая сумма осадков составляет 120—140 мм. Глубина промерзания грунтов достигает 2 м.

Месторождение связано с сетью магистральных дорог Советского Союза ширококолейной железной дорогой Жарык — Джезказган общей протяженностью 460 км. Эта дорога продолжена еще на 45 км до Джездинского марганцевого рудника и остается до сих пор тупи-

ковой. Между Джезказганским рудником и Карсакпайским заводом функционирует узкоколейная железная дорога длиной 60 км.

Джезказганские рудники открытых и подземных работ организационно входят в состав Джезказганского горно-металлургического комбината им. К. И. Сатпаева, включающего также две крупнейшие в Союзе обогатительные фабрики, расположенные у Кенгирского водохранилища, в 25 км от рудника. Они являются основными потребителями руд Джезказганского месторождения. Источником электроэнергии для комбината в настоящее время служит Джезказганская ТЭЦ, проектная мощность которой 250 мвт.

Джезказганский горно-металлургический комбинат удовлетворяет свои нужды в топливе за счет привозного карагандинского угля.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ РАЙОНА

Использование джезказганских руд было начато еще древними рудокопами в бронзовом веке, о чем свидетельствует большое количество хорошо сохранившихся так называемых «чудских» или «калмыцких» выработок, приуроченных к выходам на поверхность окисленных руд.

Первые достоверные сведения о наличии медных руд в Джезказганском районе содержатся в «Дневных записках» военного топографа капитана Николая Рычкова [158], изданных в 1771 г.

В ноябре 1847 г. на Джезказганское меднорудное месторождение была впервые оформлена заявка Н. А. Ушаковым, наследники которого в 1906 г. передали Джезказган в аренду английскому концессионерному Обществу Атбасарских медных руд [170]. За период с 1906 по 1915 г. это общество вело интенсивные по тем временам геолого-разведочные и горнопроходческие работы, приведшие в итоге к установлению здесь 61 тыс. т меди со средним содержанием ее в руде 10%. Концессионерами было подготовлено к добыче 150 400 т руды. В 1914 г. в Карсакпае они начали строительство медеплавильного завода, которое было прекращено в связи с гражданской войной. В 1919 г. концессионеры были вынуждены покинуть Джезказган.

За этот период в районе Джезказгана побывали геологи Карвацкий, Померанцев, Тиме, Гарвей, Краснопольский, Болл, Кумаков, Козырев, Пригоровский.

Первое описание Джезказганского месторождения по работам, проведенным в 1910 г., сделал С. Болл. Он же составил первую геологическую карту месторождения.

Более полная геологическая характеристика Джезказганского месторождения и района дана А. А. Козыревым [101]. В отчете по работам за 1911 г. А. А. Козырев относил джезказганскую свиту по возрасту к девону, а залегание ее на нижнекаменноугольных известняках объяснял тектоническими явлениями, т. е. надвигом. Этому же мнению придерживался и А. А. Краснопольский (1910—1916 гг.).

С 1916 г. в течение ряда лет в районе работал М. М. Пригоровский. Он установил здесь широкое развитие нижнекаменноугольных отложений, которые предыдущими исследователями считались девонскими.

С 1919 по 1925 г. геологоразведочные работы в Джезказганском районе не производились, и рудник Джезказган был законсервирован. 10 июля 1925 г. Советом Труда и Оборона было принято решение об организации Атбасарского треста цветных металлов (Атбасарцвет-

мет). Основной задачей его было завершение строительства и пуск Атбасарских медных промыслов для разработки медных руд Джекказгана.

Геологоразведочные работы в Джезказгане начались в основном в советский период, уже в 1926 г. Первоначально они носили сезонный характер и велись силами бывшего Геолкома под руководством геолога И. С. Яговкина.

И. С. Яговкин провел геологическую съемку в масштабе 1 : 420 000, на основе которой была составлена первая стратиграфическая схема района, намечена схема тектоники, описаны полезные ископаемые. Труды И. С. Яговкина [222, 223] дали ценный материал для более полного познания металлогении района. Однако результаты буровых разведочных работ, выполнявшихся на Джезказгане с 1926 по 1929 г. бывшим Геолкомом, оказались весьма скромными. По итогам этих работ Геолком в официальном письме от 19 сентября 1928 г. в адрес Гипромеза оценивал перспективы Джезказганского месторождения следующим образом: «Что касается вопроса о возможных запасах Джезказгана, то они, по-видимому, в лучшем случае могут составить 100 тыс. т меди, т. е. превысят в 2 раза известные сейчас для Джезказгана запасы металла в 50 тыс. т».

Следует отметить, что вопреки официальному мнению Геолкома К. И. Сатпаев как главный геолог треста «Атбасарцветмет» на основании анализа геологического материала по Джезказгану, накопленного к тому времени, оценивал в 1928 г. возможные его запасы в 1 162 000 т меди.

В начале 1929 г. при тресте «Атбасарцветмет» был создан геологоразведочный отдел (ГРО), который возглавил К. И. Сатпаев. С осени того же года он организовал планомерные стационарные разведочные работы на Джезказгане, продолжающиеся во все возрастающих объемах по сегодняшний день.

К. И. Сатпаев непосредственно руководил геологоразведочными работами на Джезказгане с 1929 по 1941 г. Позже, до конца своей жизни, он постоянно уделял ему исключительно большое внимание [162, 163, 164, 165, 166, 167]. К. И. Сатпаеву принадлежит огромная заслуга в комплексном изучении геологии и металлогении Джезказган-Улутауского района, а также в раскрытии и освоении богатейших недр Джезказганского месторождения.

Большой вклад в освоение Джезказганского месторождения внесла также Т. А. Сатпаева. С первых дней основания геологической службы Джезказгана до настоящего времени она изучает это месторождение, являясь автором многочисленных трудов по минералогии и геохимии руд Джезказганского месторождения [179, 180, 181, 182, 183, 184, 185].

Огромные успехи, достигнутые в геологическом изучении Джезказганского месторождения и района за советский период, неразрывно связаны с именами С. Ш. Сейфуллина [36, 61, 133, 173, 186, 187, 188, 189, 190, 191], посвятившего Джезказгану почти тридцать лет своей жизни, и В. И. Штифанова [5, 36, 132, 174, 216, 217], являющегося бессменным руководителем Джезказганской ГРЭ с 1941 г. по настоящее время.

Из других геологов, проработавших в Джезказгане длительное время и внесших большой вклад в его изучение, следует отметить В. К. Шведко, Н. Б. Голоднову [36, 216], Г. Б. Мычника, Л. Ф. Наркелюна [126], Е. В. Бакарасова [10] и У. Е. Есентаева.

Наряду с геологоразведочными работами, выполнявшимися Гео-

логоразведочной экспедицией и руднично-геологической службой Джезказгана, в эти же годы на месторождении и в районе проводился целый ряд тематических исследований, которые выполнялись в основном силами тематической группы экспедиции и научно-исследовательских геологических организаций.

В 1935 г. была начата планомерная геологическая съемка района в масштабе 1 : 100 000, проводившаяся В. Ф. Беспаловым в течение четырех лет и охватившая площадь листов М-42-135, 136, 137 и северную половину листов L-42, 3, 4 [14, 15].

В 1936—1941 гг. геологические исследования в Джезказганском районе проводила большая группа сотрудников Центрально-Казахстанской экспедиции ИГН АН СССР под руководством В. Н. Крестовникова и Д. Г. Сапожникова. Результаты этих исследований отражены в отчете «Геологическое строение Джезказган-Улутауского района», где довольно подробно освещена стратиграфия всего района [159, 160, 161].

В 1940—1947 гг. на периферийных участках района вел геологосъемочные работы в масштабе 1 : 200 000 А. В. Волин [31]. Он же в 1952 г. составил геологическую карту масштаба 1 : 50 000 листа М-42-А.

В 1953—1954 гг. на территории листа М-42-XXXII проводились ревизионные, съемочные и поисковые работы масштаба 1 : 200 000 группой сотрудников Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Этими работами руководил Ю. А. Зайцев и постоянно консультировал их А. А. Богданов. Для составления геологической карты ими впервые в Джезказганском районе с большой эффективностью использовались аэрофотоматериалы [68].

Новый важный этап в истории геологического изучения района, резко усиливший темпы разведки Джезказганского рудного поля, наступил в 1953 г., когда Ш. Е. Есенов, С. Ш. Сейфуллин и В. И. Штифанов [188], исходя из перспективной количественной оценки прогнозных запасов рудного поля, выявившей реальную возможность удвоения запасов Джезказгана, внесли в вышестоящие организации предложение о необходимости резкого увеличения темпов геологоразведочных работ на медь в этом районе. Это предложение нашло полное одобрение как со стороны Министерства цветной металлургии СССР, так и со стороны других республиканских и центральных геологических организаций. Объем работ Джезказганской геологоразведочной партии, входившей тогда в систему Главгеологии Министерства цветной металлургии СССР, в 1955 г. был увеличен в пять раз по сравнению с объемом за 1954 г. В том же году была организована новая Джиландинская геологоразведочная партия Министерства геологии и охраны недр СССР, основной задачей которой было проведение разведочных работ на северных площадях Джезказганского рудного поля.

В октябре 1957 г. обе геологоразведочные партии были объединены в единую Джезказганскую комплексную геологоразведочную экспедицию, которая ведет в настоящее время широкие комплексные поисково-съемочные и геологоразведочные работы в районе.

В 1955 г. Кенгирской партией Джезказганской экспедиции на площади Джезказганского рудного поля были начаты поисково-съемочные работы масштаба 1 : 50 000, продолжавшиеся до 1959 г. За этот период детальным геологическим картированием покрыта площадь в 6130 км². Полевыми и камеральными работами Кенгирской партии руководил геолог В. М. Потапочкин.

В 1956—1959 гг. геологосъемочные работы в Джезказганском рудном поле проводились совместно с консультативной партией Казахстанской экспедиции геологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова (исполнитель Ю. А. Зайцев). Эта партия работала в тесном контакте с Кенгирской поисково-съемочной и Джиландинской геологоразведочной партиями Джезказганской экспедиции. Она оказала существенную помощь в методике проведения геологосъемочных работ, применении аэрофото-материалов при геологической съемке и поисках, а также в уточнении существующих стратиграфических и тектонических схем района [68].

В 1955—1957 гг. южные части района закартированы геологической съемкой масштаба 1 : 200 000. Эти работы проводились под руководством Н. А. Габая и Г. В. Белова.

В 1957—1960 гг. Центрально-Казахстанской экспедицией Киевского госуниверситета (исполнитель А. С. Иванушко) была проведена геологическая съемка и редакция листов L-42-VII и VIII масштаба 1 : 200 000.

В 1959—1961 гг. Г. В. Белов и Б. Клиnger засняли и провели полевую редакцию листов L-42-III и L-42-IX масштаба 1 : 200 000.

Детальными исследованиями литолого-фациальных особенностей верхнепалеозойского осадочного комплекса Джезказган-Улутауского района в течение восьми лет (1952—1959 гг.) занималась П. Т. Тажибаева [202]. Результаты исследований ею опубликованы в монографии «Литолого-петрографические исследования джезказганских свит в связи с проблемой генезиса руд Джезказганского месторождения» и в ряде статей.

Изучение структур рудного поля и связи с ними оруденения проводилось в 1957—1960 гг. С. Ш. Сейфуллиным [191]. Результаты исследований отражены в многочисленных отчетах, а также в монографии «Геолого-структурные условия формирования месторождения Джезказган».

В 1957—1962 гг. закономерности проявления трещинной тектоники изучал Н. Н. Нуралин [129, 130, 132, 191]. Свои наблюдения и выводы он изложил в научном труде «Трещинно-разрывная тектоника и ее роль в локализации оруденения в Джезказгане» [131].

В 1959—1963 гг. анализом методики и результатов разведки в Джезказгане способом сопоставления последних с данными эксплуатации занималась Л. В. Копяткевич [6, 104]. Основные положения ее работы нашли отражение в статьях и отчетах.

Джезказганское месторождение эпизодически в разное время посещал еще целый ряд геологов, проводивших различного рода тематические исследования в районе. Так, в 1946 г. в течение нескольких дней с Джезказганом познакомился геолог Г. Г. Гудалин [43]. Он первым из советских геологов высказал мнение об эпигенетически-осадочном генезисе Джезказганского месторождения.

Проблемой генезиса руд Джезказгана длительное время занимался геолог В. М. Попов [144], изложивший свои взгляды в многочисленных научных трудах. Следует отметить, что непосредственным систематическим изучением самого месторождения он никогда не занимался. Его выводы об осадочном генезисе месторождения базируются в основном на наблюдениях, проведенных во время непродолжительных эпизодических посещений месторождения.

В 1957—1958 гг. геолог Г. Ф. Крашенинников проводил тематические литологические исследования в Джезказганском районе в соот-

ветствии с программой специальной партии Казахстанской экспедиции геологического факультета МГУ.

В советский же период начались систематические исследования Джиландинской группы медных месторождений, изучение которых неразрывно связано с историей разведки Джезказганского месторождения и всего Джезказганского района в целом. Первые исследования этих месторождений проводились в 1926—1929 и 1935—1940 гг. в связи с развертыванием планомерных геологосъемочных и геологоразведочных работ в пределах всего района. В это время были обстоятельно изучены геологические особенности района и находящихся на его территории месторождений, предварительная оценка которых дана в работах И. С. Яговкина [222, 223], К. И. Сатпаева [170, 174], и В. Ф. Беспалова [14, 15]. Тогда же были открыты и обследованы новые рудопоявления Джиландинской группы — Талдыбулак, Копкудук, Итауз, Каракенгир и другие.

В 1929 г. Джезказганской геологоразведочной партией были проведены первые детальные геологоразведочные работы на месторождении Джартас, а в 1938—1940 гг. — на некоторых месторождениях Джиландинской группы. Предварительной разведкой этих месторождений руководил С. Ш. Сейфуллин. В эти же годы на ряде месторождений велись топографическая и геологическая съемки разных масштабов. В результате геологоразведочных работ были подсчитаны запасы по высоким категориям на месторождениях Джартас, Кипшакпай, Айрамбай, Карашошак, Сарыоба и дана общая оценка их промышленных перспектив. Впервые общая перспективная оценка запасов всего Джезказганского рудного поля, в том числе месторождений Джиландинской группы, дана С. Ш. Сейфуллиным, В. И. Штифановым и Ш. Е. Есеновым в геологических материалах к генеральному подсчету запасов Джезказгана на 1 января 1953 г. [188].

На основании этих материалов Карагандинское геологическое управление (силами Джиландинской ГРП) развернуло в 1955 г. широкие поисково-съемочные и геологоразведочные работы на всех перспективных северных площадях Джезказганского рудного поля. Так начался новый этап в истории изучения и освоения Джиландинской группы месторождений.

В том же 1955 г. Джезказганская ГРП провела геологическое картирование продуктивной толщи в полосе Джезказган — Соркудук, с последующей проверкой бурением промышленной ценности оруденых участков. По результатам этих работ была дана предварительная оценка Соркудукского рудопоявления и выделены перспективные участки для поисков новых рудных залежей.

В 1955—1956 гг. было продолжено изучение Талдыбулакского и Итаузского рудопоявлений, однако для оценки их промышленных перспектив в дальнейшем потребовались более детальные разведочные работы. В 1958—1959 гг. Центрально-Казахстанская экспедиция МГУ, возглавляемая Ю. А. Зайцевым, совместно с геологами Джиландинской ГРП провели на месторождениях Джиландинской группы детальное геологическое картирование с применением цветных аэрофотоснимков. С их помощью были уточнены геологические карты месторождений Сарыоба, Айрамбай, Кипшакпай и Талдыбулак.

Начиная с 1957 г., т. е. с момента организации самостоятельной Джиландинской ГРП, по настоящее время в Джиландинском рудном узле ведется большой объем поисковых и разведочных работ, определивших наиболее перспективные участки и выявивших относительно крупные запасы меди на Сарыобинском и Итаузском месторожде-

ниях. Эти геологоразведочные работы выполнялись геологами Е. В. Баркасовым и К. Е. Аргенбаевым при постоянной консультации К. И. Сатпаева, В. И. Штифанова и Ш. Е. Есенова.

Большой вклад в изучение геологии Джезказганского рудного поля внесли научные учреждения Алма-Аты, Москвы и Ленинграда.

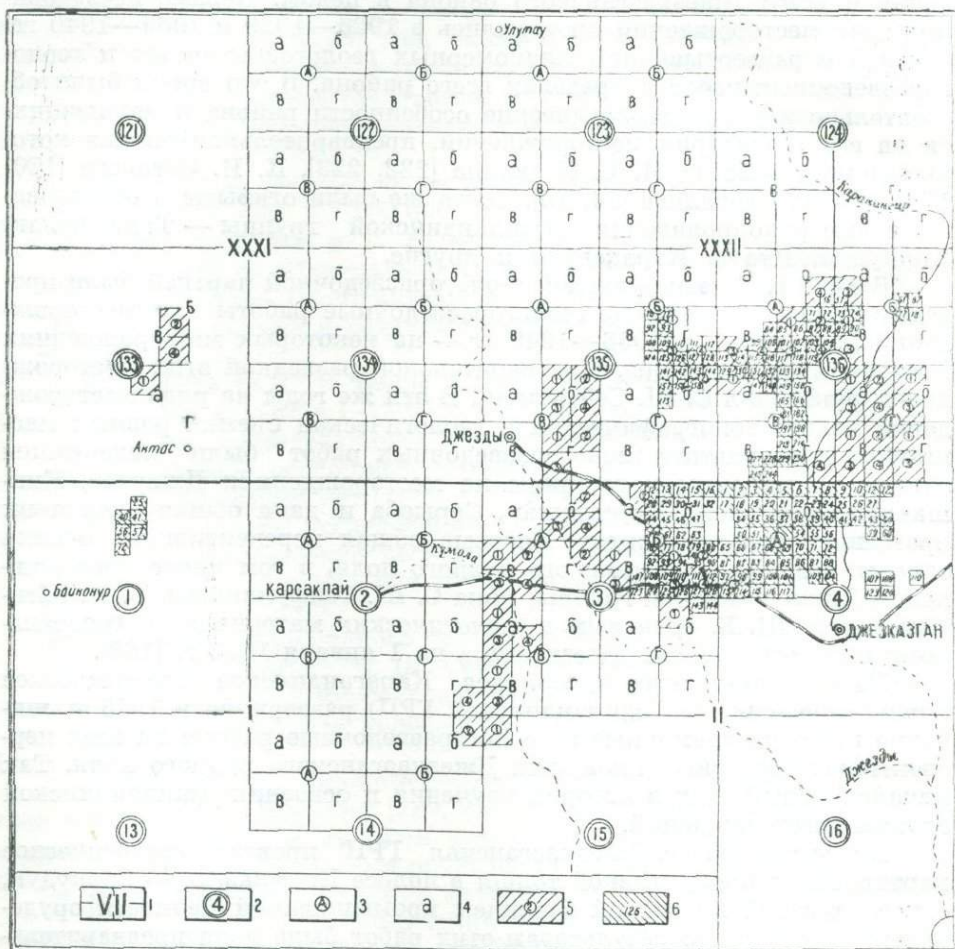


Рис. 2. Картограмма топографической изученности Джезказганского рудного района. 1 — площади, охваченные топографической съемкой масштаба 1 : 200 000; 2 — площади, заснятые в масштабе 1 : 100 000; 3 — в масштабе 1 : 50 000; 4 — в масштабе 1 : 25 000; 5 — в масштабе 1 : 10 000; 6 — в масштабе 1 : 5 000.

На месторождениях Джиландинской группы в 1963—1965 гг. проводились литолого-фациальные исследования В. Д. Шутовым и И. П. Дружининым [47, 48], выделившими в рудоносной толще 17 фаций континентальных, лагунно-дельтовых и морских отложений. Концентрация медного оруденения в этих отложениях, по их мнению, происходила в период седиментогенеза и диагенеза пород.

В 1961—1966 гг. группа сотрудников Казахского научно-исследовательского института минерального сырья (Г. Б. Паршин и др.) под руководством Ш. Е. Есенова и А. А. Арустамова изучала геологоструктурные, литологические, фациальные и геохимические особенности Джиландинской группы месторождений.

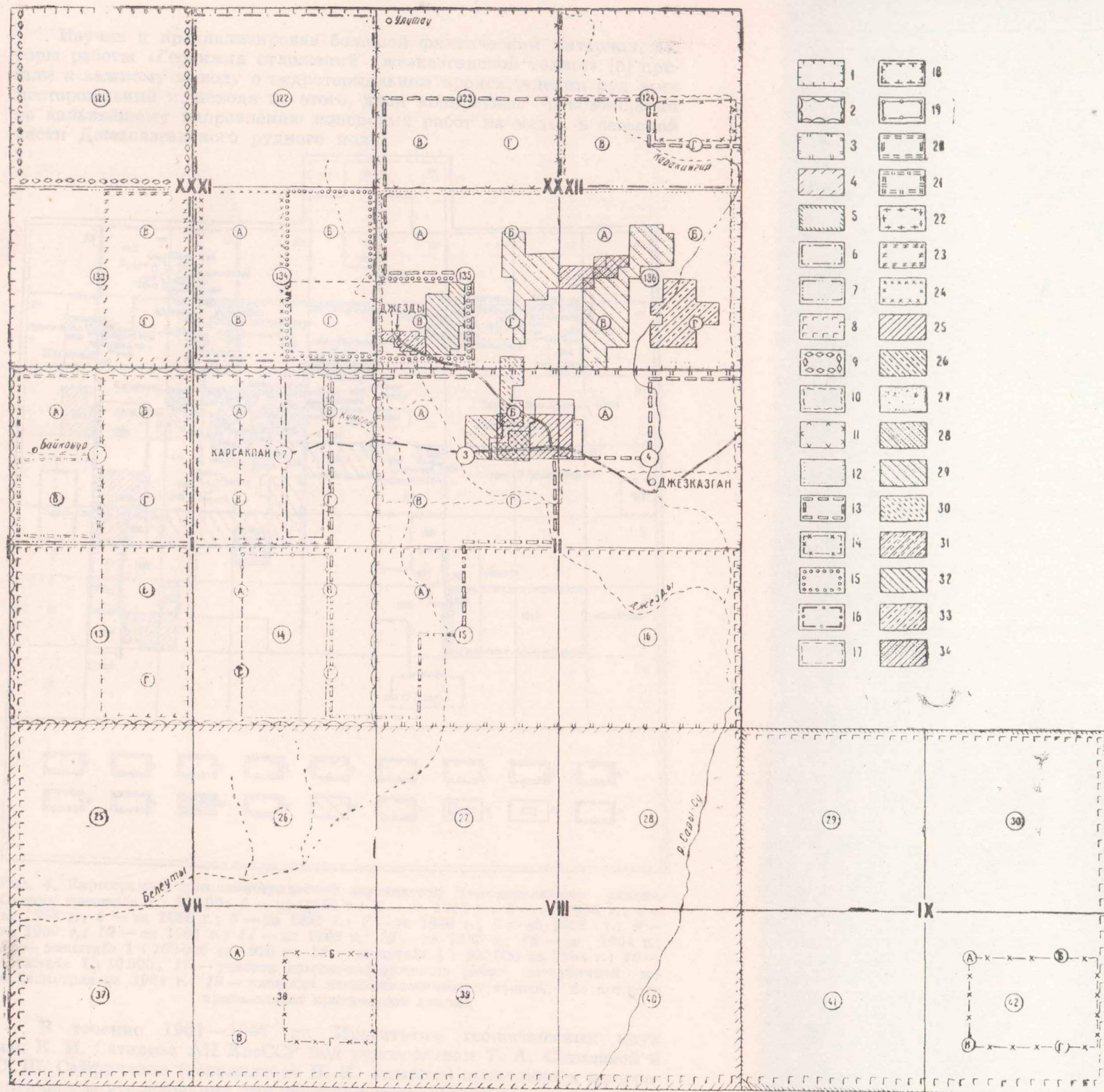


Рис. 3. Картограмма геологической изученности Джебказганского рудного района. 1—9 — геологическая съемка масштаба 1 : 200 000 за 1938—1961 гг.; 10—12 — геологическая съемка масштаба 1 : 100 000 за 1935—1938 гг.; 13—24 — геологическая съемка масштаба 1 : 50 000 за 1951—1962 гг.; 25—33 — геологическая съемка масштаба 1 : 10 000 за 1938—1962 гг.; 34 — геологическая съемка масштаба 1 : 5000 за 1958—1964 гг.

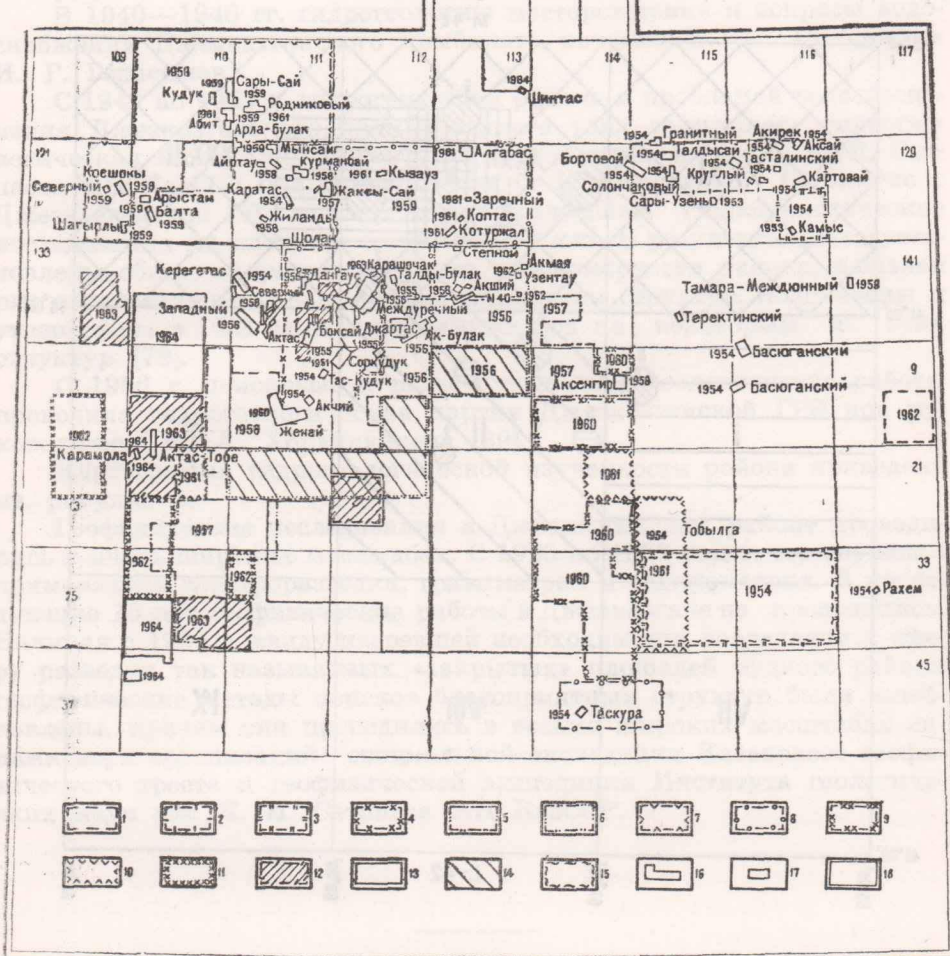


Рис. 4. Картограмма металлометрической изученности Джезказганского района. Съемка масштаба 1 : 50 000: 1 — за 1952 г.; 2 — за 1953 г.; 3 — за 1954 г.; 4 — за 1955 г.; 5 — за 1956 г.; 6 — за 1957 г.; 7 — за 1958 г.; 8 — за 1959 г.; 9 — за 1960 г.; 10 — за 1961 г.; 11 — за 1962 г.; 12 — за 1963 г.; 13 — за 1964 г.; 14 — масштаба 1 : 100 000 за 1956 г.; 15 — масштаба 1 : 400 000 за 1954 г.; 16 — масштаба 1 : 10 000; 17 — участок опытно-методических работ поглубинной металлометрии за 1964 г.; 18 — площади металлометрических съемок, по которым производится критический анализ.

В течение 1961—1967 гг. Институтом геологических наук им. К. И. Сатпаева АН КазССР под руководством Т. А. Сатпаевой и С. Ш. Сейфуллина (исполнитель И. К. Ахметов) проводились минералогические исследования руд месторождений Джиландинской группы и детальное изучение геологического строения, морфологии и генети-

ческих особенностей рудных тел Сарыобинского и Итаузского месторождений [6].

И, наконец, наиболее крупной обобщающей сводной работой явился генеральный подсчет запасов Джезказганского рудного поля на 1 февраля 1965 г., осуществленный большим коллективом геологов при участии и под руководством Н. Б. Голодновой, Ш. Е. Есенова, С. Ш. Сейфуллина и В. И. Штифанова [36].

Таков краткий перечень основных геологических исследований, проведенных в Джезказганском районе.

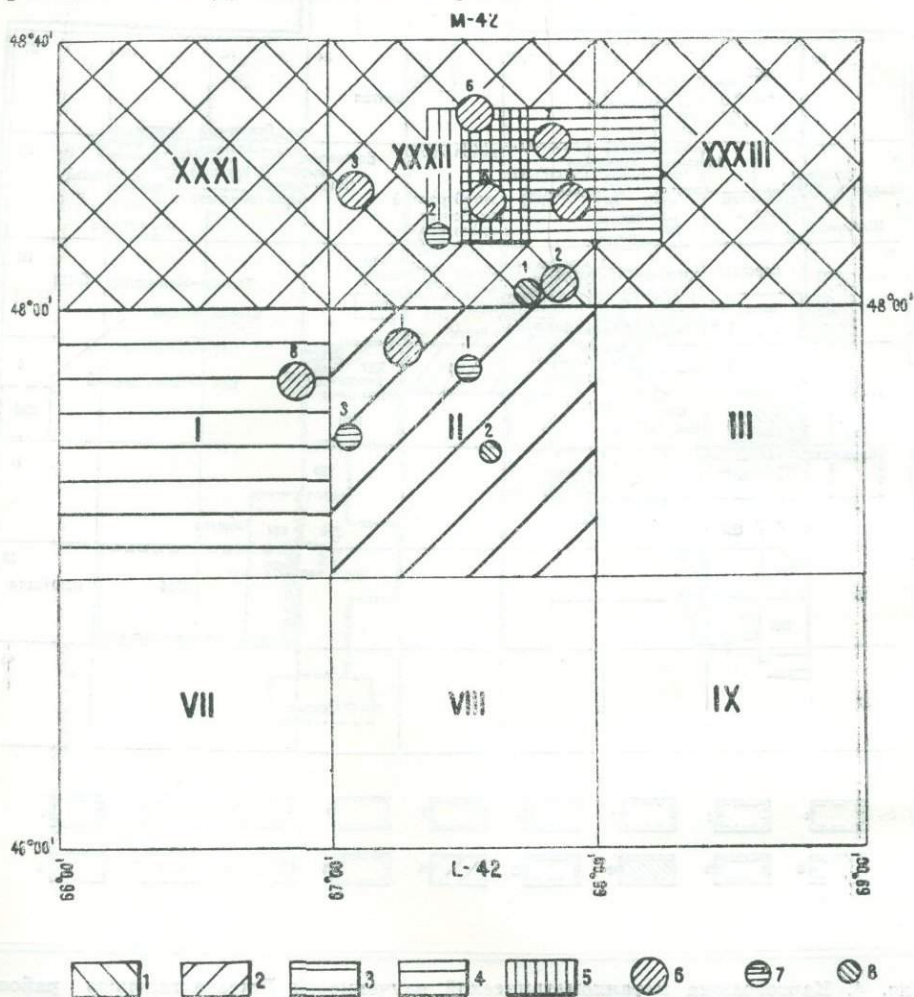


Рис. 5. Картограмма гидрогеологической изученности Джезказганского рудного района. 1 — съемка в масштабе 1 : 500 000; 2—4 — съемка за разные годы в масштабе 1 : 200 000; 5 — съемка в масштабе 1 : 50 000; 6 — участки разведанных и разведываемых водозаборов; 7 — площади гидрогеологических исследований для выяснения обводнения месторождений; 8 — площади для изыскания под строительство плотин.

Картограммы топографической, геологической и металлометрической изученности района приведены на рисунках 2, 3 и 4.

Параллельно с общегеологическим исследованием района и разведкой месторождений проводились поиски и изучение подземных вод, представляющих особую ценность в условиях Джезказгана.

Первая гидрогеологическая характеристика Джезказганского

района дана А. А. Козыревым [100, 101] в отчете «Гидрогеологическое описание южной части Акмолинской области», составленном по результатам работ за 1911 г.

В советский период (с 1921 г.) началось планомерное изучение гидрогеологии района, которое в первые годы проводилось под руководством В. Я. Гринева и И. К. Зайцева. Ими была охарактеризована водоносность свит, участвующих в геологическом строении района, а также составлена карта всех известных в районе водных источников [42].

В 1940—1946 гг. гидрогеологию месторождения и вопросы водоснабжения Джезказганского комбината изучали В. Н. Силкина и И. Г. Герасимов.

С 1949 по 1965 г. гидрогеологией района и проблемой водообеспечения Джезказганского промышленного узла занималась гидрогеологическая экспедиция Института геологических наук им. К. И. Сатпаева АН КазССР под руководством С. К. Калугина. Совместно с Джезказганской ГРЭ она провела комплексные гидрогеологические исследования на площади свыше 50 000 км². В результате были установлены общие гидрогеологические закономерности района, выявлен ряд перспективных в водоносном отношении структур, подсчитаны и утверждены в ГКЗ запасы подземных вод по некоторым из этих структур [79].

С 1956 г. поисковые и разведочные гидрогеологические работы проводила гидрогеологическая партия Джезказганской ГРЭ под руководством М. А. Хордикийнена [89].

Картограмма гидрогеологической изученности района приведена на рисунке 5.

Геофизические исследования в Джезказганском районе проводились в очень широких масштабах. С 1926 по 1939 г. для его изучения применялись электроразведка, гравиметрия и сейсмометрия. В последующие 15 лет геофизические работы в Джезказгане не проводились. Начиная с 1955 г. ввиду назревшей необходимости вовлечения в сферу разведки так называемых «закрытых» площадей рудного района геофизические методы поисков благоприятных структур были возобновлены, причем они проводились в весьма широких масштабах силами двух организаций: специальной экспедиции Казахского геофизического треста и геофизической экспедиции Института геологических наук им. К. И. Сатпаева АН КазССР.

ГЛАВА II

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА

СТРАТИГРАФИЯ

В геологическом строении Джезказган-Улутауского района (листы М-42-XXXII и L-42-II) принимают участие метаморфические, вулканогенные и осадочные породы докембрия, ордовикской, девонской, каменноугольной и пермской систем. Менее распространен маломощный континентальный комплекс третичных и четвертичных отложений (рис. 6).

ДОКЕМБРИЙ

Докембрийские образования встречаются на северо-западе района — вблизи гор Улутау, на востоке — в урочище Кожемсит и на юго-западе — в горах Эскулы. Они преимущественно имеют меридиональное простирание. Общая площадь выходов докембрия составляет около 300 м². На территории района выделяются три серии метаморфических пород докембрия (снизу вверх):

1) бектурганская серия кристаллических сланцев, слюдяно-плагиоклазовых, слюдяных и кварцитовых сланцев; мощность 3000—3500 м;

2) аралбайская серия порфиroidов и бластокластических микрозернистых слюдяно-полевошпатовых сланцев с редкими пачками зеленокаменных сланцев в верхней части; мощность 1500—1700 м;

3) карсакпайская серия микрокварцитовых сланцев и окварцованных мраморов с пачками зеленых сланцев, серицито-кварцевых сланцев и редких горизонтов железистых кварцитов; мощность 1200—1500 м.

Кроме того, отмечаются плагиогранито-гнейсы и, возможно, генетически связанные с ними порфиробластовые плагиоклазовые гнейсы, развитые по породам бектурганской и аралбайской серий, которые имеют архейский возраст. Вышележащая карсакпайская серия, отличающаяся характером метаморфизма и складчатости, условно относится к нижнему протерозою.

ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ГРУППА

Нижнепалеозойские отложения на территории района распространены весьма ограниченно. Обнажения их закартированы лишь на северо-западе района, в юго-восточной части Эскулинского купола. В разрезе нижнего палеозоя Ю. А. Зайцевым [65] выделены две толщи:

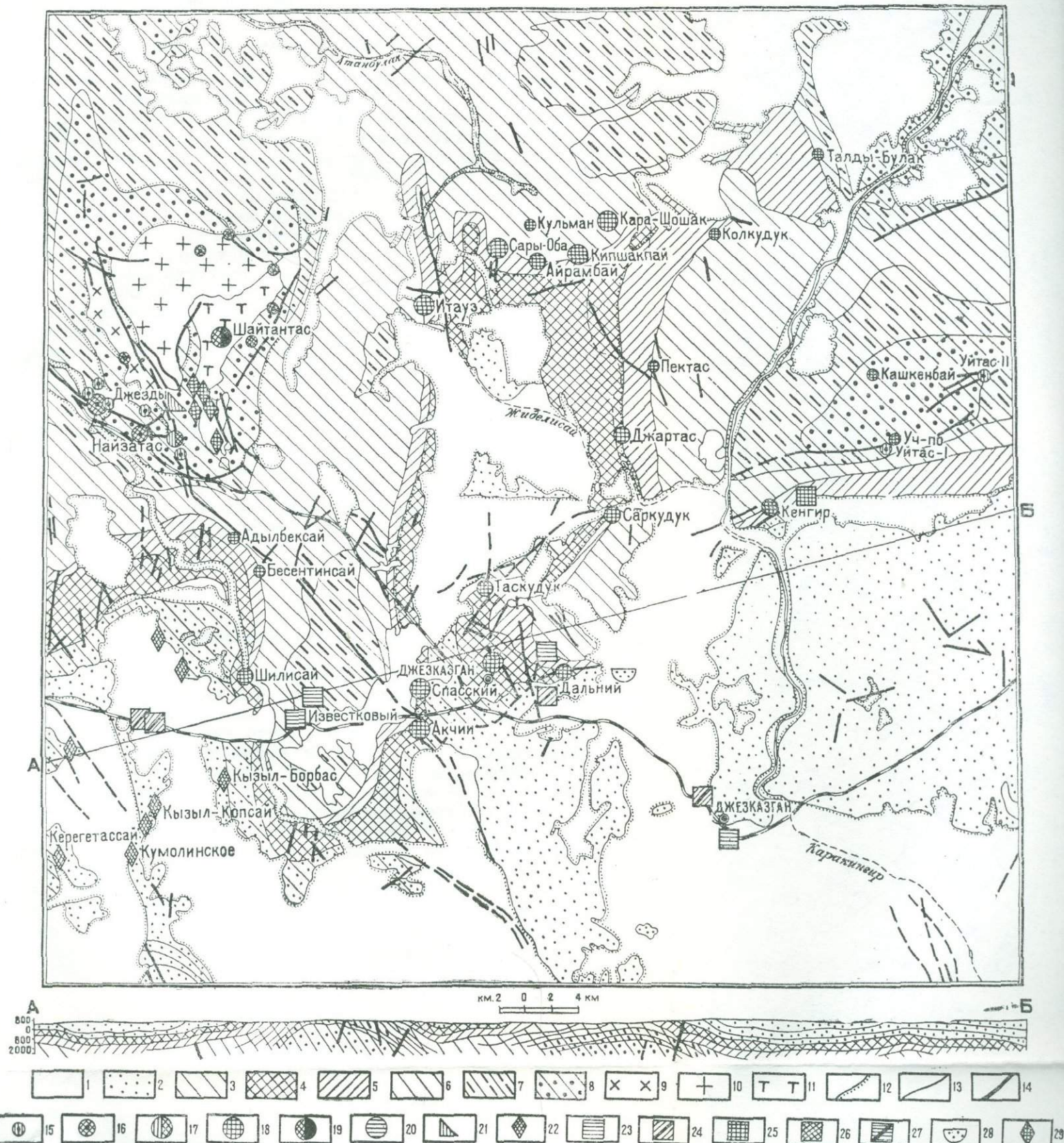


Рис. 6. Геологическая карта Джезказганского рудного района. 1 — четвертичная и третичная системы (аллювиальные, элювиальные и пролювиальные отложения); 2 — пермская система, кенгирская свита (мергели, известняки, песчаники, алевролиты, соли); 3 — пермская система, джиделисайская свита (аргиллиты, алевролиты, песчаники); 4 — средний и верхний карбон, джезказганская свита (песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты); 5 — средний карбон, таскудукская свита (песчаники, алевролиты, аргиллиты, кремни); 6 — нижний карбон, визейский подъярус (песчаники, алевролиты, известняки); 7 — нижний карбон, турнейский подъярус (известняки, мергели, ракушечник, доломиты с конкрециями кремней); 8 — девонская система (известняки, доломиты, песчаники, конгломераты, андезитовые порфиры, кварцевые порфиры, кварцевые альбитофиры и их туфы); 9 — архейские отложения (слюдяно-плагиоклазовые, кварцево-плагиоклазовые и кварцитовые сланцы, кварциты); 10 — девонские биотитовые граниты; 11 — девонские гранодиориты и сиенито-диориты; 12 — граница несогласного залегания отложений; 13 — граница нормального стратиграфического контакта; 14 — разрывные нарушения; месторождения и рудопоявления: 15 — железа, 16 — марганца, 17 — железо-марганцевые, 18 — меди, 19 — никеля и кобальта, 20 — свинца, 21 — горного хрусталя, 22 — амфиболового асбеста, 23 — известняка, 24 — строительного песка, 25 — кирпичных глин, 26 — глиногипса, 27 — мергелей, 28 — поваренной соли, 29 — хризотилового асбеста.

песчаниково-карбонатная и конгломерато-песчаниковая, условно относимые соответственно к нижнему — среднему ордовику и к ордовику — силуру.

Ордовикская система

Нижний и средний отделы

Песчаниково-карбонатная толща (O_{1-2}) сложена песчаниками, алевролитами и известняками.

В разрезе преобладают зеленовато-серые и зеленовато-бурые песчаники и алевролиты, рассланцованные, с тонкоплитчатой отдельностью. Среди них встречаются редкие, но иногда довольно крупные (длиной до 2000 м и мощностью до 140—180 м) линзы светло-серых мраморовидных известняков, массивных, с толстоплитчатой отдельностью, приуроченные к верхней части разреза. В одной из линз отмечен прослой криноидных известняков, содержащих обильные мелкие членики криноидей, остатки мелких брахиопод плохой сохранности. Общая мощность видимого разреза песчаниково-карбонатной свиты достигает 800 м.

Отложения этой свиты прорваны интрузиями ультраосновной магмы. В ряде мест среди песчаников наблюдаются маломощные дайки серых, зеленовато-серых роговообманково- и пироксено-плагноклазовых порфиров, связанных, вероятно, с ультраосновным массивом Шайтантас.

Контакты между породами песчаниково-карбонатной толщи ордовика и докембрия задернованы, однако есть все основания предполагать в этом месте стратиграфического разреза наличие большого перерыва в осадконакоплении и углового несогласия в залегании пород.

На отложениях песчаниково-карбонатной толщи и ультраосновных пород с размывом и несогласием залегают зеленовато-серые конгломераты вышележащей конгломерато-песчаниковой толщи. Возраст песчаниково-карбонатной толщи условно считается ниже-среднеордовикским.

Силурийская система

Отложения этой системы представлены *конгломерато-песчаниковой толщей*, сложенной исключительно обломочными породами. Нижняя часть разреза мощностью около 700 м состоит из зеленовато-серых конгломератов. Среди них отдельными, не выдержанными по простиранию, прослоями (мощностью до 3—10 м) встречаются зеленовато-серые песчаники. Конгломераты представлены галечными и чаще валунными разностями. Галка конгломератов состоит в основном из темных зеленовато-серых полимиктовых песчаников, местами — из серых мраморовидных известняков, пироксенитов, габбро, серпентинитов и талька. Размеры гальки обычно 3—10 см, и лишь отдельные валуны достигают в поперечнике 50—100 см. Цемент конгломерата глинистый, иногда известковистый.

Верхняя часть разреза мощностью около 400 м сложена бурыми, желтоватыми и зеленовато-бурыми песчаниками и конгломератами. Конгломераты, в отличие от нижележащих пород, представлены мелко- и среднегалечными разностями. Песчаники образуют отдель-

ные невыдержанные маломощные прослои. Общая мощность конгломерато-песчаниковой свиты составляет около 1100 м, возраст ее условно принимается верхнеордовикским — силурийским.

Девонская система

По составу пород и окаменелостям, заключенным в них, девонские отложения района подразделяются на эффузивную толщу нижнего и среднего отделов девона, жаксыконскую серию среднего — верхнего (франский ярус) отделов девона и толщу фаменского яруса верхнего отдела девона.

Нижний и средний отделы D_{1-2}

Отложения нижнего и среднего девона представлены эффузивными образованиями, состоящими из розовато-фиолетовых порфиритов, кварцевых альбитофиров и их туфов. Они распространены в районе в виде отдельных разобитых выходов площадью не более 3 км² и залегают с резким угловым и азимутальным несогласием на докембрийских кристаллических сланцах. На них несогласно налегают пестроцветные породы жаксыконской серии.

Среди пород эффузивной толщи наиболее распространены альбитофиры. Порфириты встречаются реже и состоят из основной массы плагиоклазового состава.

Мощность эффузивной толщи не превышает 200 м. Возраст ее условно отнесен к нижнему и среднему отделам девона.

Средний и верхний (франский ярус) отделы девонской системы

Жаксыконская серия (D_2-D_{3fr})

В западной части Центрального Казахстана широко распространены терригенные пестроцветные и красноцветные отложения, относящиеся к среднему девону и франскому ярусу.

Разрезы толщ указанного возраста характеризуются резкой фациальной изменчивостью и непостоянством мощностей, меняющихся от 100—150 до 400—500 м. Среди терригенных толщ в отдельных зонах появляются довольно мощные пачки карбонатных пород и крупные линзообразные залежи эффузивов кислого и основного составов. Эффузивные и карбонатные породы приурочены обычно к нижней пестроцветной части разреза, верхняя же его часть почти везде сложена красноцветными терригенными образованиями. Этот комплекс отложений назван жаксыконской серией. Выходы ее наблюдаются в районе Аиртау, в верхнем течении р. Джиланды, в районе ур. Котур и Кумадыр, в бассейне рек Караганда, Жаксысай, Улькенбулаксай, в районе гор Эскулы и Уйтас. Жаксыконская серия повсеместно залегает с резким угловым и азимутальным несогласием на более древних отложениях и перекрывается иногда без видимого углового несогласия известняками фаменского яруса.

Фаменский ярус верхнего отдела девонской системы (D_{3fa})

Фаменские отложения рассматриваемой площади представлены исключительно морскими осадками, известняками и доломитами,

пачками алевролитов и песчаников. Наиболее широко они распространены в северной части района. Однако общая площадь, занимаемая фаменскими отложениями, сравнительно невелика, так как они обнажаются отдельными узкими (0,5—2 км) полосами.

Разрез фаменских отложений начинается серыми и темно-серыми пелитоморфными плитчатыми известняками без фауны или с редкой фауной фораминифер. Реже наблюдаются прослои и пачки серых и зеленовато-серых аркозовых и полимиктовых мелкозернистых песчаников, алевролитов и алевролитистых известняков мощностью от нескольких до 100 м. В большинстве случаев этими известняками заканчивается разрез, но местами они замещаются доломитизированными известняками и зернистыми доломитами без фауны или с редкой фауной брахиопод и кораллов. Мощность фаменских отложений достигает 1500 м.

Фаменские отложения обрамляют антиклинали и слагают крылья складок, залегая моноклинально с углами падения в пределах от 20 до 40°, реже до 50°.

Фаменские отложения лежат на красноцветной толще франского яруса трансгрессивно, часто без видимого углового несогласия.

Каменноугольная система

Эта система представлена разнообразными осадочными породами, морскими по происхождению в нижних частях разреза и континентальными в его верхах.

Каменноугольные осадки широко распространены в северной части района и представлены отложениями всех трех отделов. Мощность их около 5000 м.

Нижний отдел (C₁)

Нижнекаменноугольные отложения слагают крылья и ядра всех крупных синклинальных складок северной окраины Джезказганской впадины и выходят в ядрах Жанайской, Кенгирской и Итаузской брахиантиклиналей.

Нижнетурнейский подъярус — кассинские слои (C₁t₁ks) в нижней части разреза представлены серыми разномикстными доломитизированными известняками и доломитами. В верхах разреза отмечаются более темные, почти черные битуминозные известняки с редкими прослоями кремненных известняков. Изредка в составе нижнетурнейских отложений встречаются маломощные линзовидные прослои алевролитов и аргиллитов. Общая мощность нижнетурнейского подъяруса достигает 800 м. Нижнетурнейские отложения залегают согласно на известняках фаменского яруса.

Исключение представляет район Эскулинского купола, на периферии которого наблюдается трансгрессивное, но без видимого углового несогласия наложение нижнетурнейских отложений на красноцветную толщу фаменского яруса.

Нижнетурнейские отложения не обнаруживают существенных фацальных изменений. Мощность этих отложений около 300 м (южная часть Джезказганской синклинали и ее восточное крыло). Возраст их определяется по стратиграфическому положению между фаунистически охарактеризованными отложениями фаменского яруса и верхнетурнейского подъяруса и по содержащейся в них фауне.

Верхнетурнейский подъярус — *русаковские слои* (C_{1t_2} rs) представлены светлоокрашенными, преимущественно окремненными кавернозными известняками и мергелями с редкими маломощными прослоями песчаников и алевролитов. Этими породами сложены горы Баскагыл, хр. Кызауз, горы Итауз и Жанайские горы на широте слияния рек Улькенджезды и Баладжезды. Полная мощность отложений верхнетурнейского подъяруса колеблется от 400 до 800—1000 м. Возраст их устанавливается на основании определения отобранной из них фауны.

Нижневизейский подъярус — *ишимские слои* (C_{1v_1} isch) представлены известняками, песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Окраска пород зеленовато-серая. Они распространены довольно широко, но обнажения их занимают сравнительно небольшие площади.

В основании нижневизейской толщи, на окремненных ноздреватых известняках, залегают обычно серые органогенно-детритусовые известняки с обильной фауной брахиопод и мшанок.

Выше по разрезу наблюдается частое чередование зеленовато-серых песчаников, алевролитов и аргиллитов с довольно редкими и маломощными прослоями органогенно-детритусовых известняков.

Нижневизейские отложения слагают внутренние части синклинальных структур, в которых они согласно залегают на верхнетурнейских и согласно перекрываются вышележащими отложениями средневизейского подъяруса. Общая мощность отложений нижневизейского подъяруса составляет около 400 м.

Средневизейский подъярус — *яговкинские слои* (C_{1v_2} jag) сложены песчаниками, алевролитами, аргиллитами с частыми прослоями известняков. Окраска пород зеленовато-серая и серая. Распространены они, так же как и нижневизейские, во внутренних частях синклинальных структур. Фации средневизейских отложений устойчивы по своему литологическому составу и изменения их состава в пределах района несущественны. Максимальная мощность средневизейских отложений в северных и центральных частях района достигает 700—850 м, а на остальной площади — не более 400 м.

Верхневизейский (дальненские слои) и нижнеамюрский (белутинские слои) подъярусы (C_{1v_3} — n_1) представлены зелено-серыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами с подчиненными прослоями известняков. Они распространены значительно меньше средневизейских.

Нижняя часть толщи состоит из мелко- и среднезернистых песчаников, алевролитов и аргиллитов, переслаивающихся с известняками серого и желто-бурого цвета, которые местами в разрезе преобладают.

Вверх по разрезу известняки резко убывают. Здесь преобладают серые и зеленовато-серые среднезернистые песчаники, среди которых в верхах толщи содержатся прослои песчаников красно-серого и фиолетово-серого цвета.

Для всей толщи характерно увеличение вверх по разрезу песчаных пород. Породы описываемой толщи не отличаются от пород средневизейского подъяруса и связаны с вышележащими постепенными переходами.

Общая мощность отложений верхнего визе — нижнего амюра варьирует от 350—500 до 1100—1200 м.

Существенных фациальных различий верхневизейские и нижнеамюрские отложения между собой не имеют; наблюдается лишь

большее или меньшее присутствие в разрезе известняков. Возраст отложений устанавливается на основании характерного комплекса многочисленных и разнообразных окаменелостей.

Верхний намюр — средний и верхний отделы
($C_1n_2 - C_2 - C_3$)

В комплексе отложений верхнего намюра, среднего и верхнего отделов каменноугольной системы четко выделяются две свиты — таскудукская и джезказганская, характеризующиеся приуроченностью к ним медного оруденения.

Таскудукская свита ($C_1n_2 - C_2ts$) представлена песчаниками и алевролитами буро-красного, коричнево-красного, серого и зеленовато-серого цвета. Эти отложения включают в себя маломощные прослои аргиллитов, осадочных брекчий и один горизонт кремней.

Красноцветные разности песчаников, как правило, обладают косой (диагональной) и реже параллельной слоистостью.

Серые песчаники иногда оруденелые, очень изменчивы по мощности и часто выклиниваются по падению и простиранию. Определенное стратиграфическое положение занимает и является маркирующим только горизонт сероцветных песчаников с каламитами, залегающий в основании свиты.

Нижняя граница таскудукской свиты устанавливается сравнительно четко. Следы видимого несогласия между отложениями верхнего визе и намюра отсутствуют. Наблюдаемое в районе Каракенгирского месторождения выпадение таскудукской свиты из разреза объясняется имеющимся здесь разрывным нарушением.

Верхняя стратиграфическая граница отложений устанавливается вполне определенно по горизонту «раймундовских» конгломератов, залегающих в низах джезказганской свиты. При выклинивании конгломератов верхняя граница этих отложений легко определяется при помощи маркирующего горизонта кремней, стратиграфически располагающегося ниже «раймундовских» конгломератов. Горизонт кремней состоит из пачки алевролитов, аргиллитов и песчаников, среди которых содержится один, реже два пласта окремненных известняков мощностью от 2 до 5 м. Суммарная мощность таскудукской свиты составляет около 300 м. Возраст ее устанавливается в пределах от намюра до низов среднего карбона включительно.

Джезказганская свита ($C_{2-3} dg$) состоит из красноцветных, преимущественно косослоистых песчаников, включающих пласты серых, местами оруденелых песчаников, алевролитов, аргиллитов и линзовидные прослои брекчий и конгломератов. Серые песчаники не имеют определенного положения в разрезе и часто выклиниваются по простиранию и падению. К ним приурочено большое количество медных месторождений и рудопроявлений.

Джезказганская свита согласно перекрывается красноцветными отложениями жиделисайской свиты. Мощность джезказганской свиты сравнительно выдержанная и колебания ее не выходят из пределов 350—400 м.

Возраст джезказганской свиты точно не установлен из-за отсутствия определимых органических остатков. На стратиграфическом совещании в Алма-Ате (1958 г.) было принято решение считать ее возрастом отвечающим интервалу от верхней части среднего карбона по верхний карбон включительно.

Пермская система

Пермская система в районе представлена нижним отделом, состоящим из отложений двух свит: нижней — жиделисайской и верхней — кенгирской.

Жиделисайская свита ($P_1\text{gd}$). Отложения этой свиты обнажаются на крыльях Жанайской и Кенгирской антиклиналей, в Спасской синклинали и ряде других складчатых структур.

В толще преобладают косослоистые аргиллиты, алевролиты и песчаники малиново-красного, розово-серого и реже зеленовато-серого цвета. Характерно присутствие не выдержанных по простиранию горизонтов алевролитов или песчаников с известковистыми конкрециями.

Для пород жиделисайской свиты характерна сравнительно резкая фациальная изменчивость слоев, выражающаяся в смене преобладающих в разрезе аргиллитов песчаниками и алевролитами, почти целиком их замещающими. Общая мощность отложений жиделисайской свиты около 360 м. До последнего времени возраст ее принимался в пределах среднего и верхнего отделов каменноугольной системы. Новые палинологические данные, полученные Е. И. Муравховской, указывают на принадлежность отложений кенгирской свиты к нижнему пермскому возрасту (кунгурский ярус). Учитывая согласное залегание кенгирской свиты, отвечающей по возрасту верхней части нижнепермских отложений, залегающих на жиделисайской, можно возраст последней считать также нижнепермским.

Кенгирская свита ($P_1\text{kn}$). Отложения кенгирской свиты широко распространены на склонах долины р. Каракенгир, вдоль рек Джебды и Кумола, у слияния рек Сарысу и Каракенгир, в районе гор Бестюбе и Сарыоба, а также в обширной депрессии, составляющей центральную часть Джезказган-Сарысуйского синклинория.

Отложения кенгирской свиты согласно залегают на породах жиделисайской свиты и резко несогласно перекрываются кайнозойскими осадками. Кенгирская свита представляет собой весьма однообразную толщу обломочно-карбонатных образований. Наблюдаются все переходы от глинистых известняков до известковистых аргиллитов и от глинисто-карбонатных пород, совершенно лишенных алевролитовой и псаммитовой фракций, до разностей, обогащенных ими. Общая мощность кенгирской свиты колеблется от 450 до 1200 м. Возраст кенгирской свиты обосновывается содержащимися в ее отложениях органическими остатками: пелециподами, остракодами, а также характерным спорово-пыльцевым комплексом.

КАЙНОЗОЙСКАЯ ГРУППА

Палеогеновая система

Средний и верхний эоцен

Тасаранская свита ($Pg_2^{2-3}\text{ts}$). Отложения тасаранской свиты образуют единственные выходы у родника Шалгынды, где они представлены мелкозернистыми ожелезненными песками существенно кварцевого состава, переполненными остатками устриц. Мощность горизонта 4 м. Эти отложения залегают резко несогласно на породах кенгирской свиты.

Верхний эоцен — нижний олигоцен

Акчийская свита ($Pg_2^3 - Pg_1^3 ak$). Отложения акчийской свиты выходят на дневную поверхность к югу от колодца Акчи, у гор Акжар и Актюбе на водоразделе рек Джезды — Каракенгир, а также по берегам р. Кумолы к северо-западу от слияния рек Каракенгир и Сарысу. Они представлены переслаивающимися белыми жирными глинами, глинистыми алевролитами и кварцевыми, зачастую гравийными, песками. В отдельных разрезах встречаются маломощные прослой угля и бокситоподобные породы. Мощность акчийской свиты изменчива и достигает 60 м и более.

Средний олигоцен

Бетнакдалинская свита ($Pg_3^2 bt$). Отложения среднего олигоцена встречаются севернее гор Акжар, Торткуль, к югу от р. Бекембатсай, в Текенексае и других местах. Они представлены красными, кирпично-красными, бурыми, иногда с зелеными пятнами, известковистыми глинами с мергелистыми и марганцевыми стяжениями. Местами глины сильно песчанистые. Присутствуют прослой гипса мощностью до 0,3 м. Наличие марганцевого бобовника и марганцевых пленок является характерным признаком толщи. Эти отложения залегают с размывом на породах кенгирской, тасаранской и акчийской свит. Мощность отложений меняется и достигает 80 м.

Неогеновая система

Нижний и средний миоцен

Аральская свита ($N_1^{1-2} ar$) выходит на дневную поверхность в виде небольших разобщенных участков в районе ур. Кошкарсай и к югу от г. Джезказгана. Свита представлена зеленовато-серыми бентонитовыми глинами: плотными, мылистыми, местами жирными и листоватыми. Характерно присутствие железисто-марганцевого бобовника, мелких гипсовых роз и прослоев гипса до 10—12 см мощностью. Мощность аральской свиты изменчива и достигает максимально 47 м.

Средний миоцен — плиоцен ($N_1^2 - N_2$)

Нерасчлененные отложения среднего миоцена — плиоцена очень широко развиты на водоразделах Кумола — Джезды и Каракенгир — Сарысу. Они представлены серыми, бурыми и буровато-серыми разнотекстурными косослоистыми песками, галечниками, железистыми конгломератами и кварцитовидными песчаниками (сливными кварцитами), местами бурыми, зеленовато-серыми и светло-серыми песчанистыми глинами, алевролитами.

Мощность толщи изменчива и колеблется от 5—6 до 18—32 м и более.

Плиоцен-четвертичная система (N—Q)

Отложения этой системы представлены двумя генетическими типами: элювиально-делювиально-пролювиальными и аллювиальными.

На территории района, в горах Эскулы, развиты ультраосновные породы ордовика. Донижнедевонские и среднедевонские гранитоиды обнажаются в горах Эскулы и Улутау. На очень небольшой площади в горах Эскулы отмечены пегматитовые гранито-гнейсы предположительно верхнепротерозойского возраста. Архейские плагиогранито-гнейсы и порфиروبластовые гнейсы, имеющие, по-видимому, метасоматическое происхождение, обнажаются в ядре Эскулинского купола на площади около 70 км².

Интрузивные образования варисского возраста в современном денудационном срезе Джезказган-Улутауского района проявлены слабо. Интрузивы гранитоидов варисского возраста известны в пределах Арганатинского хребта (Мык, Аиршоку), Улутауских гор, урочища Караменды, Эскулинского поднятия и Теректы-Кенгирской антиклинали.

Гранитоиды в районе гор Арганаты представлены тремя комплексами: а) тоналитами, б) биотито-роговообманковыми гранитами ранневарисского возраста и в) аляскидовыми гранитами и гранит-порфирами верхневарисского возраста. Все эти интрузивные массивы залегают среди докембрийского комплекса метаморфических пород.

В Эскулинском поднятии обнажаются массивы варисских биотитовых адамеллитов, а в районе Караменды — аляскитовых гранитов.

ТЕКТНИКА

Джезказганское рудное поле расположено на участках сопряжения меридиональных складок Улутауской зоны (Улутауского поднятия) с широтно простирающимися глыбово-складчатыми структурами Сарысу-Тенизского поднятия.

Западная часть Джезказганского района является южным продолжением Улутауского антиклинория, а северо-восточная — Сарысу-Тенизского. Центральная, большая часть территории представляет собой область развития типичных брахиантиклиналей, куполов и мульд. Она названа Ю. А. Зайцевым [65, 66] Кенгирской зоной брахи-складчатых структур.

В складчатой структуре района выделены три этажа: нижний — каледонский, средний — герцинский и верхний — альпийский.

Нижний структурный этаж является древним складчатым сооружением, фрагменты которого обнажаются в ядрах антиклинальных складок перекрывающих герцинских структур. Они представляют собой сложные антиклинории (Улутауский, Кирейский) и синклинории (Эскулинский).

Каледонский складчатый комплекс сложен толщей ордовика и силура и составляет западное крыло Эскулинского синклинория. Для пород нижнего палеозоя характерны крутые углы наклона слоев (60—70°) и мелкая внутрислоистая складчатость. Антиклинории и синклинории нижнего структурного этажа ориентированы в меридиональном направлении.

Средний структурный этаж. В его строении принимают участие породы девонской, каменноугольной и пермской систем. Складки герцинского этажа, в противоположность складчатым сооружениям докембрия и нижнего палеозоя, не имеют выдержанной ориентировки по простиранию. Типичная линейная складчатость, характерная для древних структур, в среднем структурном этаже почти не наблюдается. Главное значение здесь имеют брахискладки облекания и глы-

бовые складки, связанные с крупными разрывными нарушениями, определяющими их коробчатый, а местами горстовый характер.

В среднем структурном этаже четко выделяются три тектонические зоны.

1. Улутауская зона поднятий, которая, по Ю. А. Зайцеву, включает Жанайскую и Итаузскую антиклинали и Эскулинский и Улутауский купола.

2. Сарысу-Тенизская зона поднятий, расположенная на значительном расстоянии к востоку и северо-востоку от месторождения и характерная развитием широтных глыбовых складок.

3. Кенгирская зона брахискладчатых структур, расположенная между Улутауской и Сарысу-Тенизской зонами поднятий. Наиболее крупными складками Кенгирской зоны являются Кенгирская, Уйтасская, Уртакагыльская брахиантиклинали и Джезказганская синклиналь.

В восточной части Кенгирской зоны развиты брахискладки широтной ориентировки, в западной — складки, имеющие меридиональное улутауское простирание.

Перечисленные основные складчатые структуры осложнены складками более высоких порядков, образующими моноклинали типа флексур, купола и мульды. Они, кроме того, осложнены многочисленными разрывными нарушениями. Для герцинских складок характерны различная ориентировка по простиранию и сочленение всех нарушений, связанных со складчатостью, в единый узел в районе Джезказгана. Складчатые структуры, ориентированные на западе района меридионально, к востоку постепенно приобретают широтное простирание.

В узле сочленения разноориентированных дислокаций, расположенном в районе рудника Джезказган, развиты мелкие антиклинальные структуры более высокого порядка: купола Таскудук-Покровский, Кресто и Анненский.

Во внутренней зоне Джезказган-Сарысу-Тенизской синклинории наиболее характерны мульды северо-западного и реже северо-восточного простирания.

Антиклинальные структуры центральной зоны синклинории характеризуются своеобразной сжатой и линейно-вытянутой гребневидной формой.

Верхний структурный этаж. Кайнозойские отложения залегают на герцинском структурном этаже практически горизонтально, с резким угловым несогласием. О неоднократно проявляющихся в альпийское время вертикальных движениях свидетельствуют тектонические депрессии, в которых происходило накопление кайнозойских отложений.

РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ

В Джезказганском районе разрывные нарушения ориентированы как меридионально, так и широтно. Менее развитые разрывы меридионального и близкого к нему северо-западного направления преимущественно тяготеют к западной окраине Кенгирской зоны. Из них наиболее значительными являются сбросы западного крыла Эскулинского купола.

Широтные разрывы, развитые преимущественно в восточной половине Кенгирской зоны, протягиваются в районе с востока из Сарысу-Тенизской зоны глыбовых складок. Они осложняют южные крылья

куполов и брахиантиклиналей. Все эти разрывы в Кенгирской зоне затухают и не прослеживаются далее на запад.

Таким образом, в восточной половине Кенгирской зоны господствуют широтные глыбовые брахискладки и разрывы. В западной же ее части распространены лишь меридионально ориентированные складки и сопряженные с ними разрывные нарушения.

Кенгирская зона в целом является промежуточной областью, в которой меридиональные складки Улутау сменяются широтными глыбово-складчатыми дислокациями Сарысу-Тенизской тектонической зоны.

Разрывы широтного направления вблизи Джезказгана затухают. Это объясняется существованием западнее его крупного блока, испытавшего движения меридионального плана и ограниченного с востока протяженным Восточно-Улутауским глубинным разломом. Последний выполнял роль своеобразного «экрана», вблизи которого движения широтных блоков затухали. Тектонические движения по разрывам происходили и в мезозое и в кайнозое, но они не привели к какой-либо существенной перестройке герцинских структур.

В Джезказганском районе установлены следующие региональные глубинные разломы.

1. *Теректинский глубинный разлом* имеет северо-восточное простирание и общую протяженность около 200 км. Он прослеживается высоким тектоническим уступом на северо-восток вдоль южных крыльев Кенгирской и Уйтасской брахиантиклиналей и соединяется разломом у р. Теректы.

2. *Северная ветвь Теректинского разлома* широтного простирания отражает скрытый раскол древнего фундамента. Она прослеживается по южным крыльям Кызыладьского и Айдосского куполов. Широтные разрывы имеют протяженность более 11 км.

3. *Восточно-Улутауский меридиональный разлом* в нижнем структурном этаже выражен зонами интенсивного смятия и озмеевирования пород. В среднем структурном этаже с этими зонами связан пояс линейных складок (зона Джезказган-Джиландинского пояса).

Восточно-Улутауский глубинный разлом выражен как зона торцового сочленения широтных и меридиональных брахискладок верхнего структурного этажа на границе Улутауской и Кенгирской тектонических зон.

4. *Едыгейский разлом* северо-западного простирания проявлен у поверхности нарушением сбросо-сдвигового типа. Этот разлом закартирован в Жанайской антиклинали и рудном районе Акчий. В пределах гор Эскулы он залечен дайкой биотитовых гранитоидов, вытянутой на 7,5 км по линии разлома. В западной части горы Едыге, вдоль зоны регионального разлома, интродуцированы розовато-серые аляскитовые граниты. С ними в районе Улутауских гор генетически связаны проявления олова и меди.

5. *Джезказган-Таскуринский разлом* прослеживается от точки пересечения Теректинского, Едыгейского и Восточно-Улутауского разломов далеко на юг. Согласно данным магнитной съемки, в зоне этого разлома наблюдаются аномалии интенсивностью до 500 гамм, которые соответствуют интрузивам гранитоидного состава.

Все региональные разломы являются рудоконтролирующими. На пересечении Джезказган-Таскуринского субмеридионального разлома с широтными разрывными зонами расположено месторождение Таскура. На пересечении Теректинского субширотного разлома с Джезказган-Джиландинским поясом линейных складок находится Джез-

казганское медно-свинцовое месторождение. На пересечении северной ветви Теректинского разлома с Джекказган-Джиландинским поясом линейных складок (зоной Восточно-Улутауского разлома) расположена Джиландинская группа месторождений.

ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В геологической истории западной части Центрального Казахстана выделяются три этапа: геосинклинальный, охватывающий время от докембрия до силура включительно, парагеосинклинальный (девон — пермь) и платформенный (с мезозоя).

ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЙ ЭТАП

В архее происходило накопление песчано-глинистых осадков, формировавшихся, по-видимому, в морских условиях. В конце архея широко развилась вулканическая деятельность, в результате которой стали накапливаться вулканогенные породы среднего, кислого и в меньшей мере основного состава (аралбайская серия).

Складчатость, сопровождаемая образованием плагиогранито-гнейсов, и метаморфизм отложений завершили этот период.

В нижнем протерозое вновь происходят вулканические явления и формируются вулканогенные толщи карсакпайской серии основного состава, с которыми было тесно связано образование железистых кварцитов.

Последующая складчатость и метаморфизм заключили нижнепротерозойский этап развития. В нижнем протерозое сформировались основные тектонические структуры района: Улутауский и Кирейский антиклинории и Эскулинский синклиний. В конце нижнего протерозоя район испытал поднятие и размыв.

В ордовикском периоде в Эскулинском синклинии накапливаются известняково-терригенные образования, прорванные в предкаледонское время интрузиями ультрабазитов. Области поднятия, поставляющими обломочный материал в интенсивно прогибающиеся Эскулинский и расположенный западнее Байконурский синклиний, возможно, служили Улутауский и Кирейский антиклинории.

Таким образом, докембрийский и каледонский этапы развития характеризовались накоплением осадков геосинклинального типа, интенсивно смятых в складки меридионального направления.

ПАРАГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЙ ЭТАП

Девонский период характеризуется дифференцированными тектоническими движениями. Восходящие движения начала этого периода, сопровождаемые внедрением гранитоидов и излияниями лав кислого состава, в конце среднего девона сменились отрицательными движениями.

В конце среднедевонской эпохи единая зона поднятия, расположенная на консолидированных складчатых сооружениях докембрия и нижнего палеозоя, распалась на ряд поднятий и прогибов. К этому времени массивы гранитоидов были выведены на поверхность и интенсивно разрушались. Наиболее крупными стали Арганатинское и Карсакпайское поднятия, поставлявшие обломочный материал в сопряженные с ними прогибы.

Самым значительным является меридиональный прогиб, образовавшийся на месте нижнепалеозойского Эскулинского синклинория, названный А. А. Богдановым [20] Каракенгирским. Он протягивается по восточному склону Улутауского поднятия, соединяя Джекказганскую и Тенизскую впадины между собой на всем протяжении верхнедевонской эпохи и на значительном протяжении каменноугольного периода.

В фаменском и турнейском веках происходят опускание суши и трансгрессия моря.

В визейское время возникают отдельные поднятия, о чем свидетельствует появление в разрезе визейских отложений большого количества обломочного материала.

В конце нижнего — начале среднего карбона Улутауский тектонический блок испытал общий подъем: окончательно сформировалось Сарысу-Тенизское поднятие, расположенное поперек к древним складчатым сооружениям докембрия и нижнего палеозоя. Сносившийся с этих поднятий обломочный материал накапливался в Тенизской и Джекказганской впадинах.

Между дислоцированным палеозоем и выше залегающими горизонтально третичными отложениями отмечается угловое несогласие, свидетельствующее о длительном перерыве в осадконакоплении, вызванном процессами складкообразования, которые проявились в конце пермского периода.

ПЛАТФОРМЕННЫЙ ЭТАП

В начале мезозоя Казахская складчатая страна превратилась в жесткую платформу, а в триасе — в пенеплен. На поверхности выровненной страны в условиях жаркого влажного климата, который установился здесь в конце триасового — начале юрского периода, интенсивно образовывались коры выветривания.

В палеогене происходят общее поднятие страны и интенсивное расчленение мезозойского пенеплена речными долинами.

В миоцене эрозионные ложбины заполнялись озерными глинами. Заполнение долин, по-видимому, продолжалось также в плиоцене и нижнечетвертичную эпоху. Древние делювиальные образования склонов к концу этого времени накапливались в древних долинах и превращали территорию в равнину, над поверхностью которой возвышались отдельные останцы. В среднечетвертичную эпоху была заложена современная речная сеть.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Джекказганский район — это прежде всего уникальная медно-рудная провинция, и медь здесь является главным полезным ископаемым.

В Джекказганском районе, кроме того, известны месторождения и рудопроявления железа, марганца, хрома, свинца, никеля, кобальта, золота, горючих газов, родусит-асбеста, каменной соли и строительных материалов.

Железо. В районе Джекказганского месторождения известны рудопроявления железа различных генетических типов: метаморфогенного (железистые кварциты), осадочного, гидротермального и кор выветривания. Все месторождения и рудопроявления железа ввиду низких содержаний металла и малых размеров рудных тел пока не представляют большого интереса.

Во многих месторождениях железо чаще всего находится в парагенезисе с марганцем.

Железо и марганец. Среди месторождений железа и марганца по структурным и генетическим признакам выделяются три типа.

I. Джебдинский тип. К нему относятся месторождения Джебды, Промежуточное, рудопоявление № 42, Жаксыкотыр и другие. Они являются типичными пластовыми телами, образующими стратиграфически выдержанный рудный горизонт в низах красноцветной толщи франского яруса. Запасы месторождения Джебды по состоянию на 1 января 1961 г. составляют 12,9 млн. т руды при среднем содержании MnO_2 в 20,1%.

II. Каратасский тип. Железо-марганцевое месторождение Каратас, приуроченное к переходным слоям фамена и нижнего турне, объединяет два рудных горизонта. Запасы марганцевых руд этого месторождения по категории $C_1 + C_2$ составляют 180 тыс. т.

К данному типу, кроме месторождения Каратас, относятся многочисленные железо-марганцевые и бурожелезняковые рудопоявления. Наиболее крупные из них — Уйтас I и Уйтас II — В. Ф. Беспалов рассматривает как железные шляпы полиметаллических месторождений.

Ф. В. Чухров [210, 211] эти рудопоявления считает возникшими эпигенетически в процессе выветривания обогащенных железом и марганцем горизонтов фаменского и турнейского ярусов.

III. Найзатасский тип. К этому типу относятся месторождение Найзатас и рудопоявления Каражал, Надеждинское и другие. Железо-марганцевое месторождение Найзатас состоит из двух рудных зон, приуроченных к сбросам широтного простирания. Для месторождения характерно резкое преобладание железных руд, которые располагаются ореолом вокруг марганцевых руд. В отдельных местах железные и марганцевые руды сложно перемежаются. Марганцевые руды в настоящее время почти полностью отработаны, и месторождение законсервировано.

Хром. Незначительные рудопоявления хрома известны в пределах Шайтантасского серпентинитового массива. На южной его оконечности хромитовое рудопоявление выражено делювиальными обломками крупнозернистого агрегата хромшпинелида. Коренное тело хромитов не обнаружено.

Медь. Рудопоявления и месторождения меди в районе распространены широко. Среди них ведущее значение принадлежит Джебказгану. Все рудопоявления меди приурочены к отложениям верхнего девона (месторождения Кошкенбай, Ушпа, Уйтас, рудопоявление Сарысай) и нижнего — верхнего карбона (месторождения Джиландинской и Джебказганской групп, Кенгир, Соркудук, Шилыкудук, Джартас, Джебды, рудопоявления Бесентинсай, Адильбексай и др.).

Особое положение занимает рудопоявление меди Караганды, приуроченное к разлому в порфиروبластовых гнейсах бектурганской серии архея и расположенное в 300 м от контакта последних с гранитами.

Никель и кобальт. Группа никель-кобальтовых месторождений Шайтантаса связана с корой выветривания массива серпентинитов, т. е. с третичными отложениями, представляющими продукт его перетложения.

Месторождения и рудопоявления никеля и кобальта по геологическим признакам делятся В. К. Ереминым и Ш. Е. Есеновым на три типа.

1. Месторождения остаточной коры выветривания халиловского типа представляют собой нонтронитовые «шапки» на серпентинитах наиболее возвышенных участков рельефа.

2. Месторождения в зонах контактов серпентинитов с вмещающими породами или вдоль зон тектонических нарушений, отличающиеся неправильной или карманообразной формой рудных тел. В плане они представляют линзовидные тела длиной от 10 до 300 м и мощностью от 1 до 30 м.

3. Месторождения преимущественно кобальтовые, связанные с преобразованной и перетолженной корой выветривания. По состоянию на 1 января 1953 г. запасы кобальтовых руд по категории В+С₁+С₂ составляют 1813 тыс. т руды, 2757,6 т кобальта и 8572 т никеля при среднем содержании кобальта 0,15 % и никеля 0,47 %. Запасы никеля по категории С₂ учтены в количестве 37,5 тыс. т руды, 455 т никеля при среднем его содержании 1,21 %.

Горный хрусталь. Кварцевые жилы широко развиты в западной части района. Самую многочисленную группу кварцевых жил вмещают песчано-конгломератовые отложения жаксыконской серии девона и ордовика. С ними связаны почти все хрусталеносные жилы района.

Среди жильных кварцевых полей, расположенных в районе, выделяются три участка, перспективные под разведку на пьезокварц.

Асбест. Его проявления связаны с серпентинитовыми массивами Шайтантас и гор Аиртау, расположенными в пределах восточного Улутауского змеевикового пояса. Проявления родусит-асбеста размещаются в бортах Кумолинской синклинали (месторождения Кызыл-борбас, Жилантубе, Ирмансай).

Магnezит. В серпентинитовом массиве Шайтантас известны линзы, гнезда и жилы белого сильно кремнезольного геля-магnezита, местами образующего густые штокверки. Некоторые линзы достигают 15—10 м длины и 1—2 м мощности. Рудопроявления по своему качеству и масштабам заслуживают изучения.

Тальк известен в районе горы Аиртау, в пределах массива Шайтантас. Здесь тальковые сланцы широкой полосой окаймляют заледененные бока рудопроявления меди Аиртау. Тальковые породы залегают пластом мощностью 13—20 м, по простиранию они прослеживаются на 40—50 м. Рудопроявления талька не представляют практического интереса.

Графит. В районе гор Акпоки известен небольшой выход слюдяных сланцев с графитом, представляющим лишь минералогический интерес.

Горячие газы и каменные соли. В 29 км к юго-востоку от Джезказганского рудника, в отложениях кенгирской свиты, буровой скважиной № 1700, начиная с глубины 623 м до ее забоя, отмечено интенсивное выделение горячих газов. При бурении наблюдались выбросы газа на высоту 20 м. Бурение скважины по техническим причинам остановлено на глубине 767 м.

В этой же скважине в отложениях кенгирской свиты, начиная с глубины 660 м и практически до забоя, встречена толща солей, представленных чистым галитом.

Соляные отложения в породах кенгирской свиты встречены на большой территории, охватывающей северную часть Джезказган-Сарысуиской депрессии. Так, в последние годы были обнаружены пласты каменной соли на левом берегу р. Сарысу, в 4 км на восток от впадения в нее р. Каракенгир, и вблизи Джезказганского месторож-

дения, в 5 км к востоку от участка Анненского. Соляные отложения широко развиты также среди пород нижележащей жиделисайской свиты. Они подсечены в Джезказганской синклинали и в центре Джезказган-Сарысуйской впадины двумя структурными скважинами (№ 120 и Ю-1). В обеих скважинах каменная соль перемежается с красной глиной, которую считают корой выветривания жиделисайской свиты.

До сих пор нет единого мнения о происхождении солей, вскрытых скважинами в жиделисайской свите (Ю-1). Одни геологи считают, что это пластовые залежи, другие придерживаются мнения о купольной структуре солей.

В юго-западной части Джезказган-Сарысуйской впадины каменными солями сложены купола предположительно нижнекарбонового времени, о чем свидетельствуют выходы песчаников и известняков намюрского возраста, прорванные гипсами, под которыми залегает каменная соль.

Строительные материалы. Гипсы. Нижнепермское (кенгирская свита) месторождение гипса Маманское расположено в 41 км к юго-западу от Джезказганского рудника и подготовлено к эксплуатации. По своим запасам месторождение относится к категории крупных.

Глины кирпичные. Известно три месторождения кирпичных глин: Наушебай, Новорудное, Кенгирское. Все они приурочены к четвертичным, чаще речным отложениям.

Карбонатные породы. Мощные пласты известняков в ядрах Жанайской, Эскулинской и Кенгирской антиклиналей являются промышленными объектами на известковое и флюсовое сырье.

Строительный камень. Основное значение в качестве строительного камня имеют песчаники таскудукской и джезказганской свит, в больших количествах получаемых при открытых разработках Джезказганского месторождения.

Все выходы коренных пород (интрузивных, эффузивных, карбонатных и глинистых) практически представляют собой потенциальные месторождения строительных материалов.

ГЛАВА III

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ДЖЕЗКАЗГАНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Под Джезказганским рудным полем понимается площадь интенсивного проявления медной минерализации, ограниченная географическими координатами $67^{\circ}29' - 67^{\circ}35'$ в. д. и $47^{\circ}45' - 48^{\circ}15'$ с. ш.

Расположенная в его пределах группа свинцово-медных месторождений приурочена к осадочному песчано-алевролитовому комплексу пород. Все месторождения относятся по типу к медистым песчаникам предположительно гидротермального генезиса (рис. 7).

Возраст песчано-алевролитового комплекса пород рудоносной джезказганской толщи определяется в пределах от верхов намюра до нижней перми. Эта рудоносная толща теперь расчленяется на две свиты: нижнюю — таскудукскую, которая включает три рудоносных горизонта, и верхнюю — джезказганскую, включающую семь рудоносных горизонтов, причем самый верхний, десятый (считая снизу), рудоносный горизонт выделен только в 1964 г. в составе переходных от джезказганской к жиделисайской свите слоев песчаников и алевролитов.

В дальнейшем эти две свиты удобнее рассматривать вместе, объединив их под общим названием джезказганской рудоносной толщи.

ДРОБНАЯ СТРАТИГРАФИЯ РУДОНОСНОЙ ТОЛЩИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ДЖЕЗКАЗГАНА

Породы джезказганской рудоносной толщи 35 лет тому назад были расчленены К. И. Сатпаевым [170] на 36 литологически отличных горизонтов. Эта первая детальная стратиграфо-литологическая колонка в основном выдержала испытание на практике. Ею пользовались и продолжают пользоваться при проведении обширных геологоразведочных работ в Джезказгане. В дальнейшем подробный стратиграфический разрез джезказганской рудоносной толщи периодически корректировался данными разведки и для собственно Джезказганского месторождения в настоящее время имеет следующий вид (рис. 8; табл. 1).

Из характерных свойств пород джезказганской рудоносной толщи необходимо отметить следующие.

а) Оруденелыми являются только сероокрашенные породы: полимиктовые песчаники, конгломераты, иногда алевролиты. Горизонты серых песчаников никогда не бывают оруденелым на всю

Стратиграфический разрез джезказганской рудоносной толщи

Индекс слоя	Краткая характеристика	Средняя мощность слоя, м
1	2	3
	Таскудукская свита	
	В таскудукской свите (снизу вверх) выделяются 16 слоев красных и серых песчаников и алевролитов	
	<i>Рудоносный горизонт № 1 (таскудукский)</i>	
	Признаком начала таскудукской свиты обычно считалось появление в разрезе красных и красновато-серых пород, обусловленное сменой фаций и изменением палеогеографических условий.	
	Фактически же границей между таскудукской свитой и подстилающим ее белеутинским горизонтом следует считать маломощный пласт конгломератов, состоящий из галек черных и темно-серых алевролитов, реже песчаников	
T-1	Таким образом, в нашей колонке верхний пласт зеленовато-серых и серых песчаников невыдержанной мощности 20—25 м, в которых очень редко наблюдается непромышленное оруденение, следует относить к низам таскудукской свиты	25
T-2	Песчаник красный, тонкозернистый, с прослоями мелкозернистых красных песчаников	2
T-3	Песчаник серый, мелкозернистый, кварцево-полевошпатовый, с известковистым цементом, безрудный. Кроме редкой вкрапленности пирита, в нем не встречено других рудных минералов	23
T-4	Песчаник красный, тонкозернистый, перемежающийся с красными алевролитами	16
T-5	Песчаник серый, мелкозернистый, известковистый, безрудный	6
T-6	Песчаник красный, мелкозернистый, иногда с включением крупных галек красных алевролитов и с пропластками алевролитов в основании	24
T-7	Песчаник серый, тонко- и мелкозернистый, кварцево-полевошпатовый, с маломощными пропластками зеленовато-серых алевролитов. В северной части месторождения, на участке Златоуст, на небольшой площади к этому пласту приурочено медное и свинцовое оруденение. Рудные тела представлены небольшими линзами, разделенными как по площади, так и по мощности безрудными серыми песчаниками. На выходах пласта на поверхности медное оруденение имеет небогатую зону окисления	10
T-8	Алевролит красный, перемежающийся с красными мелкозернистыми песчаниками. Среди алевролитов в восточной части месторождения иногда встречается невыдержанной мощности пропласток зеленовато-серого и серовато-красного известняка. Приведенный выше разрез рудоносного горизонта характерен для центральной части. На других площадях месторождения разрез значительно изменяется. Так, в пределах участка Акчий — Спасская мульда и на юго-восточном крыле Крестовского купола все пласты серых песчаников фациально переходят в красные и красновато-серые песчаники	30
	<i>Рудоносный горизонт № 2 (златоустовский)</i>	
T-9	Песчаник серый, среднезернистый, кварцево-полевошпатовый, иногда в середине пласта появляется пропласток красного песчаника или алевролита мощностью до 4 м	

1	2	3
	В этом слое в северо-восточной части месторождения, на участках Златоуст и Анненский, локализуется медное и свинцовое оруденение. Два основных рудных тела, вытянутых в юго-восточном направлении, иногда сливаются в одно мощное рудное тело	17
T-10	Песчаник красный, тонкозернистый, с пропластками красного алевролита	6
T-11	Песчаник серый, средне- и мелкозернистый. Медное и свинцовое оруденение в этом слое также характерно для северо-восточной части месторождения (Златоуст, Анненский и Кресто) и представлено в виде изолированных линз	7
T-12	Песчаник красный и серовато-красный, тонкозернистый	6
T-13	Песчаник серый, среднезернистый, кварцево-полевошпатовый. Небольшими линзочками встречаются конгломераты раймундовского типа, состоящие главным образом из галек кварцевых порфиров и кремненных известняков. Иногда этот пласт серого песчаника разделяется на два пропластка слоем красного алевролита мощностью до 5 м. К этому пласту приурочены самые мощные и большие по площади залежи месторождения. Медные (окисленные и сульфидные), комплексные (медно-свинцово-цинковые) и свинцовые руды протягиваются непрерывной широкой полосой с северо-запада на юго-восток, охватывая участки Златоуст, Анненский и Кресто. В местах выхода этих залежей на поверхность образуется зона окисления, характеризующаяся изменчивой мощностью и разнообразным минералогическим составом	25
	<i>Маркирующий горизонт</i>	
T-14	Песчаник красный, тонкозернистый, переслаивающийся с красными алевролитами. В почве слоя залегают два оближенных пропластка кремненных известняков мощностью от 10—20 см до 1,5 м. В местах выхода на поверхность кремненные известняки образуют узкие каменные гряды и мощные делювиальные осыпи по склонам сопок. Этот слой является довольно выдержанным на площадях развития таскудукской свиты, за исключением участка Анненского Джезказганского месторождения и юго-восточного крыла Кенгирской антиклинали. Исчезновение из разреза маркирующего горизонта объясняется уменьшением мощности всех горизонтов и разрывной тектоникой	
	Разрез данного рудоносного горизонта на площади Джезказганского месторождения претерпевает большие изменения. Так, в западной части, на участке Акчий — Спасская мульда, все слои серых песчаников, кроме слоя T-13, фациально переходят в красные и серовато-красные тонкозернистые песчаники и алевролиты. На востоке (участок Анненский), наоборот, местами все слои, включая слой T-14, замещаются серыми среднезернистыми песчаниками. В этом случае границы между слоем T-14 рудоносного горизонта № 2 и слоем T-15 рудоносного горизонта № 3 проводятся условно	18
	<i>Рудоносный горизонт № 3 (покровский)</i>	
T-15	Песчаник серый, средне- и мелкозернистый, полимиктовый, известковистый, иногда расчлененный маломощными прослоями красных и серовато-красных песчаников на два слоя. Оруденение характерно для центральной и восточной частей месторождения. Залежи слепые: не имеют выходов на поверхность. Характерна медная и свинцовая минерализация	29
T-16	Песчаник красный, тонкозернистый, с пропластками красных алевролитов. Этим слоем заканчивается разрез таскудукской свиты	13
	Общая мощность таскудукской свиты составляет 257 м	

1	2	3
	Д Жезказганская свита	
	<i>Рудоносный горизонт № 4 (нижний раймунд)</i>	
	В джезказганской свите насчитывается 27 слоев красных и серых песчаников, алевролитов и конгломератов, объединенных в 6 рудоносных горизонтов	
Д-1	Песчаник серый, средне- и крупнозернистый, полимиктовый на известковистом цементе. В нем в северной части месторождения (участок Златоуст) залегает пропласток так называемого раймундовского конгломерата, состоящего из хорошо окатанных галек кварцевых порфиров, гранитов, порфиринов и других пород, чуждых джезказганской рудосносной толще. Оруденение медное и свинцовое, характерное для центральной части месторождения. По вертикали обособляются два рудных тела. Залежи также не имеют выхода на поверхность и являются слепыми	11
Д-2	Алевролит красный, включающий обычно невыдержанный пропласток серого, иногда оруденелого песчаника от 5 до 10 м. К этому пропластку на участках Покро-Север и Златоуст приурочено оруденение	28
	<i>Рудоносный горизонт № 5 (средний раймунд)</i>	
Д-3	Песчаник серый и зеленовато-серый, средне- и крупнозернистый. В основании и средней части слоя залегают пропластки раймундовского конгломерата мощностью до 2—3 м.	
	Оруденение медное и свинцовое, характерно для центральной части месторождения	13
Д-4	Песчаник красный, перемежающийся с красными алевролитами	12
Д-5	Песчаник серый, среднезернистый, известковистый, содержит пропластки и линзы конгломератов раймундовского типа. Оруденение медное и отчасти свинцовое, характерно для центральной и южной частей месторождения (участки Покро-Север и Покро-ЮЗ, Кресто, Анненский).	
	Участки комплексных и свинцовых руд относительно малы и встречаются в сплошных медных рудах в виде изолированных линз. Большей частью свинец в медных рудах является попутным компонентом	8
Д-6	Песчаник красный, тонкозернистый, с пропластками красного алевролита	10
Д-7	Песчаник серый, средне- и мелкозернистый, иногда фациально замещается серовато-красными, красными песчаниками, оруденелый. Рудные тела представлены изолированными линзами различной величины	8
Д-8	Песчаник и алевролит красный	9
	<i>Рудоносный горизонт № 6 (верхний раймунд)</i>	
Д-9	Песчаник серый, мелко- и среднезернистый, с гальками из окрашенных кремнистых пород, а в юго-западной части месторождения (участок Покро-ЮЗ) с прослоями раймундовских конгломератов. Оруденение в основном медное, распространено на всех участках месторождения. Рудные тела имеют разнообразную форму	10
Д-10	Алевролит красный	8
Д-11	Песчаник серый, средне- и мелкозернистый. В составе руд содержатся медные и свинцовые минералы. Оруденение характерно для участков Анненский, Кресто и Покро-Север	8
Д-12	Алевролит красный, с пропластками тонкозернистого песчаника	10
Д-13	Песчаник серый, средне- и мелкозернистый, иногда оруденелый, часто фациально замещается красновато-серыми и красными песчаниками и сливается со слоями Д-14 и Д-12	7

1	2	3
Д-14	Алевролит красный, с пропластками песчаника красного, тонкозернистого	14
	<i>Рудоносный горизонт № 7 (крестовский)</i>	
Д-15	Песчаник серый, мелко- и среднезернистый, известковистый, яснослоистый. Оруденение локализуется на большой площади, представлено медными и свинцовыми рудами, которые характерны для западной части Покро-Север	14
Д-16	Песчаник красный, тонкозернистый	9
Д-17	Песчаник серый, мелко- и среднезернистый, оруденелый. Оруденение представлено вкрапленностью медных минералов и характерно для всех, кроме Златоуста, участков	8
Д-18	Алевролит красный	11
Д-19	Песчаник серый, средне- и мелкозернистый, местами оруденелый. Пласт не всегда выражен, иногда переходит фациально в красные и серовато-красные песчаники, сливаясь с пластами Д-18 и Д-20	8
Д-20	Алевролит красный, местами часто перемежающийся с тонкозернистым песчаником, содержащим вкрапленность и прожилки гематита	12
	<i>Рудоносный горизонт № 8 (акчийский)</i>	
Д-21	Песчаник серый, мелкозернистый, известковистый. Оруденение представлено медными минералами. Зона окисления характерна для участков Покро-Север и Кресто. В сульфидных рудах, кроме медных минералов, встречаются небольшие участки со свинцовой минерализацией. Мелкие линзы промышленных комплексных руд (медно-свинцовых) характерны для участка Кресто	11 13
Д-22	Алевролит красный	13
Д-23	Песчаник серый, сверху тонкозернистый, постепенно переходящий к низам в среднезернистый. Медное оруденение характерно для всех участков. Окисленные руды встречены на участках Покро-Север, Анненском, Крестовском и на выходах западного борта Спасской мульды	7
Д-24	Алевролит красный	10
	<i>Рудоносный горизонт № 9 (анненский)</i>	
Д-25	Песчаник серый, мелкозернистый, с включениями галек зеленого алевролита, местами образующих линзы конгломератов. В кровле этого слоя в выработках шахты № 26 найдены отпечатки каламитов. Медное оруденение присутствует во всех участках с зоной окисления на выходах, характерно для участков Покро-Север, Кресто, Анненский и западного борта Спасской мульды	11
Д-26	Песчаник красный, перемежающийся с пропластками красного алевролита	13
Д-27	Песчаник серый, мелко- и среднезернистый, кварцево-полевошпатовый, иногда с пропластками песчаника красного и серовато-красного мощностью 5—6 м. На участке Спасской мульды этот слой присутствует более или менее постоянно. Песчаник включает медное оруденение. Окисленные руды локализуются на участках Покро-Север, Анненском, западном крыле Спасской мульды	42
	<i>Переходный горизонт (жиделисайский или спасский)</i>	
Д-28	Переслаивание красных алевролитов с красными песчаниками, с прослоями (от одного до пяти) песчаников серых и красновато-серых и средне- и мелкозернистых мощностью 2—5 м. В этих прослоях на площади Спасской мульды очень редко наблюдаются небольшие оруденелые участки, не имеющие промышленного значения	60
	Мощность джезказганской свиты составляет 385 м. Общая мощность джезказганской рудоносной толщи равна 642 м	

мощность и на всю площадь своего развития. Минерализации подвергаются участки, благоприятные в литохимическом и структурном отношении.

б) Для рудоносных серых песчаников характерны ясная параллельная слоистость и в пределах Центрального Джезказгана практически полное отсутствие в них растительных остатков. Содержание органического углерода в них составляет сотые, редко десятые доли процента, т. е. столько же, сколько органического углерода содержится в безрудных красных песчаниках и алевролитах.

Исключение составляет лишь один, самый нижний рудоносный горизонт № 1, который на периферии центрального рудного поля Джезказгана, в месторождениях Карашошак, Кипшакпай, Адильбексай, Шилисай включает в себе спорадические остатки каламитов.

в) В составе трех рудоносных горизонтов, в средней части разреза джезказганской рудоносной толщи, песчаники являются грубозернистыми и включают местами обильные окатанные гальки известняков, кварцитов, порфиров и других пород, чуждых джезказганской толще. Эти конгломераты, получившие название раймундовских, являются маркирующими горизонтами месторождения, а нижний из них разделяет всю джезказганскую рудоносную толщу на две свиты: нижнюю — таскудукскую и верхнюю — джезказганскую.

г) Чистые в красных аргиллитах и алевролитах сгустки и выделения аморфного кальцита обычно не раскристаллизованы, а гидрокислы железа в их цементе не обезвожены; во всех породах джезказганской рудоносной толщи практически отсутствует сланцеватость.

Эти факты с несомненностью указывают на отсутствие в породах рудоносной толщи следов каких-либо глубоких процессов регионального метаморфизма.

д) Разрез джезказганской рудоносной толщи в том виде, в каком он описан выше, сохраняет свое значение только для центрального рудного поля Джезказгана. За его пределами разрез рудоносной толщи претерпевает существенные изменения. Так, в направлении на север и северо-восток, запад и юго-запад в разрезе джезказганской свиты не наблюдается серых песчаников. По мнению одних геологов, серые песчаники фациально замещаются красными, по мнению других — здесь происходит стратиграфическое выпадение слоев джезказганской свиты. На месторождениях и рудопроявлениях Талдыбулак, Копкудук, Карашошак, Кипшакпай, Сарыоба и Итауз на севере, Джезды, Шилыкудук, Бесентин, Адильбексай на западе и юго-западе из горизонтов серых песчаников сохраняется, по существу, лишь один самый нижний, названный Д. Г. Сапожниковым [159] «горизонтом с каламитами», который и включает в этих месторождениях в основном все медное и свинцово-медное оруденение.

В направлении же на восток от Джезказгана, наоборот, наблюдается выпадение из разреза рудоносной толщи ее низов, относящихся к таскудукской свите.

СТРАТИГРАФИЯ РУДОНОСНОЙ ТОЛЩИ В РАЙОНЕ ДЖИЛАНДИНСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В районе Джиландинских месторождений нижняя граница джезказганской рудоносной толщи проводится по кровле самого верхнего прослоя известняков копкудукской свиты, содержащих обильную

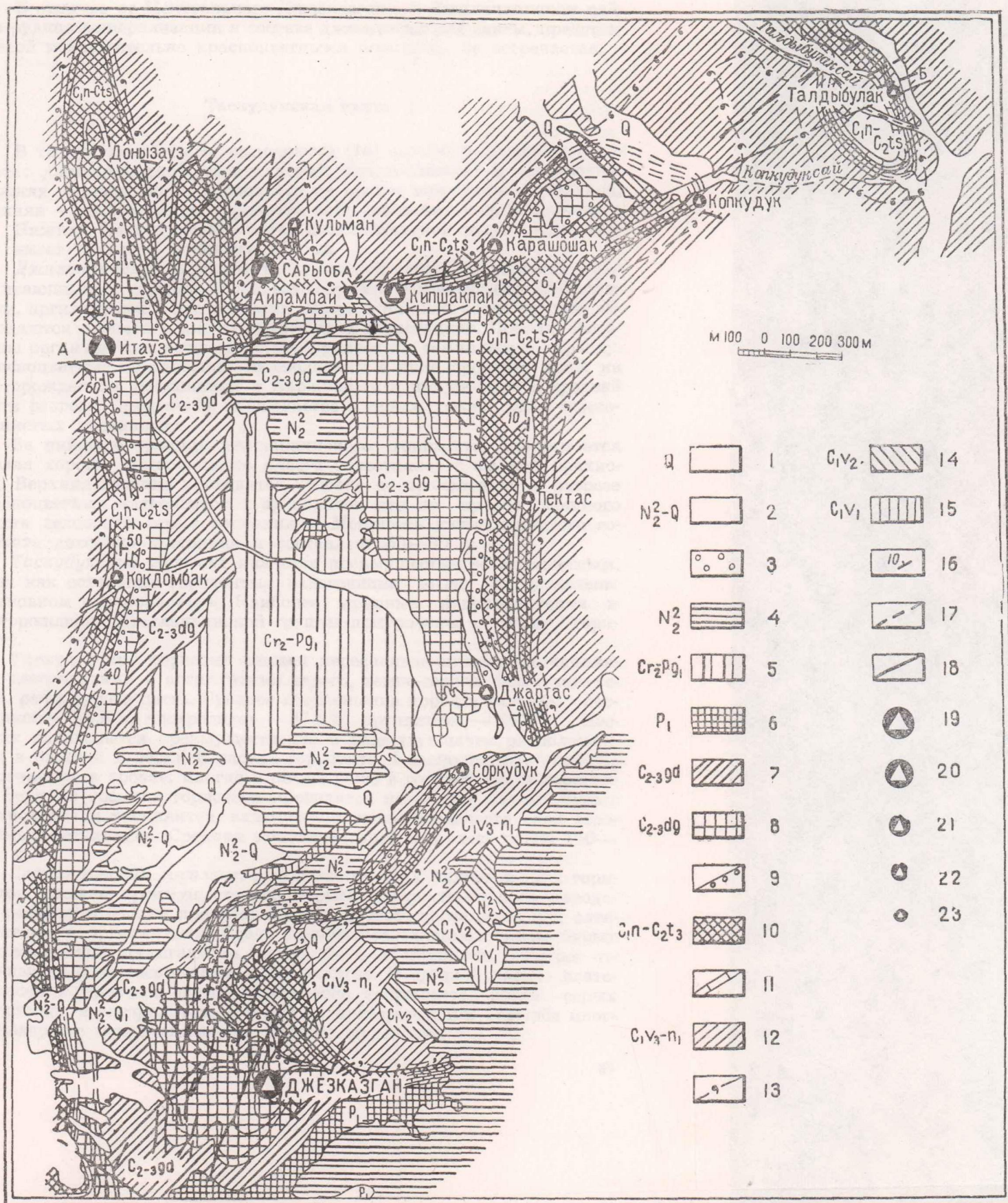


Рис. 9. Геолого-структурная карта Джезказганского рудного поля. 1 — современные отложения; 2 — галечники, суглинки; 3 — кора выветривания мезозойских отложений; 4 — глины; 5 — глины, песчанистые глины, пески, железистые конгломераты; 6 — мергели; 7 — аргиллиты, алевролиты, песчаники; 8 — косослоистые песчаники, алевролиты, аргиллиты, серые рудоносные песчаники; 9 — раймундовские конгломерат-песчаники; 10 — красно-бурые косослоистые песчаники, серые песчаники, местами рудоносные, аргиллиты, алевролиты; 11 — окремненные известняки; 12 — зеленые песчаники, известняки, алевролиты; 13 — элементы залегания пластов; 14 — зеленовато-серые песчаники, темные-серые алевролиты, аргиллиты, известняки с фауной; 15 — песчаники, алевролиты, аргиллиты, известняки с фауной; 16 — зона предполагаемых разрывных нарушений; 17 — зона достоверных разрывных нарушений; 18 — зона достоверных разрывных нарушений; 19—22 — медные месторождения различной величины; 23 — рудопроявления меди.

фауну брахиопод и пелиципод. Рудоносная толща состоит из двух свит: таскудукской и джезказганской.

В отличие от Центрального Джезказгана, в Джиландинском районе рудная минерализация в составе джезказганской свиты, представленной исключительно красноцветными породами, не встречается.

Таскудукская свита

В таскудукской свите выделяются [16] четыре рудоносных горизонта: джиландинский, таскудукский, златоустовский и покровский. Нижняя граница свиты проводится по кровле известняков с фауной, верхняя — по основанию горизонта раймундовских конгломератов.

Нижняя (таскудукская) свита джезказганской рудоносной толщи имеет среднюю мощность 575 м.

Джиландинский горизонт таскудукской свиты представлен переслаивающимися серыми, зеленовато-серыми, темно-серыми алевролитами, аргиллитами и песчаниками. Часто в нижней части разреза наблюдаются прослои и линзы темно-серых известняков. Породы обогащены органическим веществом, что придает им темно-серую окраску. Красноцветные образования наблюдаются в виде прослоев лишь на месторождениях Кипшакпай и Карашошак и приурочены к средней части разреза. Оруденение наблюдается в серых средне-, реже мелкозернистых песчаниках.

За нижнюю границу джиландинского горизонта принимается кровля хорошо выдержанного пласта известняков с фауной брахиопод. Верхняя граница проводится условно по проявлению в разрезе красноцветных алевролитов и аргиллитов или по кровле мощного пласта зеленовато-серых песчаников. Мощность джиландинского горизонта довольно постоянна и составляет 80—90 м.

Таскудукский горизонт является преимущественно сероцветным, тогда как остальные горизонты, залегающие выше, представлены в основном красноцветами. Наиболее крупные рудопроявления и месторождения Джиландинской группы приурочены к этому горизонту.

Таскудукский горизонт сложен переслаивающимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами серого, темно-серого, зеленовато-серого, реже бурого цвета. Среднее соотношение пород в разрезе: песчаников — 54,8%, алевролитов — 17,2%, аргиллитов — 26,8%. Песчаник наблюдается преимущественно в виде двух пачек, расположенных в нижней и верхней частях горизонта. Красноцветные породы встречаются в кровле, иногда в почве, реже в средней части горизонта. Верхняя граница горизонта проводится по кровле пачки бурых алевролитов и аргиллитов, залегающих выше последнего слоя сероцветных песчаников. Средняя мощность горизонта здесь равна 160—170 м.

Златоустовский горизонт, в отличие от двух нижележащих горизонтов, сложен преимущественно бурыми и красно-бурыми породами с незначительным преобладанием в разрезе песчаников над алевролитами и аргиллитами. Среди песчаников залегают линзы бурых конгломератов, достигающие иногда 6—8 м мощности, или же отдельные гальки алевролитов и аргиллитов. В средней части златоустовского горизонта почти повсеместно наблюдается пласт серых песчаников и алевролитов, которые на месторождении Сарыоба иногда содержат непромышленное медное оруденение.

Верхняя граница горизонта проходит по кровле верхнего пласта повсеместно прослеживающихся окремненных известняков мощностью 0,5—7 м, залегающих в пачке бурых алевролитов и аргиллитов. Мощность златоустовского горизонта колеблется в широких пределах — от 80 до 220 м.

Покровский горизонт сложен исключительно красноцветными песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Отмечается широкое распространение конгломератов, образующих линзы и прослои.

Верхняя граница горизонта проводится по подошве верхней джезказганской свиты, где залегают так называемые раймундовские конгломераты. Мощность покровского горизонта меняется от 115 до 257 м.

Джезказганская свита

В Джиландинском районе отложения джезказганской свиты не содержат медного оруденения и сероцветных разностей пород. В ней выделяются три горизонта (снизу вверх): раймундовский, крестовский и петровский. Мощность верхней джезказганской свиты равна в среднем 595 м.

Отложения джезказганской свиты согласно перекрываются пестроцветными, яркоокрашенными аргиллитами, алевролитами, мергелями и реже песчаниками нижней перми общей мощностью 390 м.

ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД РУДОНОСНОЙ ТОЛЩИ

В осадочном комплексе, слагающем рудоносную толщу, участвуют следующие литологические разности пород.

1. *Алевролиты*. Среди них по цвету различаются красные и зеленые (зеленовато-серые).

2. *Песчаники*, которые по окраске также делятся на серые и красные.

Кроме того, песчаники по крупности зерна могут быть разделены на тонко- и мелкозернистые, средне- и крупнозернистые.

3. *Конгломераты*, которые делятся на внутриформационные и межформационные.

4. *Известняки*, представленные иногда частично или полностью окремненными разностями. В последнем случае их в Джезказгане принято называть «роговиками».

Вот, в сущности, все разнообразие пород, которые слагают рудо-вмещающую толщу. Приведем более детальную их характеристику.

Красные алевролиты обладают сплошным, однородным и неровным, иногда полураковистым изломом. Они окрашены в коричневатого-красный цвет, при выветривании распадаются на мелкую остроугольную щебенку. Под микроскопом в отраженном свете алевролиты имеют равномерный красно-бурый цвет, и только отдельные зерна серой окраски. В проходящем свете видно, что порода представляет собой глинистую массу, сложенную частицами размером не более 0,01 мм, интенсивно окрашенную окислами железа и содержащую значительную примесь карбонатного материала. В этой глинистой массе рассеяны, а иногда содержатся в большом количестве мелкие песчаные зерна размером от 0,01 до 0,05 мм преимущественно кварца, реже полевого шпата и слюды. Из рудных иногда присутствуют мелкие зерна маршита. Основная масса породы состоит из бесцветного

чешуйчатого минерала с положительным удлинением, слабым дву-
преломлением и показателем преломления, равным 1,556. Этот ми-
нерал ближе всего подходит к галлуазиту.

Если рассматривать необесцвеченную часть породы в иммерсион-
ной жидкости, то видно, что частицы гидроокислов железа плотно
покрывают этот пластинчатый глинистый минерал. Совместно с же-
лезистыми частицами встречаются и мельчайшие кристаллики кар-
боната, а также мелкие остроугольные зерна кварца.

Красные алевролиты часто содержат мелкие известковистые вклю-
чения овальной формы размером от 3 до 6 мм. Кроме того, наблюда-
ются мелкие салатно-голубовато-белые ветвящиеся червеобразные
прожилки, состоящие из кальцита с примесью глинистого вещества.
Помимо зеленоватых известковистых включений, наблюдаются фор-
мы углубления, похожие на отпечатки микроорганизмов, покрытые
пленками кальцита.

Зеленые алевролиты встречаются среди пород, слагающих срав-
нительно редко рудовмещающую толщу. Это зеленовато-серые, иногда
яснослоистые породы. Под микроскопом видно, что зеленые алевроли-
ты состоят из тех же основных компонентов, что и красные, т. е.
из такого же глинистого чешуйчатого бесцветного минерала с разме-
рами частиц 0,01 мм и показателем преломления 1,556. Этот ми-
нерал составляет 93—98% нерастворимого остатка породы. Зеленые
алевролиты отличаются от красных только полным отсутствием в них
красящего вещества. Среди основной массы глинистого минерала
можно видеть редкие мелкие зерна кварца, иногда мельчайшие зер-
нышки кальцита, но в ней нет красных гидроокислов железа, кото-
рые так легко сорбируются глинистыми частицами.

Красные песчаники. Эти красноцветные породы отличаются от
серых и зеленовато-серых песчаников не только окраской, но и своим
гранулометрическим составом. Большинство красных пород рудонос-
ной толщи относится к группе алевролитов и пелитолитов, в то вре-
мя как среди серых пород преобладают песчаники. Между коричнева-
то-шоколадным тоном песчаников часто наблюдаются постепенные
переходы, описываемые обычно как красновато-серые или серовато-
красные породы.

Наблюдаемое под микроскопом изменение окраски выражается
в появлении обесцвеченных участков, встречающихся в красных по-
родах и в виде реликтовых остатков красной окраски в серых поро-
дах. Оттенки зависят от размера обесцвеченной площади в красных
породах и количества сохранившихся реликтов красной окраски в
серых породах. Обесцвечивание породы зависит от поведения краси-
телей — гидратов окислов железа. Процесс обесцвечивания опре-
деляется переходом окиси железа в закись. Вопрос, является ли этот
процесс сингенетическим, зависящим от изменения кислородного
режима при отложении породы, или эпигенетическим, связанным с
привносом гидротерм, еще не получил удовлетворительного объясне-
ния. Есть основание предполагать, что окраска серых песчаников
толщи вообще служит их вторичным свойством, приобретенным ими
в результате воздействия предрудных и рудных гидротермальных
растворов. О том, что серый цвет рудоносных песчаников является
вторичным, тесно связанным с дорудными процессами, свидетельст-
вует то обстоятельство, что на периферийных площадях центрально-
го рудного поля Джезказгана ослабление и исчезновение рудной ми-
нерализации, как правило, сопровождаются резким сокращением
доли участия серых пород в разрезе рудоносной толщи.

Различные оттенки красных пород находят свое выражение в полосчатости. Она часто бывает связана косой слоистостью, характерной для красных пород и очень редко встречающейся в серых породах. Косая слоистость, как правило, обусловлена тонкими глинистыми прослойками в основной массе породы, сложенной главным образом песчанистым веществом. Эти глинистые прослои быстро выклиниваются. Они располагаются под небольшим углом к напластованию породы и окрашены в темно-красные и лиловые тона, тогда как более песчанистые прослои окрашены в светлые оттенки красного или сероватого цвета. Благодаря различной расцветке отдельных прослоев песчаники с косой слоистостью приобретают полосчатую текстуру.

Следует отметить, что полосчатость, связанная с окраской породы, обусловлена не только сменой различного по гранулометрическому составу материала. В красных породах она часто возникает в результате чередования окрашенных и обесцвеченных в той или иной степени слоев, толщина которых в основном не превышает 2—3 мм.

Минералогический состав терригенной части красных песчаников разнообразен. В средне- и мелкозернистых песчаниках преобладают полевые шпаты и кварц. Средний размер зерен колеблется от 0,25 до 0,5 мм для среднезернистых и от 0,1 до 0,2 мм для мелкозернистых разновидностей. Весьма характерной особенностью большинства песчаников является разнотернистость. Так, наряду с зернами обломочного материала величиной 0,3—0,5 мм в породе встречается множество более мелких и пылевидных частиц. Обломки пород и минералов, слагающие песчаники, представлены угловато-округлыми или угловатыми зернами, причем крупные зерна окатаны лучше. Полевые шпаты состоят преимущественно из плагиоклазов, среди которых изредка встречается калиевый полевой шпат — микроклин. По количеству полевые шпаты преобладают над кварцем. Они составляют 15—20% от площади шлифа, а зерна кварца — около 12—15%. Среди кластических зерен встречаются листочки хлоритизированного биотита.

В шлифах красных песчаников трудно различимы акцессории. В них установлены те же тяжелые минералы, которые встречаются в серых песчаниках. Чаще всего присутствует циркон, размер зерен которого колеблется от 0,2 до 0,02 мм. Кроме циркония, присутствуют грязно-оливково-серый турмалин, сфен, анатаз, рутил, корунд и гранат.

В отраженном свете и полированных шлифах постоянно можно наблюдать присутствие мартита, зерна которого находятся в состоянии растворения.

В красноокрашенных песчаниках присутствуют обломки метаморфических пород и эффузивов. Среди них можно различить порфиры, порфириты, кремнистые и слюдястые сланцы, кварциты, редко — песчаники и туфы. Цементом красного песчаника служит смешанный материал. Основной частью цемента является глинистое и карбонатное вещество, окрашенное окислами железа в темно-коричневато-красный цвет. При окремнении песчаника в состав цемента входит вторичный кварц. Площадь, занятая цементом, составляет 15—20%.

Наблюдаемые в красных песчаниках вторичные процессы отражаются в основном на полевых шпатах, которые часто подвергаются вторичным изменениям. К ним относятся карбонатизация, серицитизация, альбитизация и окварцевание. Чаще всего отмечается карбо-

натизация (многие зерна полевого шпата в значительной своей части замещены карбонатом).

Окремнению подвергается полевой шпат, который постепенно выщелачивается и замещается вторичным кварцем. Иногда вторичный кварц полностью замещает карбонат, цементируя обломочный материал.

Альбит появляется в виде узкой каемки, окружающей зерна полевого шпата, и диагностируется по образованию альбитовых двойников в этой каемке.

Серые песчаники представляют собой плотную мелко- и среднезернистую породу. Они однородны и обладают неровной поверхностью раскола. Песчаники имеют зеленовато- или грязно-серые оттенки. Характерной особенностью серых песчаников является связанное с ними свинцово-медное оруденение.

По гранулометрическому составу эти песчаники можно разделить на следующие группы:

- 1) крупнозернистые песчаники с размером зерен 0,6 мм и более;
- 2) среднезернистые песчаники с размером зерен от 0,25 до 0,5 мм;
- 3) мелкозернистые песчаники с размером зерен от 0,01 до 0,25 мм.

Отдельную группу составляют серые алевролиты, размер зерен которых достигает 0,01 мм.

Несмотря на различный гранулометрический состав, серые песчаники имеют много общих свойств с красными песчаниками. К их числу прежде всего следует отнести терригенный материал песчаников.

Терригенный материал серых песчаников представляет собой обломочные зерна, сцементированные полиминеральным цементом. Серые песчаники обычно недостаточно хорошо, но лучше, чем красные, отсортированы и для них, как и для красных песчаников, характерна разномасштабность. Поэтому в песчаниках можно постоянно наблюдать отклонения от среднего гранулометрического состава как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения величины зерен.

Зерна кварца в крупнозернистых песчаниках более окатанные, чем зерна того же минерала в мелкозернистых разностях. Вообще же окатанность зерен слабая, и их следует считать полуокатанными или угловатыми. Число зерен кварца колеблется от 5 до 35 %, составляя в среднем 18—20 %. Как количество зерен кварца, так и форма их маскируются процессами вторичного окремнения, в результате которых на первичные кварцевые зерна накладывается каемка вторичного кварца. Кроме того, при сильном окремнении вторичный кварц замещает зерна полевого шпата.

Второе место по количеству в кластическом материале серых песчаников занимают зерна полевого шпата, представленные в основном плагиоклазом, реже — калиевым полевым шпатом.

Плагиоклазы принадлежат к группе альбит-олигоклаза. Калиевый полевой шпат часто представлен микроклином. Среднее количество полевого шпата в сером песчанике составляет 12—15 %. Есть основание предполагать, что в песчанике значительная часть зерен полевого шпата представлена обломками фенокристаллов из эффузивов. Поэтому полимиктовые песчаники Джезказгана на основании постоянного присутствия в них значительного количества зерен полевого шпата и кварца можно считать кварцево-полевошпатовыми, а не аркозовыми.

Цветной компонент песчаников представлен биотитом, обычно хлоритизированным, заключающим в себе зерна вторичного сфена или эпидота.

Из аксессуаров встречаются циркон, турмалин, корунд, гранат, анатаз, сфен, рутил, апатит.

Вторичные минералы представлены хлоритом, серицитом, кварцем и альбитом.

По ориентировочным подсчетам, обломочный материал составляет около 40% от общей площади шлифов. Среди обломков пород чаще всего встречаются порфиры и порфиры, кремни, слюдистые и глинистые сланцы, кварциты, обломки жильного кварца, реже песчаных известняков и туфов.

Цемент песчаников всегда полиминеральный и представляет собой в основном цемент пор. Он занимает около 15—18% всей площади шлифов. Постоянная часть цемента — вторичный кварц, главная составная часть — карбонатный материал. Кроме того, в цементе присутствуют переизмельченные зерна обломочного материала, а также серицит, хлорит и глинистое вещество.

По своему происхождению цемент является сложным. Одна часть цемента, несомненно, первична и сингенетична, другая возникла в результате вторичных изменений на стадии диагенеза. К первичному относится цемент механического заполнения пор, т. е. глинистое вещество и кальцит.

Рудными минералами замещается в первую очередь кальцитовый цемент серых песчаников.

Появление вторичного кварца в смешанном цементе песчаников является прямым следствием процесса окремнения, который широко распространен среди пород рудоносной толщи. Поэтому вторичный кварц входит то в большей, то в меньшей степени как постоянная часть смешанного цемента песчаников. Обычно кремнекислота замещает кальцит и полевошпат, отлагается по трещинкам и между зернами терригенных минералов, окаймляет зерна первичного кварца, что свидетельствует об эпигенетической природе процесса окремнения.

В некоторых пластах песчаника цемент включает серицит, проявляющийся в виде мелких чешуйчатых, зеленоватых или бесцветных кристаллов, обычно образующих узкую кайму вокруг отдельных зерен.

Следует подчеркнуть, что сильное окварцевание, альбитизация и появление серицита в цементе обычно сопровождаются признаками интенсивного тектонического воздействия на толщу песчаников. К таким признакам относятся волнистое и мозаичное погасание у зерен кварца, искривление альбитовых двойничков и слюдистых минералов, раскалывание минералов по трещинам спайности и сдвиг расколовшихся частей относительно друг друга.

Среди серых песчаников могут быть выделены зеленовато-серые тонкозернистые разности, встречающиеся в рудоносной толще сравнительно редко. По размерам частиц они приближаются, с одной стороны, к мелкозернистым песчаникам, с другой — к глинистым сланцам (так называемые алеврито-пелитолиты).

Таким образом, по гранулометрическому составу эти породы являются промежуточными между песчаниками и алевролитами. Форма зерен терригенного материала в них обычно угловатая; минеральный состав обломочной части аналогичен таковому мелкозернистых

песчаников. Цемент представляет собой смешанный материал, состоящий из глинисто-карбонатной или карбонатной массы.

Конгломераты. Серые и зеленовато-серые песчаники местами содержат включения зеленого или красного алевролита в виде небольших галек и угловатых обломков. Кроме того, в них часто встречаются темноокрашенные гальки известняка. Они представлены мелкокристаллическими, а иногда кристalloкристаллическими темноокрашенными известняками. Местами в гальке можно наблюдать небольшие участки, в которых известняк начинает перекристаллизовываться в крупнокристаллическую разность. Такие места в проходящем свете оказываются совершенно обесцвеченными. Форма галек овальная, размер их колеблется от 5 мм до 2—5 см. На поверхности галек иногда выделяются рудные зерна.

Если галек много, то вместе с округлыми и угловатыми обломками алевролитов они образуют так называемый внутриформационный конгломерат, мощность слоев которого достигает 1,5—2 м. Слои этих конгломератов не выдерживаются ни по простираанию, ни по падению. Встречаются они в верхней и нижней рудоносных свитах и часто представляют местные переходы от красных тонкозернистых пород к серым песчаникам. Цементом конгломерата является сильно известковистый песчаник.

Кроме внутриформационного конгломерата, известен другой тип конгломерата, занимающий определенное стратиграфическое положение в разрезе рудоносной толщи и относимый к межформационным образованиям. Слои таких конгломератов расположены между рудоносными свитами и фиксируют перерыв между ними. Эти конгломераты известны в Джезказгане под названием раймундовских и представлены обычно тремя слоями мощностью от 0,5 до 5 м. Размеры галек колеблются от 1 до 5—10 см. Форма их часто эллипсоидальная, с хорошей окатанностью. Иногда между гальками встречаются зерна гравия. Цементом конгломератов являются средне- и грубозернистые зеленовато-серые песчаники полимиктового состава. Соотношение между гальками и цементом в конгломерате изменчиво, вследствие чего можно наблюдать все переходы между конгломератом и песчаником, содержащим лишь отдельные редкие гальки. Состав галек разнообразен. Чаще всего они представлены окатанными обломками кварца, песчаников, кремнистых сланцев, окрашенных в темные, светло-серые и красные тона, порфиров, порфиритов, окремненных известняков или обломками плотного мелкозернистого известняка.

Кремни (известняки, частично или полностью окремненные). Кремни установлены в низах пласта красных алевролитов, образующего кровлю так называемого златоустовского рудоносного горизонта № 2 в таскудукской свите. Они залегают в виде двух сближенных пластов и имеют мощность, не превышающую 1,5 м. На выходах роговики обычно слагают положительные элементы рельефа и тянутся в виде гребней на значительное расстояние, образуя на их склонах обильную угловатую осыпь. Сложение роговиков обычно пористое, реде плотное. Цвет их от светло-серого до черного.

По материалам глубоких разведочных скважин твердо установлено, что эти породы представляют продукт позднейшего окремнения темных глинистых известняков. На глубинах 120—150 м от дневной поверхности эти известняки представлены слабоокремненными разностями. Они иногда носят убогую вкрапленность пирита, реже халькопирита, но содержание меди в них никогда не достигает промышленных кондиций.

Следует отметить исключительную выдержанность горизонта кремней как по простиранию, так и по падению, а также постоянство его стратиграфического положения. В этом отношении кремни являются надежным маркирующим горизонтом, используемым для увязки данных буровых разведочных работ в Джезказгане.

ТЕКТНИКА ЦЕНТРАЛЬНОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Джезказганская рудоносная толща на уровне современного эрозионного среза заполняет так называемую Джезказганскую синклиналь, ось которой погружается в направлении на юго-запад 200° . С ней сопряжены две антиклинальные складки — Кенгирская на востоке и Жанайская на западе. На параллели рудного поля ось Кенгирской антиклинали простирается на северо-восток 50° , а Жанайской — на северо-северо-запад 350° .

В районе рудного поля устанавливаются четыре региональных глубинных разлома:

- 1) Теректинский северо-восточного простирания, проходящий у южной границы центрального рудного поля Джезказгана;
- 2) северная ветвь Теректинского разлома широтного простирания, расположенная у южной границы северного рудного поля, включающего Джиландинскую группу месторождений;
- 3) Спасско-Улутауский меридионального простирания, который тянется вдоль восточного крыла Жанайской антиклинали через месторождения Акчий, Спасское и Итауз;
- 4) Едыгейский северо-западного простирания, находящийся юго-западнее центрального рудного поля.

На общем фоне региональных тектонических структур варисского времени на рудных участках широко развиты локальная складчатая и разрывная тектоника второго порядка, игравшая существенную роль в локализации оруденения.

Эти вторичные напряжения на параллели медного месторождения Акчий создают вторичный брахикупол, в котором породы джезказганской рудоносной толщи интенсивно послойно раздроблены и брекчированы. Эти послойные нарушения заполнены в низах жильным кварцем, а в более верхних горизонтах — жильным баритом и кальцитом.

В центральном рудном поле, приуроченном к замковой части Кенгирской антиклинали, в области ее юго-западного погружения, выделены следующие элементы локальной складчатой тектоники второго порядка.

1. *Таскудук-Покровский купол*. Ось его простирается на северо-восток $8-12^\circ$ и погружается под углом 8° по направлению на юго-запад. Купол имеет сундучный профиль и ограничивается в северо-западной и юго-восточной сторонах флексурами.

Ширина купола в сводовой части (расстояние между противоположными флексурами) увеличивается от нижних стратиграфических горизонтов рудоносной толщи к верхним и меняется от 900 до 1300 м.

Складчатый изгиб сводовой части купола несколько асимметричен. Восточное крыло от оси купола до флексуры имеет очень пологий угол падения (не более $2-3^\circ$) и затем резко переходит во флексуру. Западное крыло имеет угол падения $10-15^\circ$, а затем образует флексурный изгиб с углом падения 50° . Он назван основной Петровской флексурой. Западнее ее располагаются еще две флексуры: Петровская вторая и Петровская западная, образующие ступенчатый пере-

ход в соседнюю структуру Спасской депрессии. Из трех ступенчатых флексурных зон, расположенных на западном крыле Таскудук-Покровского купола, горными работами вскрыта и наиболее детально изучена основная Петровская флексура. Общая протяженность ее около 4500 м. Азимут простирания меняется от меридионального до северо-восточного 30° . Направление падения слоев западное и северо-западное. Максимальное смещение крыльев достигает 60 м.

Эта флексурная зона на поверхности фиксируется типичной односторонней сбросовой возвышенностью, получившей название Петровского холма, который имеет крутой западный и пологий восточный склоны. В зоне отмечаются смятие и раздробление пород в полосе шириной 15—25 м. Внутри полосы наблюдаются сильная баритизация и окварцевание пород. В окварцованных песчаниках очень часты зеркала скольжения, образованные по кварцу. Все эти особенности флексурных нарушений создают впечатление, что они имеют сбросовой характер. Однако разведочными и горно-эксплуатационными работами за последние годы установлено, что нарушения представляют резкий изгиб пород, в котором слои испытали интенсивное смятие и дробление. Положение зон флексурных нарушений, зафиксированное на геологической карте Джезказгана, не является стабильным для всех слоев рудовмещающей толщи, а последовательно перемещается для стратиграфически более нижних слоев в сторону лежащего крыла этой зоны.

Петровская вторая флексура проходит западнее основной на расстоянии около 1000 м. Протяженность ее по простиранию 9500 м. Азимут простирания на северо-восток 20° и изменяется до меридионального. Падение слоев северо-западное. Углы падения от 40 до 50° . Амплитуда перемещения крыльев равна 50—60 м.

Петровская западная флексура проходит еще западнее, на расстоянии 200—700 м от второй флексурной зоны. Она также простирается на северо-восток 20° . Протяженность ее около 3000 м. Амплитуда перемещения крыльев 30—55 м.

Таскудук-Покровский купол с востока ограничивается Златоустовской центральной флексурой, наиболее интенсивно выраженной в рудном участке Златоуст. Азимут простирания этой флексурной зоны меняется от меридионального до северо-восточного 40° . Угол падения слоев более крутой на северо-восточном участке и достигает 75 — 80° . Амплитуда смещения крыльев 100 м. Общая протяженность зоны 3300 м. На юго-западном участке флексура разветвляется на две, а затем затухает.

2. *Крестовский купол* является вторым крупным элементом локальной структуры рудного поля Центрального Джезказгана. Как и Таскудук-Покровский купол, он имеет «сундучный» профиль. Простирание оси купола северо-восточное 30° . Угол погружения оси купола меняется от 1 — 3 до 15° . Углы падения слоев в пологовой части крыльев (за пределами флексур) 5 — 8° .

Западное крыло Крестовского купола осложнено двумя нарушениями флексурного типа, из которых крайне западная флексура прослеживается вдоль всего западного крыла купола на 6500 м, имея общее простирание на северо-восток 20° . Эта флексура, названная Крестовской западной, в отличие от ранее рассмотренных флексур, затухает в северо-восточном направлении, а в юго-западном направлении амплитуда ее увеличивается. В соответствии с этим амплитуда смещения крыльев меняется от 30 м на северо-востоке до 80 м на юго-западе. Падение слоев северо-западное, угол падения 75° .

Северный участок западного крыла Крестовского купола осложнен еще одним слабовыраженным нарушением флексурного типа, которое названо Раймундовской флексурой. Она располагается параллельно Кресто-западной на расстоянии 500 м к востоку от нее и имеет простираение на северо-восток 15° . Протяженность флексуры около 1000 м. Падение слоев северо-западное; угол падения около 40° . Амплитуда смещения крыльев достигает 40 м. В обоих направлениях по простираению флексура постепенно затухает.

С восточной стороны Крестовский купол ограничивается Кресто-восточной флексурой, имеющей почти меридиональное простираение. Протяженность ее около 2000 м. Падение слоев во флексурной зоне восточное, углы падения $35-40^\circ$. Амплитуда смещения крыльев флексуры достигает 50 м.

3. *Никольско-Анненский купол* расположен на восточном участке рудного поля и выражен менее отчетливо. Ось его простирается на северо-восток (20°) и погружается на юго-запад под углом около 35° . Западное крыло купола имеет угол падения 25° . Вероятно, здесь происходит слабовыраженная флексурная зона, проявленная на поверхности серией пластовых баритовых жил.

Восточное крыло купола не имеет резких перегибов типа флексуры, а под пологими углами погружается на восток.

Перечисленные купольные структуры сопряжены небольшими синклиналильными структурами второго порядка — Беловско-Покровской и Анненской.

В промежутке между ступенчато расположенными флексурными зонами размещаются структурные элементы, названные блоками-ступенями. Морфологически они представляют сравнительно узкие полосы-уступы, вытянутые в северо-восточном направлении и имеющие слабонаклонное залегание слоев, в основном повторяющее элементы залегания пород в пологом участке замковой части купола.

Таковы основные черты складчатой структуры рудного поля Центрального Джезказгана.

В рудном поле широко развиты разрывные нарушения, которые по отношению сместителя к напластованию слоев могут быть разделены на две основные группы тектонических трещин: 1) согласных с напластованием пород и 2) секущих слоистость пород.

Согласные с напластованием пород трещины наиболее часто встречаются в пластах серых песчаников и на контактах серых песчаников с красными песчаниками — алевролитами. Они проявлены в виде послойных разрывов со смещением, ориентированным по слоистости пород, и имеют значительную протяженность, измеряемую десятками и сотнями метров при ширине от нескольких миллиметров до 0,75 м. Характерной особенностью согласных трещин является интенсивная их минерализация. Жильные минералы представлены кальцитом, кварцем, баритом, редко гипсом и целестином.

В жилах, приуроченных в большинстве случаев к рудным песчаникам, а иногда и к безрудным песчаникам и алевролитам, присутствуют рудные минералы.

Некоторые трещины имеют следы подвижек, выраженные бороздами и зеркалами скольжения. Иногда наблюдается неоднократное подновление тектонических подвижек. Это выражается в появлении на жильных и рудных минералах зеркал и штрихов скольжения, ориентированных в двух или трех направлениях. Часть согласных трещин заполнена глиной трения мощностью от 0,1 до 20 см.

Согласные трещины в зависимости от элементов залегания пластов пород имеют пологие или крутые (в зонах флексур) углы падения.

Группа секущих трещин по положению относительно к напластованию пород может быть расчленена на а) пологие с углами падения 5—45° и б) крутые с углами падения от 45 до 70—90°.

Пологие секущие трещины по отношению к напластованию пород являются диагональными. Они наклонно расположены к плоскостям напластования пород, имеют притертую поверхность стенок со следами скольжения и значительную протяженность. Диагональные трещины развиты в сводовых и замковых частях брахиантиклиналей и по своей морфологии очень близки к согласно внутрисластовым трещинам. От последних они отличаются малой амплитудой смещения стенок. Подвижки по этим трещинам подновлялись неоднократно, о чем говорят зеркала скольжения, образовавшиеся по рудным и жильным минералам.

Борозды и штрихи скольжения в большинстве случаев ориентированы в широтном направлении, перпендикулярно простиранию пород. Они иногда бывают заполнены глиной трения.

Крутые секущие трещины обычно бывают прямолинейными и имеют большую протяженность, измеряемую сотнями метров. Они пересекают пачки как серых, так и красных пород, иногда несколько смещая их по вертикали и горизонтали. В ряде случаев эти трещины сближаются и образуют зоны дробления мощностью до 4 м и более. Минерализация по крутым секущим трещинам проявлена слабо. Мало мощные трещины в основном закрытые, лишенные какой-либо минерализации. Иногда они заполнены глиной трения, реже — кальцитом, баритом и кварцем, в которых содержатся зерна рудных минералов.

В целом для крутопадающих трещин всего месторождения характерна их ориентировка в четырех главных направлениях, в виде двух пар координированных систем. Из них первая пара ориентирована в направлениях на северо-восток 50° и северо-запад 320°, а вторая пара — на северо-восток 80—100° и на северо-запад 350° и северо-восток 20°.

ТЕКТОНИКА РУДНОГО ПОЛЯ ДЖИЛАНДИНСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Месторождения Джиландинской группы в структурном отношении приурочены к южному погружению Джиландинской брахиантиклинали, ось которой ориентирована в направлении на юго-восток 200°. Они находятся в узле сопряжения брахискладчатой Северо-Теректинской субширотной зоны с Улутауской зоной смятия меридионального простирания. Участок южного погружения Джиландинской антиклинали интенсивно осложнен складчатыми структурами второго и более мелких порядков субмеридионального простирания, осложненных, в свою очередь, продольными зонами смятия типа сбросов и флексур. В целом структуры месторождений Джиландинской группы характеризуются сложным тектоническим строением, особенно в рудных полях наиболее крупных месторождений этого района (Сарыоба и Итауз). Среди структур второго порядка в районе выделены девять антиклинальных и синклиналиных структур коробчатого строения и одиннадцать меридиональных флексур, осложненных продольными, диагональными и иногда поперечными сбросами. Крылья этих коробчатых складок погружаются на запад или восток под углами 70—80°. Оси складок полого наклонены на юг под углами 10—15°.

В районе широко проявлены разрывные нарушения. Обычно это широтные, реже меридиональные сбросы, осложняющие крылья складок. Наиболее крупным разрывным нарушением является субширотный сбросо-сдвиг глубокого заложения, известный под названием Северо-Теректинского глубинного разлома, с развитием которого и связано формирование Джиландинской антиклинальной структуры. Этот разлом служит южной границей Сарысу-Тенизских блоковых поднятий запад-северо-западного простирания. Северо-Теректинский разлом имеет амплитуду горизонтального перемещения крыльев до 500 м и прослеживается в полосе расположения месторождений Сарыоба, Айрамбай, Кипшакпай, Карашошак, Талдыбулак. На западе разлом сочленяется с меридиональной Улутауской зоной смятия.

Другим наиболее крупным разрывным нарушением является Сарыобинский взбросо-сдвиг. Этот разлом прослеживается в северо-восточном направлении под углами $20-25^\circ$ в центральной части месторождения Сарыоба и на расстоянии более 10 км представляет собой зону интенсивного дробления пород шириной 300—400 м. По своей природе Сарыобинский разлом служит восточной ветвью Улутауского разлома.

Сопоставление геолого-структурных особенностей рудных полей Джиландинского района показывает, что наибольшие тектонические напряжения испытывали участки месторождений Сарыоба и Итауз, заключающие в себе основные запасы руд месторождений Джиландинской группы. Эти участки представляют своеобразные тектонические узлы сопряжения крупных субширотных и субмеридиональных структур, благоприятные для циркуляции металлоносных растворов. Месторождение Итауз находится в Улутауской зоне смятия, в опрокинутом блоке пород карбона, ограниченном со всех сторон крупными разрывными нарушениями. Падение пород здесь западное под углами $70-80^\circ$ при общем погружении структур на восток.

Сарыобинское месторождение приурочено к узлу сочленения широтных и меридиональных структур. По Сарыобинскому разлому породы испытывают смещение на 3 км в плане и на 2 км в разрезе. На территории Джиландинского района дизъюнктивные нарушения и зоны дробления более мелкого порядка, сопряженные с описанными выше координированными крупными разрывами глубокого заложения, развиты довольно широко. Амплитуда смещения пород по этим нарушениям не превышает 70—100 м по вертикали и 200 м по горизонтали. Кроме того, широко проявлены послойные разрывы со смещениями, сопровождаемые образованием обесцвеченных милонитизированных зон.

Вдоль зон разрывных нарушений, как правило, развиты брекчии из обломков вмещающих пород. Последние местами цементируются жильным кварцем, кальцитом и баритом с вкрапленностью рудных минералов.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ РУДНЫХ ТЕЛ

Промышленные концентрации меди и свинца в районе Джекказгана установлены пока только в породах джекказганской рудоносной толщи, хотя проявления медно-свинцового оруденения отмечены здесь в породах различного возраста.

Однако известно, что породы джекказганской рудоносной толщи включают промышленное медно-свинцовое оруденение не на всю

мощность и далеко не на всей площади своего развития, а являются рудоносными лишь на отдельных узколокальных участках.

То же самое относится и к слоям серых мелко- и среднезернистых полимиктовых песчаников в разрезе джезказганской рудоносной толщи, являющихся основными носителями медно-свинцового оруденения.

Характерной особенностью месторождения является многоярусность оруденения. В нем выделено двадцать шесть слоев серых полимиктовых песчаников, объединенных в десять стратиграфических рудоносных горизонтов, к которым приурочено медно-свинцовое оруденение.

По отношению к региональным структурам установлены следующие основные закономерности пространственного размещения рудной минерализации.

1. Оруденение в Джезказгане отчетливо тяготеет к антиклинальным складкам первого порядка. Центральное рудное поле Джезказгана приурочено к замковой части Кенгирской антиклинали в области ее юго-западного погружения.

Промышленная минерализация каждого стратиграфического рудоносного горизонта локализуется в отчетливо выраженных дугообразных зонах, протягивающихся непрерывно или цепью разрозненных рудных тел на несколько (до десятка) километров по простиранию и огибающих замкнутую часть Кенгирской антиклинали. Ширина рудоносных зон варьирует от 0,4 до 1 км. Эта важная закономерность локализации оруденения, установленная в Джезказгане, характерна и для медного месторождения Джиландинской группы Сарыоба, где оруденение также приурочено к области юго-юго-западного погружения сложного Джиландинского поднятия. Все остальные известные месторождения и рудопоявления Джезказганского рудного поля, как правило, приурочены к крыльям антиклинальных складок, и с глубиной минерализация в них обычно рассеивается.

2. Положение центрального рудного поля Джезказгана отчетливо контролируется региональными разломами. Оно расположено в узле пересечения Теректинского (северо-восточного простирания), Едыгейского (северо-западного простирания) и Спасско-Улутауского (меридионального простирания) разломов.

Северное (Джиландинское) рудное поле (месторождения Кипшакпай, Сарыоба, Итауз) контролируется северной ветвью Теректинского разлома широтного простирания и Спасско-Улутауским региональным разломом меридионального простирания.

По отношению к элементам локальной складчатой и разрывной тектоники установлены следующие закономерности размещения рудной минерализации.

1. В трех нижних рудоносных горизонтах центрального рудного поля промышленная минерализация приурочена ко всем элементам локальной складчатой структуры рудного поля, включая и синклинальные прогибы второго порядка, хотя и здесь не менее 70% всех запасов медно-свинцовых руд приурочены к куполам.

В остальных же семи рудоносных горизонтах в большей степени локализаторами промышленного оруденения являются брахиантиклинальные структуры и частично флексурные зоны на их крыльях.

2. Рудная минерализация в плане проявляется в виде отчетливо выраженных дугообразных зон (поясов), обращенных своей выпуклой частью на юго-запад, т. е. в сторону общего погружения структуры,

а вогнутой — на северо-восток, т. е. в сторону ядра Кенгирской антиклинали.

3. Дугообразные рудные пояса двух нижних рудоносных горизонтов в плане ориентированы так, что они под разными углами секут локальные вторичные структуры рудного поля и протягиваются без перерыва из области купольных в пределы синклинальных прогибов, причем контуры рудных тел в плане не повторяют складчатую структуру и топографию пласта рудовмещающих пород. Этот факт убедительно доказывает то, что локальная вторичная складчатость рудного поля Центрального Джезказгана дорудного происхождения и что оруденение эпигенетично. Оно наложено на уже существовавшие структуры рудного поля.

4. Вертикальный диапазон локализации промышленной рудной минерализации для отдельных рудоносных горизонтов колеблется от 330 до 420 м. Основная масса выявленных к настоящему времени запасов меди и свинца в центральном рудном поле размещается в интервале глубин, ограниченных абсолютными отметками — 250 и +450 м, т. е. имеет предельную мощность вертикального распространения около 700 м.

Рудные пояса, приуроченные к разным стратиграфическим горизонтам, образуют кулисообразно заходящие друг за друга контуры, что является результатом перемещения минерализации по мере продвижения в направлении общего погружения структуры во все более высокие рудоносные горизонты. Этот факт, вероятно, обусловлен влиянием определенного и постоянного для данной структуры термодинамического уровня (вертикального размаха) минерализации, в котором могут быть рудоносными все типы и элементы тектонических структур.

5. Собранный фактический материал позволяет выделить в Джезказгане три этапа формирования разрывных структур: дорудный, внутрирудный и послерудный.

6. К дорудному этапу относятся разрывные нарушения и трещины, сопряженные с формированием Кенгирской антиклинали первого порядка, а также пластовые нарушения, вызванные повторной складчатостью. Они проявлены в виде пластовых, диагональных и секущих крутых трещин, ориентированных по азимуту — 50° , 320° и частично 20° .

Дорудный возраст этих разрывных нарушений доказывается следующими фактами:

а) они нередко проявляют себя как своего рода барьеры, ограничивающие или перекрывающие промышленную минерализацию либо резко изменяющие морфологию рудных тел; «экраном» для оруденения служила часть согласных диагональных и крутопадающих нарушений, выполненных глиной трения;

б) приуроченностью рудных тел к зонам пластовых и диагональных разрывов и обогащением зальбандов;

в) тем, что рудные тела, контролируемые секущими нарушениями, располагаются под разными углами к напластованию пород;

г) тем, что рудные тела секут и накладываются на смещенные слои песчаников и конгломератов без нарушения сплошности оруденения;

д) тем, что рудные тела, залегающие согласно с напластованием пород, приурочиваются или к почве, или к средней части, или же к кровле рудоносного горизонта в зависимости от места проявления внутрипластовых разрывов;

е) тем, что цементом брекчий разрывных нарушений служат сульфиды меди и свинца.

7. Внутрирудная тектоника в Джекказгане проявилась в возникновении и развитии складок второго порядка и связанных с их образованием трещин. Развитие трещин происходило при нескольких измененном (на 30°) направлении тектонических усилий, что приводило к приоткрыванию трещин, заложенных в предрудном этапе. Трещины внутрирудного этапа испытывали длительное развитие. Внутрирудная тектоника имела пульсирующий характер, и поэтому рудный процесс прерывался во времени.

8. Послерудная тектоника способствовала дальнейшему развитию флексурных зон, образованию надвиго-сдвиговых и сбросо-сдвиговых нарушений, интенсивно проявленных на участках флексурных перегибов слоев и на крыльях складок. Они имеют пологие углы падения (от $10-15$ до $20-30^\circ$), выдержанные простирания и смещают рудные тела с амплитудой до 20 м.

9. В месторождениях Джиландинской группы оруденение также приурочено к пластам серых песчаников таскудукского и джиландинского горизонтов, относящихся к низам джекказганской свиты и верхам визе-намюрских отложений.

Горизонты, расположенные стратиграфически выше таскудукского, практически не содержат слоев сероцветных пород и представлены почти полностью красноцветными фациями. В них промышленное оруденение не установлено. Промышленная минерализация здесь приурочена к пластам серых песчаников, конгломератов и реже алевролитов. В отдельных рудовмещающих горизонтах устанавливается от одной до шести рудных пачек или рудных залежей, разделенных между собой безрудными слоями мощностью от 3 до 30 м. Безрудные слои представлены преимущественно пластичными алевролитами и мелкозернистыми песчаниками. В разрезе джиландинского горизонта разведочными работами установлено пять, а в разрезе таскудукского шесть рудных залежей. Сероцветные и темноцветные слои минерализованы не по всей мощности и площади своего распространения, хотя они и характеризуются постоянством литолого-фациального состава. Оруденение в них локализуется в виде пластообразных залежей, приуроченных к благоприятным структурам в местах развития внутрипластовых и межпластовых разрывов и зон повышенной трещиноватости. На всех месторождениях оруденелые породы отличаются от безрудных повышенной трещиноватостью, обусловившей в джиландинских месторождениях широкое распространение мелкопрожилкового типа оруденения.

Рудные тела в плане имеют плащеобразную, изометричную и ленточную формы, которые зависят от характера проявления складчатой и разрывной тектоники.

Крупные плащеобразные залежи непрерывно прослеживаются на большие расстояния. Они обычно приурочены к различным элементам складчатой структуры высоких порядков, включая антиклинали и синклинали. Однако наибольшая концентрация металла и наибольшая мощность рудных тел наблюдаются в купольных частях пологих антиклиналей, либо на крыльях складок и флексурных зон. При этом подавляющее большинство залежей ориентировано своей длинной осью в направлении погружения вмещающих пород и складчатых структур. Эти крупные и выдержанные рудные тела приурочены, как правило, к средней части разреза рудоносного горизонта.

Небольшие по размерам рудные тела имеют форму, близкую к

изометричной и ленточной. Она определяется приуроченностью их к куполам мелких брахиантиклиналей и флексурным зонам. На глубинную оруденение распространяется до 700 м и больше. Рудные тела частично пересекают рудовмещающий пласт от подошвы к кровле и реже залегают согласно с напластованием пород.

По характеру минерализации месторождения Джиландинской группы ничем не отличаются от генетически однотипного Джезказганского месторождения. Рудная минерализация на обоих участках представлена вкрапленностью сульфидов, метасоматически замещающих цемент песчаников и заполняющих открытые трещины и полости в виде прожилков.

10. Джиландинское месторождение отличается от Джезказганского некоторыми специфическими особенностями литологического состава вмещающих пород и локализации оруденения, а именно: а) сравнительно малыми размерами рудных зерен вкрапленного оруденения; б) широким развитием оруденения мелкопрожилкового типа; в) значительно меньшим масштабом оруденения; г) наличием в серых песчаниках и алевролитах большого количества органического вещества, характеризующегося весьма неравномерным распределением.

Продуктивный горизонт включает два-четыре прослоя среднезернистых темно-серых песчаников с большим количеством органических остатков и каламитов, за счет присутствия которых породы приобретают темно-серый, а местами черный цвет.

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В РУДОНОСНОЙ ТОЛЩЕ

Органическое вещество, содержащееся в породах рудоносной толщи, по своему происхождению делится на два различных типа.

Первый тип органических остатков встречается в полосчатых темно-серых тонкозернистых песчаниках и обнаруживается только под микроскопом на участках гнездообразных выделений пирита и по характеру внутреннего строения относится к микроорганизмам. Четко различаются два вида микроорганизмов: а) с ячеистым внутренним строением и б) с радиально расположенными перегородками. При большом увеличении устанавливается, что они образуют колонии, или скопления, из мельчайших индивидов округлой формы размером в тысячные, реже в сотые доли миллиметра.

Ячейки или перегородки микроорганизмов, как правило, замещены или часто цементируются более поздним по возрасту борнитом или халькопиритом. Ввиду исключительно редкого их распространения в локализации оруденения они существенного значения не имеют.

Второй тип органических остатков распространен более значительно и встречается во всех разновидностях вмещающих пород. Он представлен обломками обуглившихся растительных остатков. Установлено, что углистое вещество представлено компонентами гумусовых углей и состоит из гелифицированных и фюзенизированных остатков высших растений. Гелифицированное вещество отвечает витреону или кsilовитреону, имеет черный цвет, стеклянный блеск и однородное строение с мелкокорковатым изломом. Фюзенизированные остатки характеризуются шелковисто-матовым блеском, серовато-черным цветом, относительно большой плотностью и клетчатым строением.

Углистое вещество присутствует в виде крупных обломков лигнитизированной древесины, каламитов, линз, слегка окатанных галек и аттрита.

Судя по физическим и оптическим свойствам углистых включений, степень их углефикации неодинакова: большая часть обломков каламитов находится в стадии лигнитов, а линзы витрена и аттрита соответствуют марке тощих углей. Угольные гальки занимают между ними промежуточное положение и относятся к первичножирным, коксовым или тощим углям. Гелифицированные компоненты изотропны или анизотропны, имеют показатель преломления 1,86—2,04. Ю. И. Жемчужников и А. И. Гинзбург указывают, что такие угли могли образоваться при температуре 300—350°, тогда как лигнитизация древесины происходит при температуре 180°.

Условия отложения углистого вещества, зависимость распространения его от состава вмещающих пород, а также степень углефикации последних указывают на различную обстановку его образования. Основная масса углистого вещества, несомненно, имеет аллохтонное происхождение, о чем убедительно свидетельствуют окатанность галек угля, отсутствие крупных микроскопически видимых остатков фюзена и раздробленность до дисперсного состояния как фюзена, так и витрена.

Детальное микроскопическое изучение показало [5], что вследствие довольно высокой степени углефикации растительных включений адсорбционная способность их к осаждению полезных компонентов (металлов) сводится к нулю. Поэтому приуроченность богатого оруденения к участкам, обогащенным органикой, что иногда бывает в действительности,— явление чисто случайное и не может генетически связываться с углистым веществом. Часто богатое сульфидное оруденение можно наблюдать и на участках полного отсутствия углистых остатков, и, наоборот, в местах значительного скопления последних нередко полностью отсутствует оруденение или содержится крайне бедная минерализация.

В Джезказгане главную роль в локализации оруденения играют благоприятные (в отношении возможности замещения) химические свойства вмещающих пород при обязательном наличии рудоподводящих тектонических нарушений или достаточной пористости.

В местах скопления углистого вещества рудные минералы в первую очередь замещают карбонатный цемент песчаников или жильные минералы, внедрившиеся вдоль ослабленных зон в контакте их с вмещающей породой. В этом случае в углистое вещество минералообразующие растворы проникают лишь по трещинкам, а выпадающие из них рудные минералы замещают жильный минерал. Очень часто в породах с вкрапленным оруденением встречаются малоокатанные обломки аттрита или линзы витрена, не несущие рудных компонентов. В этом случае в поле зрения микроскопа нередко можно наблюдать прожилки борнита, халькозина и халькопирита, секущие в разном направлении послойные отложения витрена. В местах пересечения прожилков с витреном при этом не заметно увеличения концентрации сульфидов, что можно было бы наблюдать при сохранении адсорбционной способности углистых остатков. Как правило, сульфиды проникают в углистое вещество лишь через послойные трещины.

Фюзенизированные остатки углистого вещества с клеточным строением при локализации сульфидного оруденения ведут себя аналогично витрену. В результате внедрения рудоносных растворов

сульфиды откладываются в отдельных клеточных полостях, замещая ранее отложенный в них материал.

Таким образом, по отношению к углистым остаткам, а следовательно, и к вмещающим породам оруденение на месторождениях Джиландинской группы является вторичным, т. е. наложенным.

МОРФОЛОГИЯ И РАЗМЕРЫ РУДНЫХ ТЕЛ ЦЕНТРАЛЬНОГО ДЖЕЗКАЗГАНА

Рудная минерализация на Джекказгане установлена в 11-ти рудоносных горизонтах, из которых самый нижний, приуроченный к песчано-алевролитовым отложениям визе — намюра, и второй снизу горизонт № 1 (таскудукский) несут промышленное (с балансовыми запасами) оруденение преимущественно в пределах Джиландинской группы месторождений. Самый верхний рудоносный горизонт, названный спасским, переходный к джиделисайской свите и приуроченный к ее низам, выделен в самое последнее время на западных площадях Центрального Джезказгана. Этот горизонт характеризуется весьма убогой минерализацией, дающей на разведанных площадях только забалансовые руды.

Таким образом, в Центральном Джезказгане промышленное (с балансовыми запасами) оруденение установлено в девяти рудоносных горизонтах собственно джекказганской рудоносной толщи, каждый из которых расчленяется на две и более рудных пачек.

Раньше рудные пачки каждого рудоносного горизонта обычно рассматривались в «прессованном» виде, и запасы их в одном рудном горизонте учитывались суммарно. Теперь запасы рудных пачек, за весьма редким исключением, учитываются раздельно. Рудных пачек в девяти основных рудоносных горизонтах Центрального Джезказгана насчитывается 26.

Как уже указывалось, центральное рудное поле Джезказгана расчленено на шесть различных в структурном отношении рудных участков, в которых рудным залежам присвоено название того участка, в котором они распространены, но с добавлением номера соответствующего рудоносного горизонта и номера рудной пачки. Последние пронумерованы снизу вверх римскими цифрами (например, залежь Златоуст-2-й).

Таким образом, в рудных участках каждая рудная пачка образует, как правило, одну залежь, которая характеризуется значительными размерами, чередованием участков балансовых и забалансовых руд, пластообразной (иногда лентообразной) формой, вытянутой в нижних рудоносных горизонтах обычно в северо-западном направлении, а в верхних — в северо-восточном направлении.

Некоторые крупные рудные залежи простираются на два и даже три участка. В таких случаях по границам участков они условно подразделяются на две или три залежи. Нередко в периферийных частях залежь становится маловыдержанной в плане и разбивается на ряд мелких участков, которые не имеют своего особого названия, а рассматриваются как часть основной залежи, поэтому запасы их учитываются вместе с запасами последней. Общее количество рудных залежей в девяти основных рудоносных горизонтах Центрального Джезказгана с учетом залежей, дающих только забалансовые руды, равно 111.

Если рассматривать залежи лишь в контуре балансовых руд, то они обычно состоят из нескольких (иногда из нескольких десятков)

обособленных в плане рудных тел, имеющих разные размеры и различную форму. Запасы каждого из этих рудных тел обычно отдельно не выделяются, хотя в случае необходимости их легко определить.

Общее количество таких рудных тел в девяти основных рудоносных горизонтах джезказганской рудоносной толщи Центрального Джезказгана равно 361.

Приведем данные о распределении рудных тел по рудоносным горизонтам месторождения и о некоторых их общих характерных особенностях.

Рудоносный горизонт № 1 (таскудукский) приурочен к низам таскудукской свиты и включает четыре слоя серых песчаников. Рудную минерализацию содержит верхний слой Т-7. В нем установлены две рудные пачки. Балансовые руды выявлены только на участке Златоуст (залежи 1-I и 1-II). Нижняя рудная пачка образует здесь одно рудное тело с балансовыми запасами. Оно имеет плащеобразную форму и в плане занимает площадь 6000 м (рис. 10).

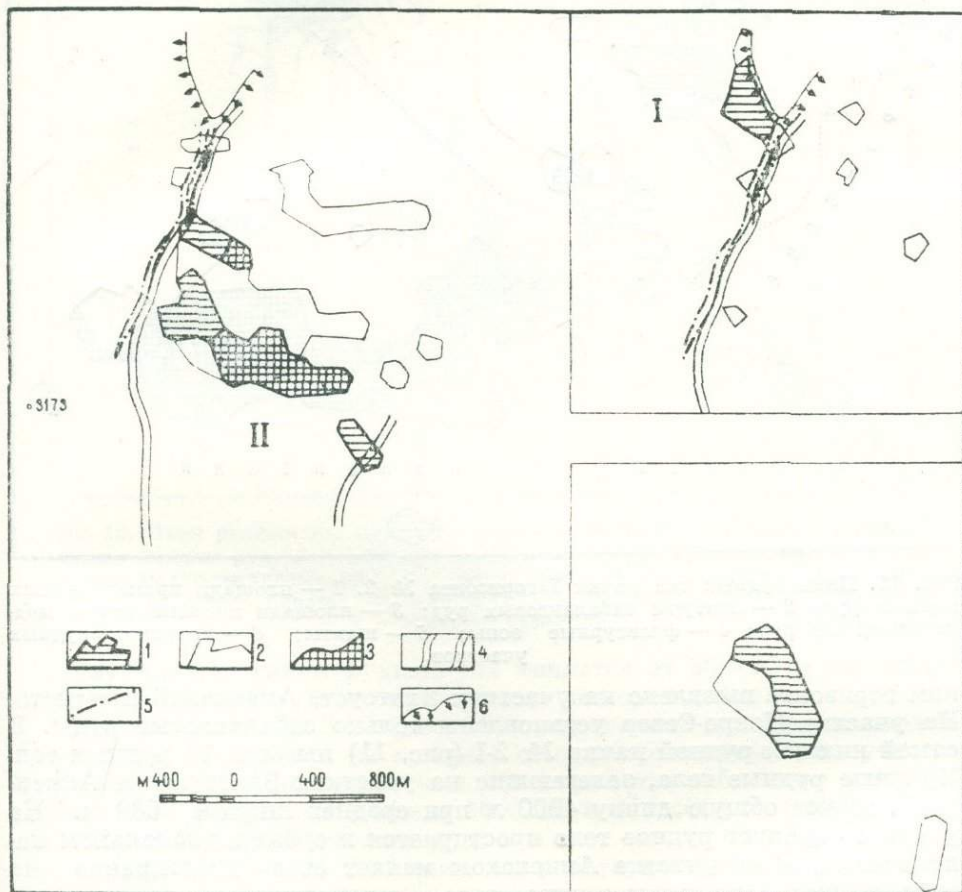


Рис. 10. План рудных тел пачек I и II горизонта № 1. 1 — площади промышленных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — разрывные нарушения; 6 — выход на поверхность рудоносного пласта.

Вторая (верхняя) рудная пачка имеет три пластообразных рудных тела размером 600×300, 400×140 и 300×120 м. Все они имеют овальную форму, вытянутую в северо-западном направлении.

Рудоносный горизонт № 2 (златоустовский) приурочен к средней части таскудукской свиты. Рудные залежи в вертикальном разрезе рудоносного горизонта приурочены к трем слоям серых песчаников (Т-9, Т-11 и Т-13) и включают пять рудных пачек, так как слои Т-9 и Т-13 содержат по две рудные пачки, разделенные четырехметровым слоем безрудных песчаников. Промышленное* оруденение в рудонос-

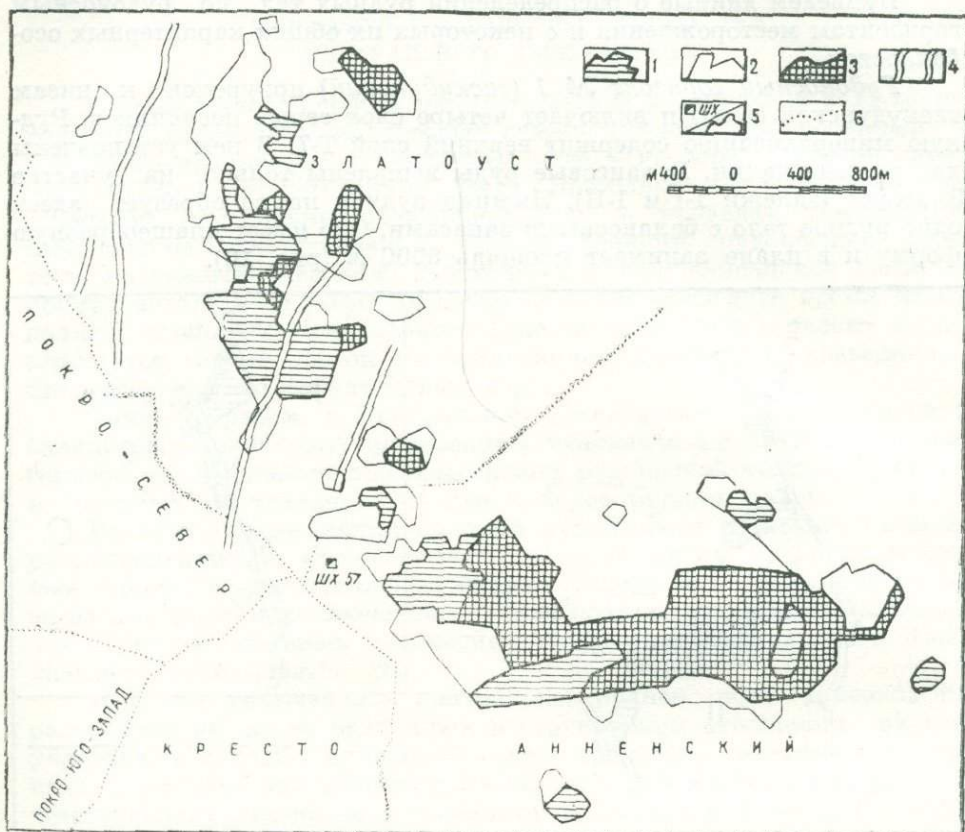


Рис. 11. План рудных тел пачки I горизонта № 2. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-цинковых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — шахты; 6 — границы рудных участков.

ном горизонте выявлено на участках Златоуст, Анненский и Крестовский. На участке Покро-Север установлены только забалансовые руды. В самой нижней рудной пачке № 2-I (рис. 11) имеется 10 рудных тел. Крупные рудные тела, залегающие на участках Златоуст и Анненский, имеют общую длину 4000 м при средней ширине 600 м. На участке Златоуст рудное тело простирается в субмеридиональном направлении, а на участке Анненском меняет свое простирание на субширотное. Остальные рудные тела, установленные двумя-тремя скважинами, неправильной формы, с извилистыми очертаниями контуров, размером не более 400×150 м.

В рудной пачке № 2-II (рис. 12) выявлено девять обособленных рудных тел, которые располагаются цепочкой, вытянутой в северо-западном направлении. Они размещаются на участках Златоуст и

* Здесь и везде далее под промышленным оруденением следует понимать тела с балансовыми запасами руд.

Анненский. Три рудных тела имеют значительные размеры. Длина их 600, 1200 и 400 м при средней ширине 500—800 м. Самое крупное рудное тело на северо-западном и юго-восточном флангах сливается с нижней пачкой, образуя единое мощное рудное тело. В плане оно делится условной границей на два участка — Златоуст-2-II и Анненский-2-II.

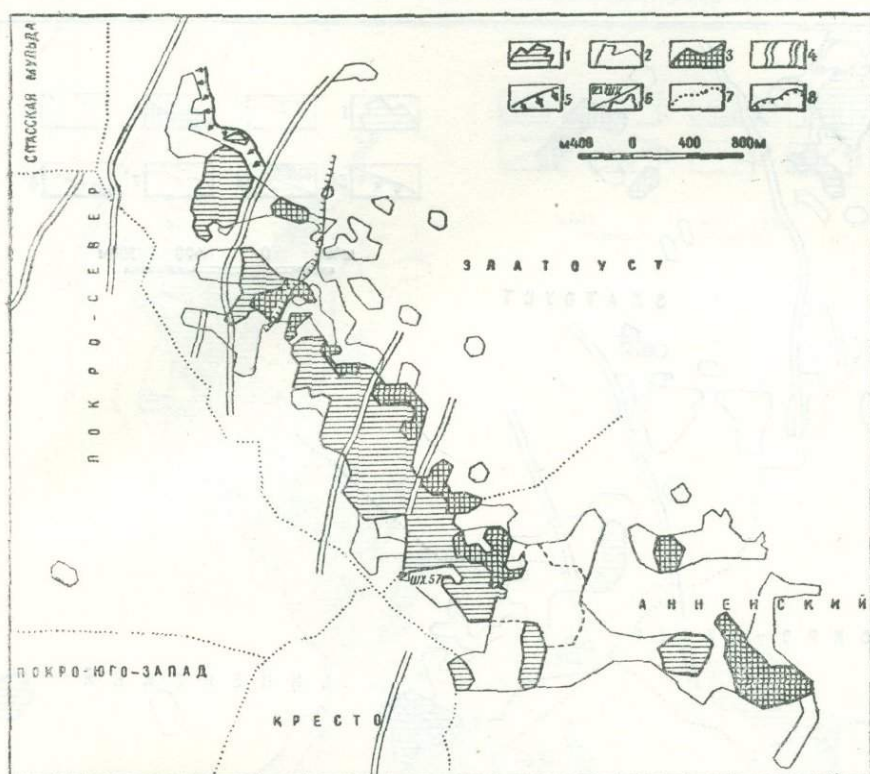


Рис. 12. План рудных тел пачки II горизонта № 2. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — выход на поверхность рудоносного пласта; 6 — шахты; 7 — границы рудных участков; 8 — границы карьеров.

Глубина залегания рудных тел меняется от 30—40 м на северо-западе до 320—350 м на юго-востоке месторождения.

Рудная пачка № 2-III (рис. 13) представлена десятью обособленными рудными телами, из которых семь расположены на участке Златоуст, а три — на Анненском. По форме это небольшие плащеобразные тела размерами в плане 50×150 и 350×500 м. Они разобщены участками забалансовых руд.

В рудной пачке № 2-IV (рис. 14) участвуют три небольших и четыре значительных по размерам рудных тела, три из которых образуют рудную полосу дугообразной формы с общим простиранием от северо-западного до широтного. Размер в плане крайнего северо-западного рудного тела 400×600 м, среднего — 1200×1400 м, крайнего юго-восточного — 900×400 м. Форма всех этих рудных тел близка к пластообразной. Залегание на глубине от 0 до 350 м.

Рудная пачка № 2-V (рис. 15) образует два рудных тела. Одно из них, расположенное на Златоустовском участке, имеет в плане раз-

мер 2500×1700 м. Форма тела пластообразная. В центральной части оно сливается с рудным телом пачки № 2-IV, образуя вместе с ним единый мощный рудный пласт. Характерная особенность этого рудного тела состоит в том, что западная половина его представлена чисто медными рудами, а восточная — комплексными (медно-свинцовыми) и чисто свинцовыми рудами.

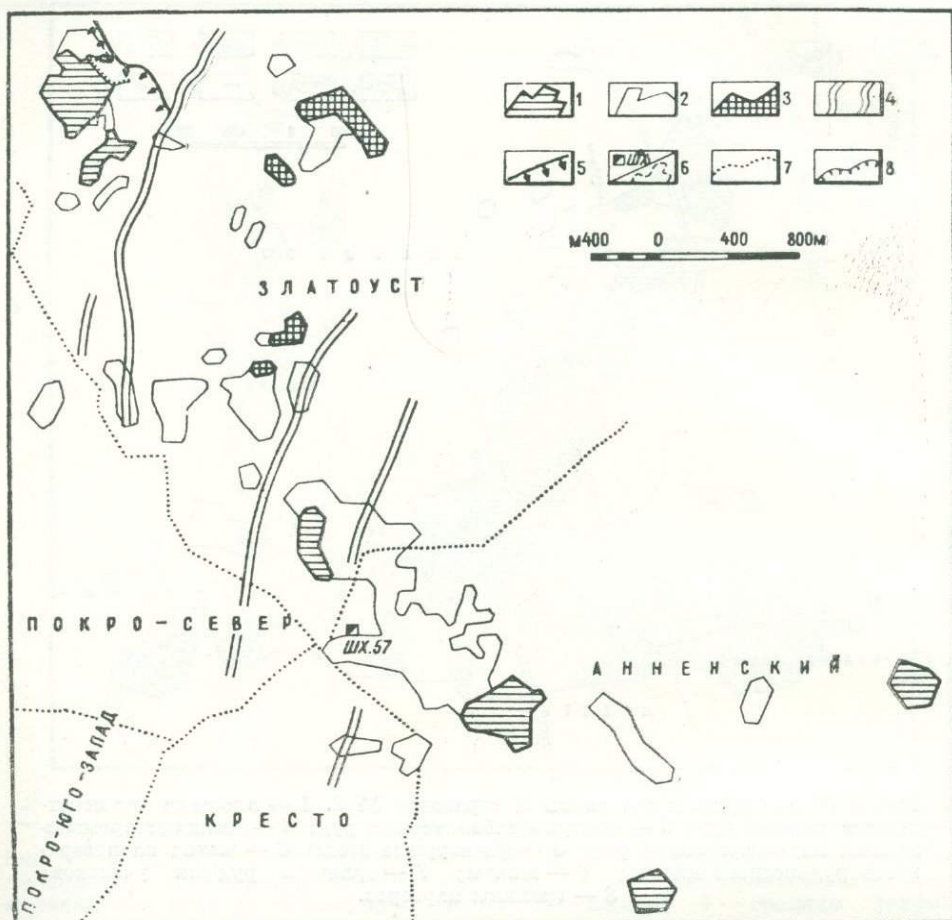


Рис. 13. План рудных тел пачки III горизонта № 2. 1 — площади запасов медных руд; 2 — контур забалансовых руд; 3 — площади медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — выход на поверхность рудоносного пласта; 6 — шахты; 7 — границы рудных участков; 8 — границы карьеров.

Рудоносный горизонт № 3 (покровский) приурочен к верхам таскудукской свиты. Промышленное его оруденение локализуется в одном слое серых песчаников Т-15, содержащим в разрезе до трех рудных пачек. Балансовое оруденение установлено на всех участках, за исключением участка Покро-ЮЗ.

Рудная пачка № 3-I (рис. 16) состоит из шести обособленных в плане рудных тел, из которых одно расположено на участках Покро-Север и Кресто и потому делится (по условной границе этих участков) на две части с отнесением к соответствующим участкам. Остальные пять небольших тел размещаются на Анненском участке. Основное рудное тело имеет лентообразную форму. Оно ориентирова-

но длинной стороной в северо-западном направлении и протягивается на расстояние 4300 м при изменчивой ширине от 150 до 700 м. В северо-западной части оно в разрезе сливается с рудной пачкой № 3-II, образуя вместе с ней одно мощное рудное тело. На Анненском участке оруденение в пачке № 3-I разбивается на несколько изолированных участков, вытянутых цепочкой в широтном направлении. Раз-

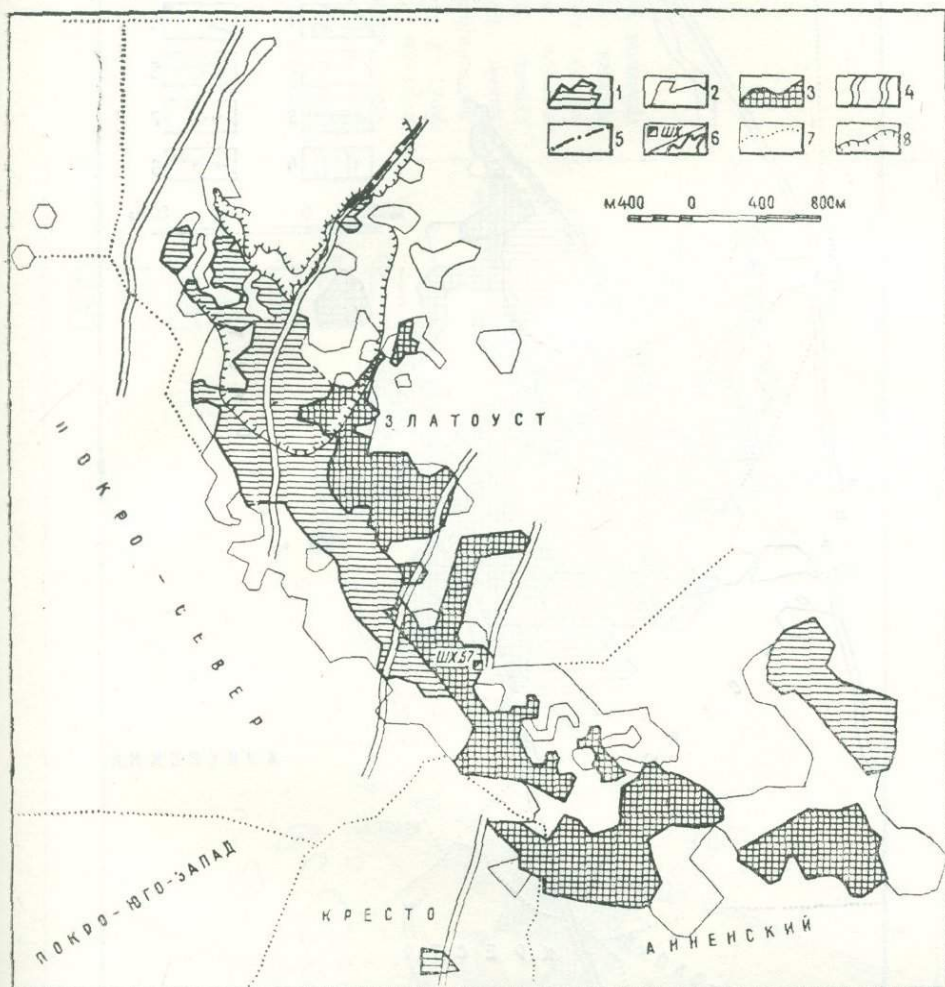


Рис. 14. План рудных тел пачки IV горизонта № 2. 1 — площади промышленных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — разрывные нарушения; 6 — шахты; 7 — границы рудных участков; 8 — границы карьеров.

меры рудных тел в плане от 200×250 до 300×450 м. Глубина залегания 170 м на северо-западе и 250 м на юго-востоке. Состав руд в основном медный. Доля участия комплексных и свинцовых руд несколько увеличивается по мере движения на юго-восток.

Рудная пачка № 3-II (рис. 17) образует 16 рудных тел размерами от 100×200 до 1300×300 м. По форме это пластообразные изометричные тела с извилистыми очертаниями контуров. Они расположены на участках Покро, Кресто, Анненский и Спасский. На участке Покро-Север они в разрезе частично сливаются с рудными телами пачки № 3-I.

Рудная пачка № 3-III (рис. 18) состоит из двух рудных тел, одно из которых длиной 4600 м и шириной 200—700 м залегает на участках Покро-Север и Кресто, протягиваясь в северо-западном направлении. Второе рудное тело размером 150×300 м расположено на Златоустовском участке.

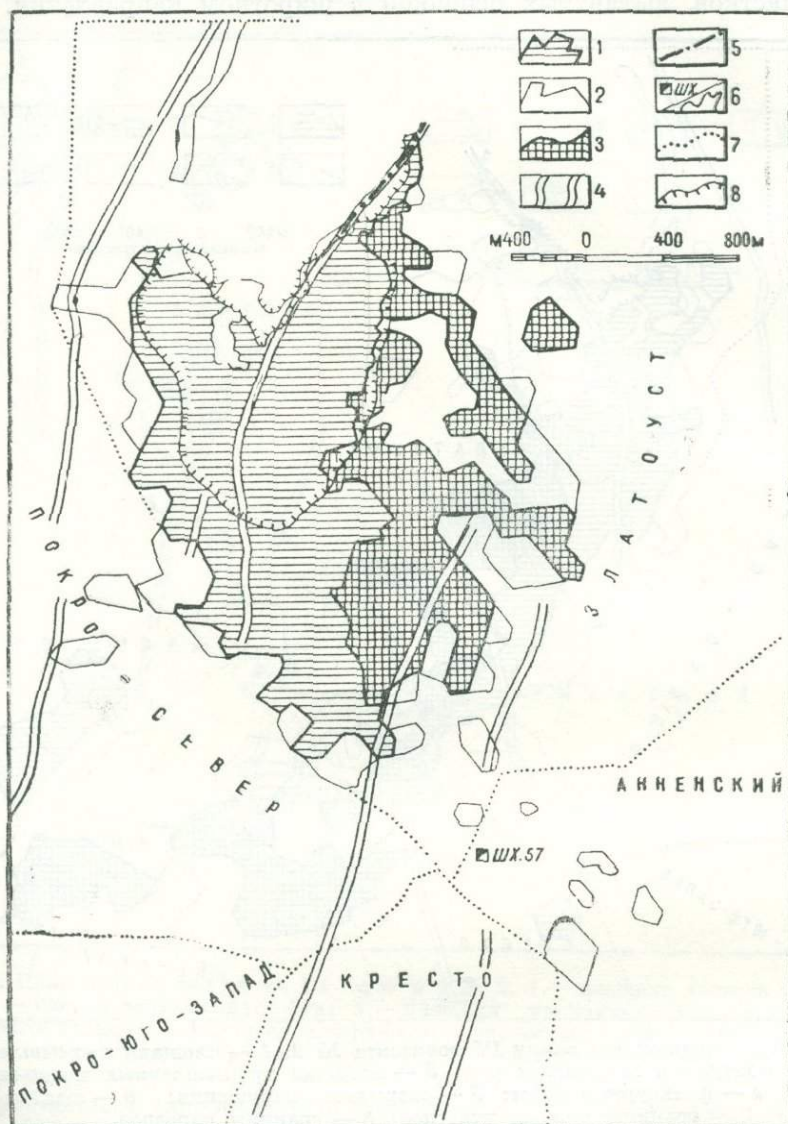


Рис. 15. План рудных тел пачки V горизонта № 2. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — разрывные нарушения; 6 — шахты; 7 — границы рудных участков; 8 — границы карьеров.

Рудоносный горизонт № 4 (нижний раймунд) лежит в основании джезказганской свиты и включает один слой серых песчаников Д-1, содержащий две рудные пачки. Промышленная минерализация в этом горизонте установлена на четырех участках месторождения: Покро-Север, Златоуст, Кресто и Анненский.

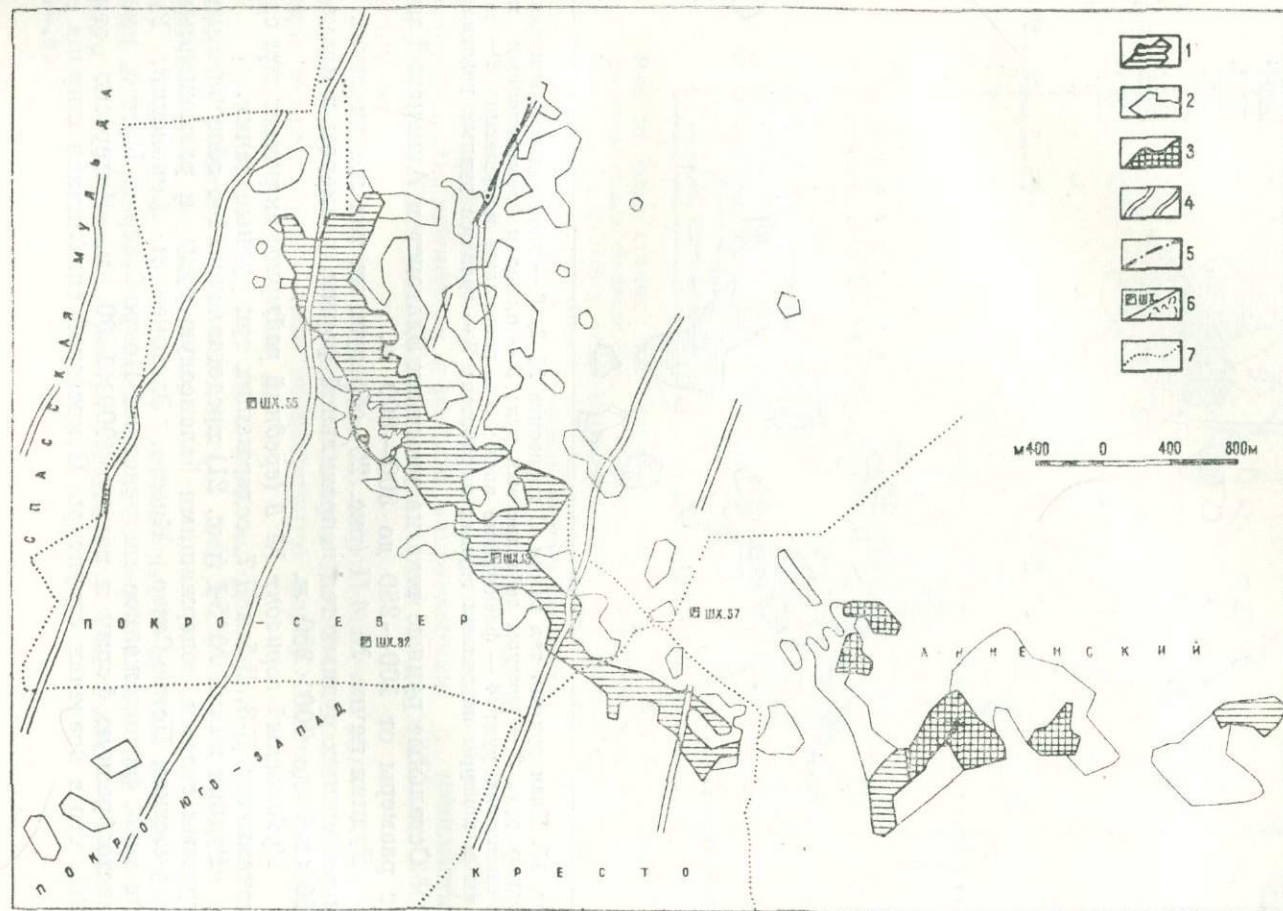


Рис. 16. План рудных тел пачки I горизонта № 3. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — разрывные нарушения; 6 — шахты, контур подземных горных выработок; 7 — границы рудных участков.

Рудная пачка № 4-I (рис. 19) включает десять обособленных рудных тел с балансовыми запасами. Три из них имеют лентообразную форму, вытянуты в северо-западном направлении и располагаются на участке Покро-Север цепочкой того же простираия. Размеры этих вытянутых рудных тел: в длину — от 800 до 1500 м, в ширину — от 50 до 300 м. Крайнее юго-восточное ленточное рудное тело соединяется с изометричным рудным телом, расположенным на участке Кресто.

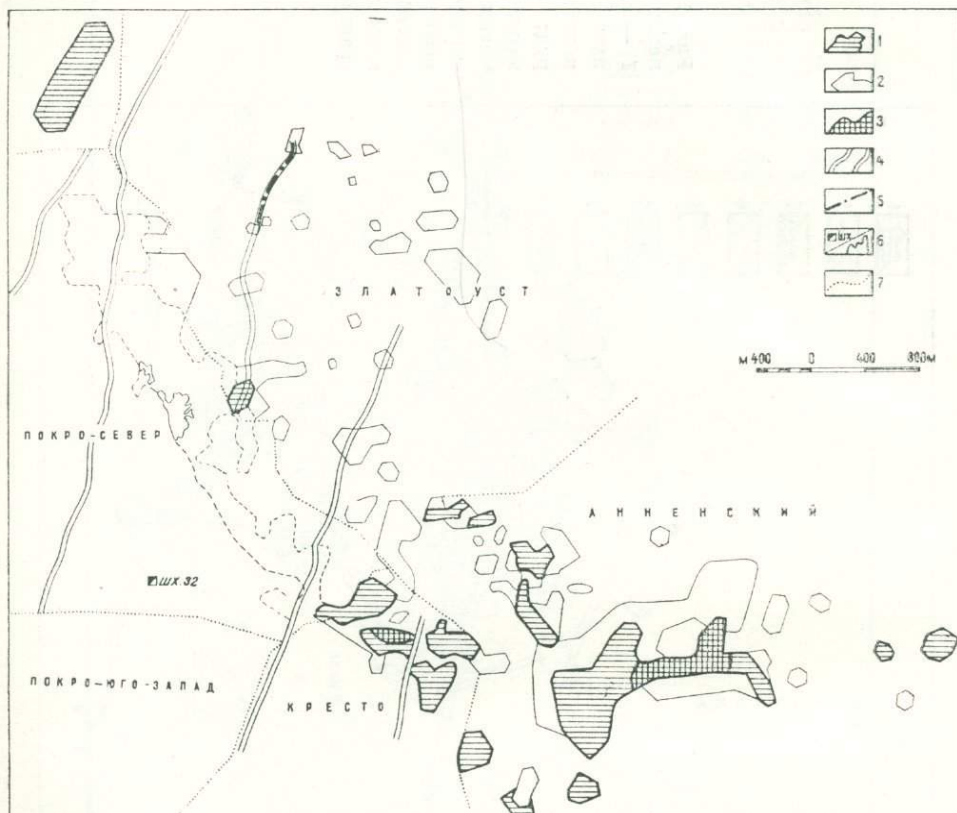


Рис. 17. План рудных тел пачки II горизонта № 3. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — разрывные нарушения; 6 — шахты и контуры подземных горных выработок; 7 — границы рудных участков.

Остальные рудные тела на участках Златоуст и Анненский имеют размеры от 100—250 до 300—800 м.

Рудная пачка № 4-II (рис. 20) образует на тех же участках 14 разрозненных рудных тел неправильной формы, размером в плане от 150×200 до 700×250 м.

Рудоносный горизонт № 5 (средний раймунд) включает три слоя песчаников: Д-3, Д-5 и Д-7, содержащих три рудные пачки.

Рудная пачка № 5-I (рис. 21) представлена 14-ю обособленными рудными телами, содержащими балансовую руду и размещенными на участках Покро-Север, Кресто, Златоуст и Анненский. Рудное тело, расположенное на участках Покро-Север и Кресто, имеет пластообразную форму и размер 3000×1500 м. Интересно отметить, что в пределах структуры Покровской синклинали ширина его

сужается до 150 м, а на участке Кресто оно приобретает кольцообразную форму с внешним диаметром 1100 м и внутренним 600 м.

Остальные рудные тела различных размеров и неправильной изометричной формы также размещаются в пределах перечисленных выше участков.

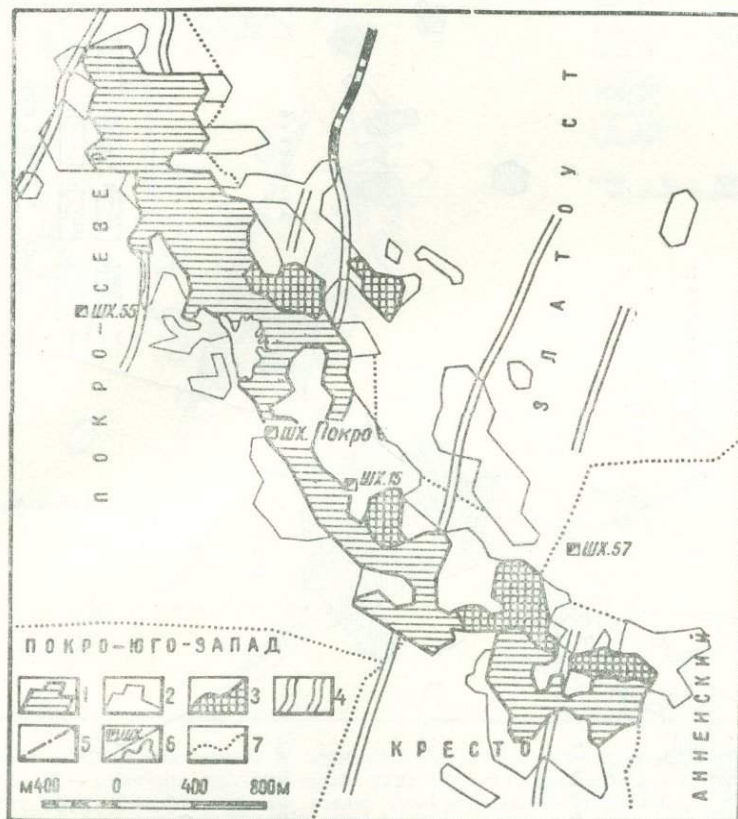


Рис. 18. План рудных тел пачки III горизонта № 3. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контур забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — разрывные нарушения; 6 — шахты и контуры подземных выработок; 7 — границы рудных участков.

Рудная пачка № 5-II (рис. 22) образует десять разрозненных рудных тел, разбросанных на всех шести рудных участках. Форма их неправильная, вытянутая в разных направлениях, с извилистыми очертаниями контуров. Размеры колеблются от 250×150 до 3500×500 м.

Рудная пачка № 5-III (рис. 23) состоит из семи рудных тел, расположенных на участках Покро-Север и Акчий-Спасский и имеющих либо неправильную, либо изометричную форму. Размеры меняются от 150×150 до 600×100 м.

Рудоносный горизонт № 6 (верхний раймунд) объединяет три слоя оруденелых серых песчаников: Д-9, Д-11, Д-13, к которым приурочены три рудные пачки.

Рудная пачка № 6-I (рис. 24) включает 18 рудных тел, размещенных на всех рудных участках, кроме Златоустовского, где балансовые руды не установлены. Четыре рудных тела имеют значительные раз-

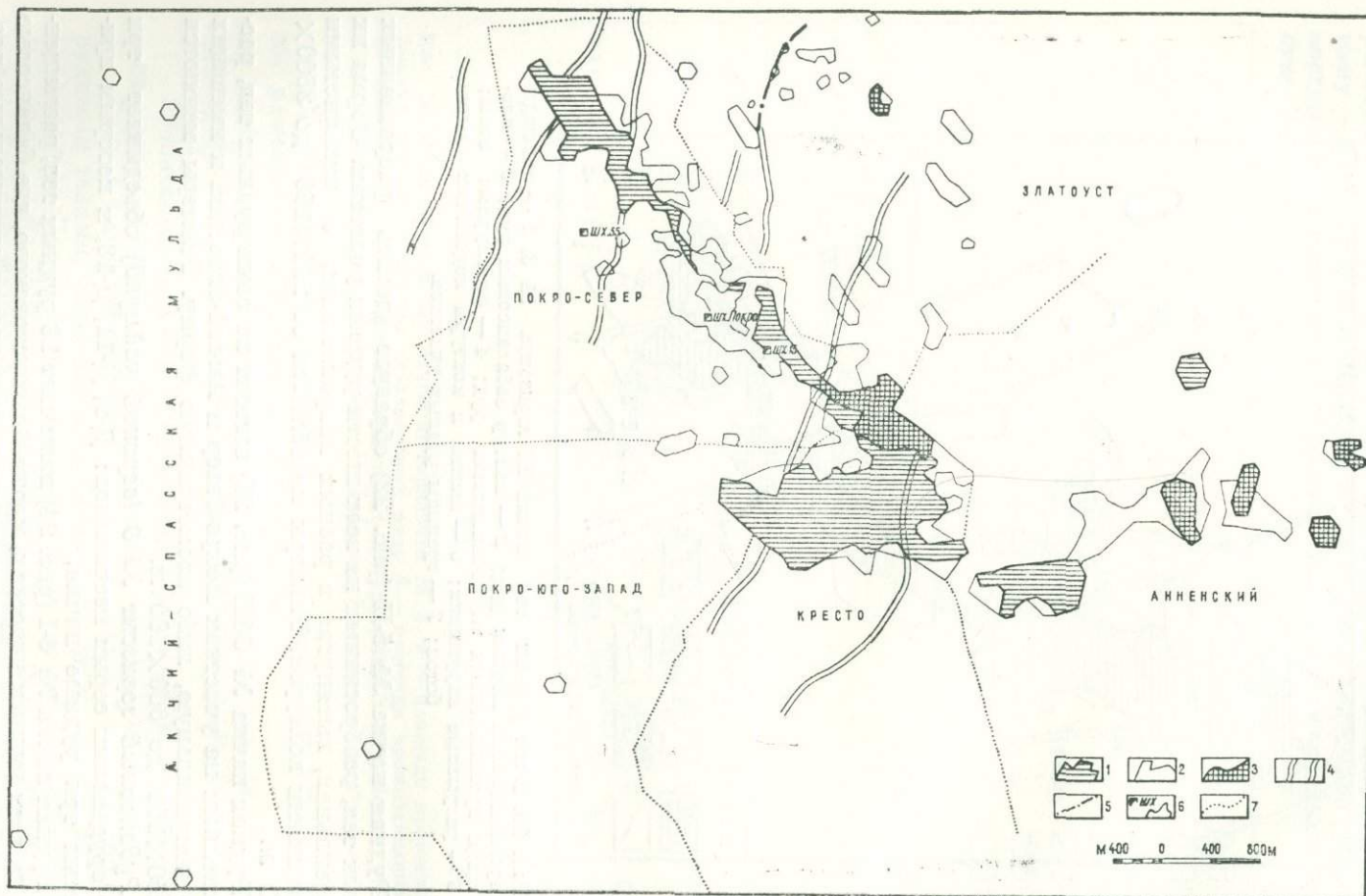


Рис. 19. План рудных тел пачки I горизонта № 4. 1 — площадь промышленных медных руд; 2 — контур забалансовых медных руд; 3 — площадь промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — разрывные нарушения; 6 — шахты; 7 — границы рудных участков.

меры: длину — 3100 м, ширину — 500 м. Форма их пластообразная. Минимальные размеры других рудных тел 300×150 м. Форма их неправильная, плачеобразная.

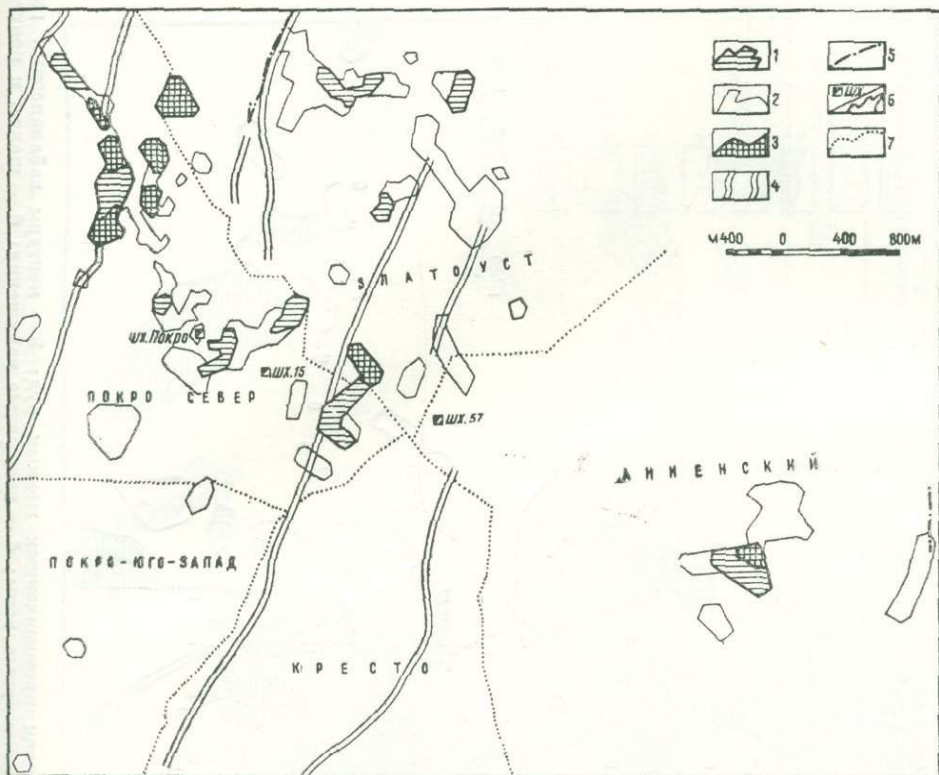


Рис. 20. План рудных тел пачки II горизонта № 4. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — разрывные нарушения; 6 — шахты; 7 — границы рудных участков.

Рудная пачка № 6-II (рис. 25) образует 32 рудных тела, которые локализованы на пяти рудных участках, кроме Златоуста. Форма и размеры их самые разнообразные. Имеются рудные тела, вытянутые или в широтном, или северо-западном, или северо-восточном направлении. Размеры 2100×900, 1200×300 и 200×250 м.

Рудная пачка № 6-III (рис. 26) включает восемь рудных тел, размещенных на участках Покро-Север и Акчий-Спасский. Форма их плачеобразная, размеры колеблются от 200×200 до 700×250 м.

Рудоносный горизонт № 7 (крестовский). Промышленное оруденение выявлено в трех слоях серых песчаников (Д-15, Д-17 и Д-19), содержащих три рудные пачки. Рудные тела локализованы на участках Акчий-Спасский, Покро-Север, Анненский, Кресто и Покро-Юго-Запад.

Рудная пачка № 7-I (рис. 27) образует 24 рудных тела с балансовой рудой, размещенных в пяти участках, кроме Златоуста. Форма их преимущественно плачеобразная. Часть рудных тел имеет лентообразную форму, вытянутую в северо-восточном и широтном направлениях. Размеры колеблются от 150×100 до 3000×300 м (Покро-Север, Спасский).

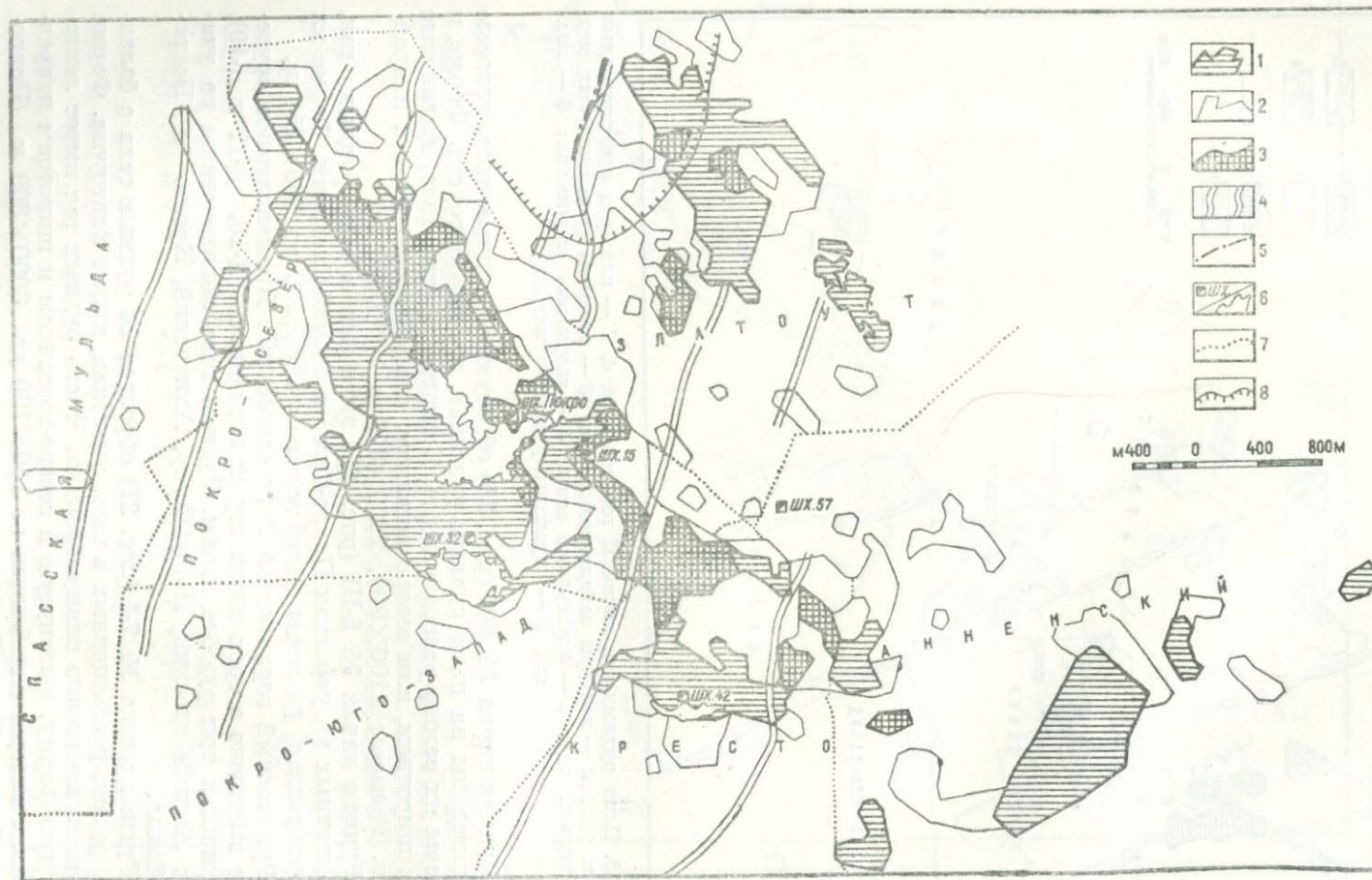


Рис. 21. План рудных тел пачки I горизонта № 5. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — разрывные нарушения; 6 — шахты и контуры подземных горных выработок; 7 — границы рудных участков; 8 — контур карьера.

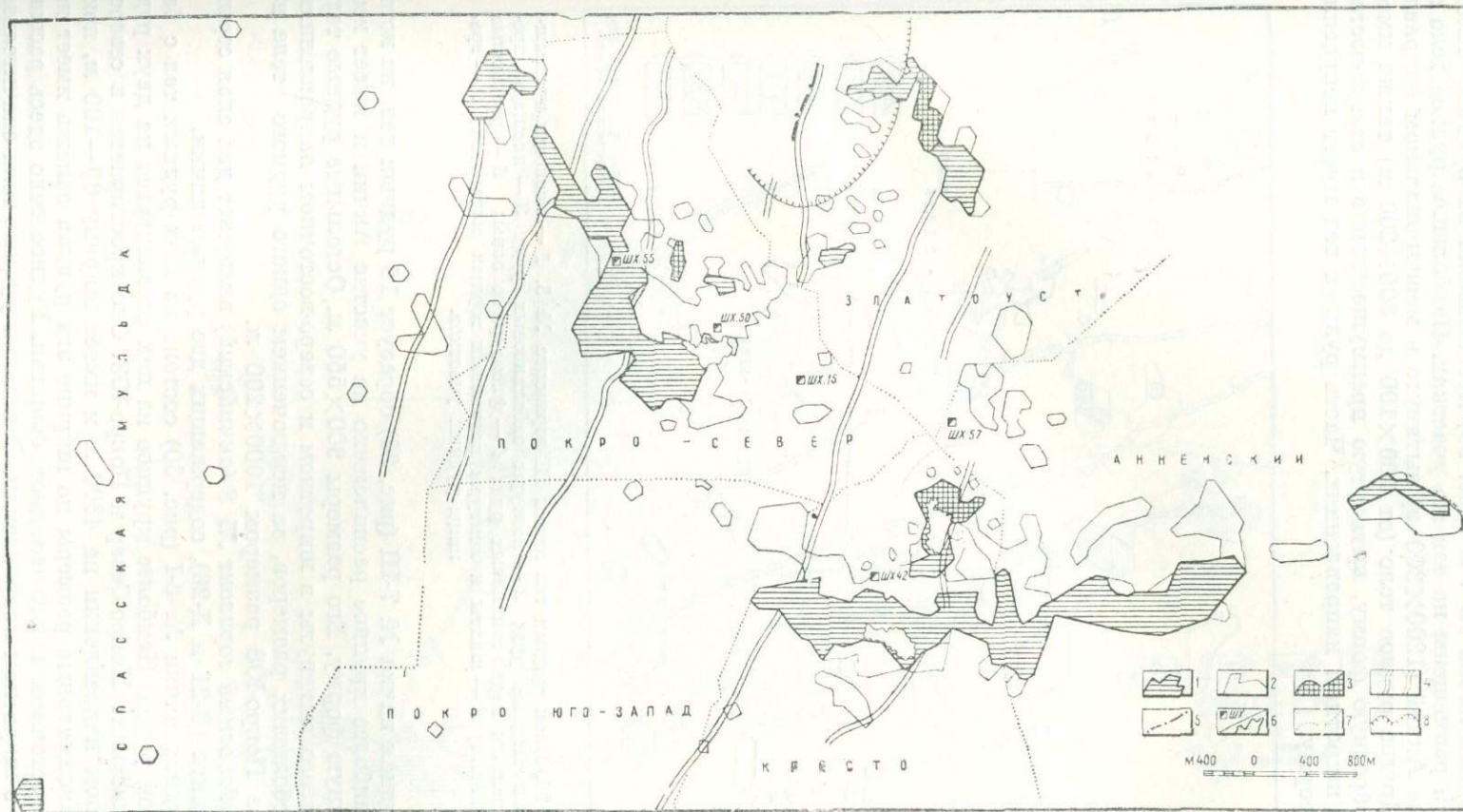


Рис. 22. План рудных тел пачки II горизонта № 5. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — разрывные нарушения; 6 — шахты и границы подземных горных выработок; 7 — границы рудных участков; 8 — границы карьеров.

Рудная пачка № 7-II (рис. 28) представлена 21 рудным телом. Все они размещены на тех же участках. Наибольшее рудное тело на участке Акчий (1200×200 м) вытянуто в меридиональном направлении. Другое рудное тело (от 100×100 до 800×200 м) также имеет лентообразную форму, вытянутую преимущественно в северо-восточном и широтном направлениях. Часть рудных тел имеет неправильную форму.

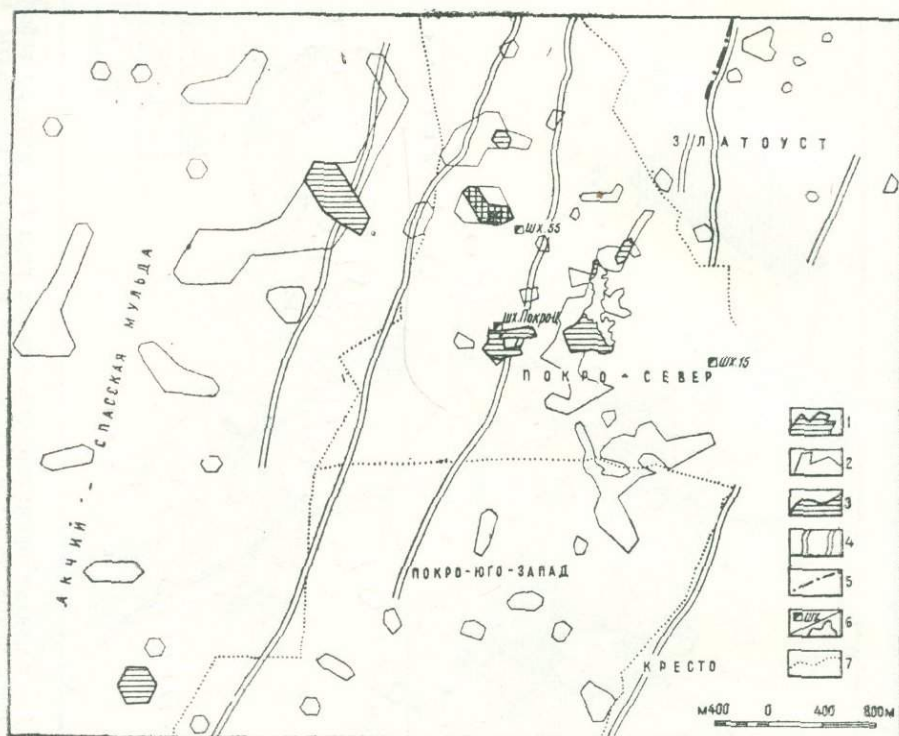


Рис. 23. План рудных тел пачки III горизонта № 5. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — разрывные нарушения; 6 — шахты и контуры подземных горных выработок; 7 — границы рудных участков.

Рудная пачка № 7-III (рис. 29) образует 16 рудных тел, из которых наиболее крупное расположено на участке Акчий и имеет изометричную форму. Его размеры 900×550 м. Остальные рудные тела чаще всего вытянуты в широтном и северо-восточном направлениях. Они небольших размеров, за исключением одного рудного тела на участке Покро-ЮЗ размером 1000×200 м.

Рудоносный горизонт № 8 (акчийский) включает два слоя серых песчаников (Д-21 и Д-23), содержащих две рудные пачки.

Рудная пачка № 8-I (рис. 30) состоит из 23-х рудных тел с балансовой рудой. Наиболее крупное из них размещается на двух рудных участках: Покро-Север и Покро-ЮЗ. Оно простирается в северо-восточном направлении на 4300 м и имеет ширину 60—100 м, причем максимальные размеры по ширине эта рудная залежь имеет на северо-восточном и юго-западном флангах. Рудное тело здесь расширяется в широтном направлении. Остальные рудные тела значительно

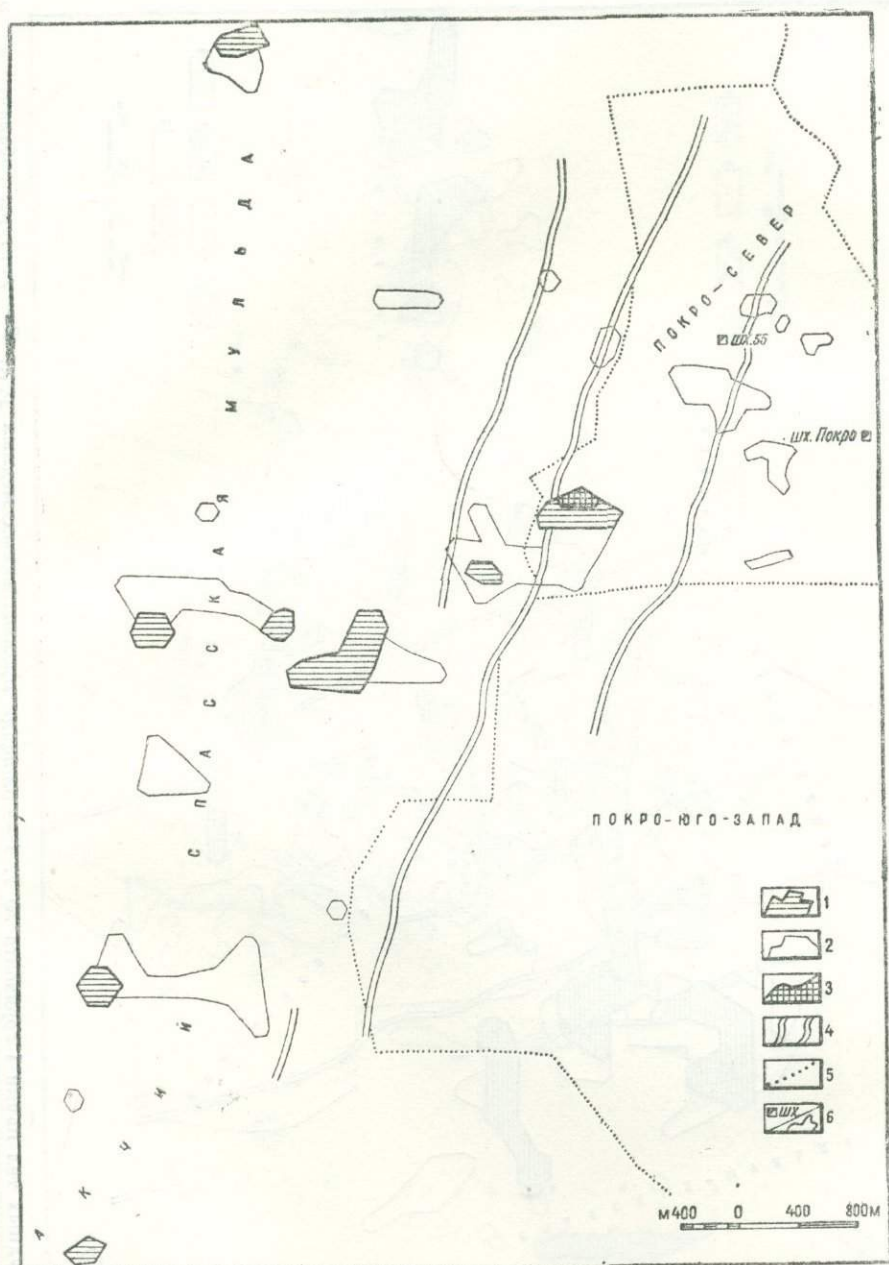


Рис. 26. План рудных тел пачки III горизонта № 6. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — границы рудных участков; 6 — шахты.

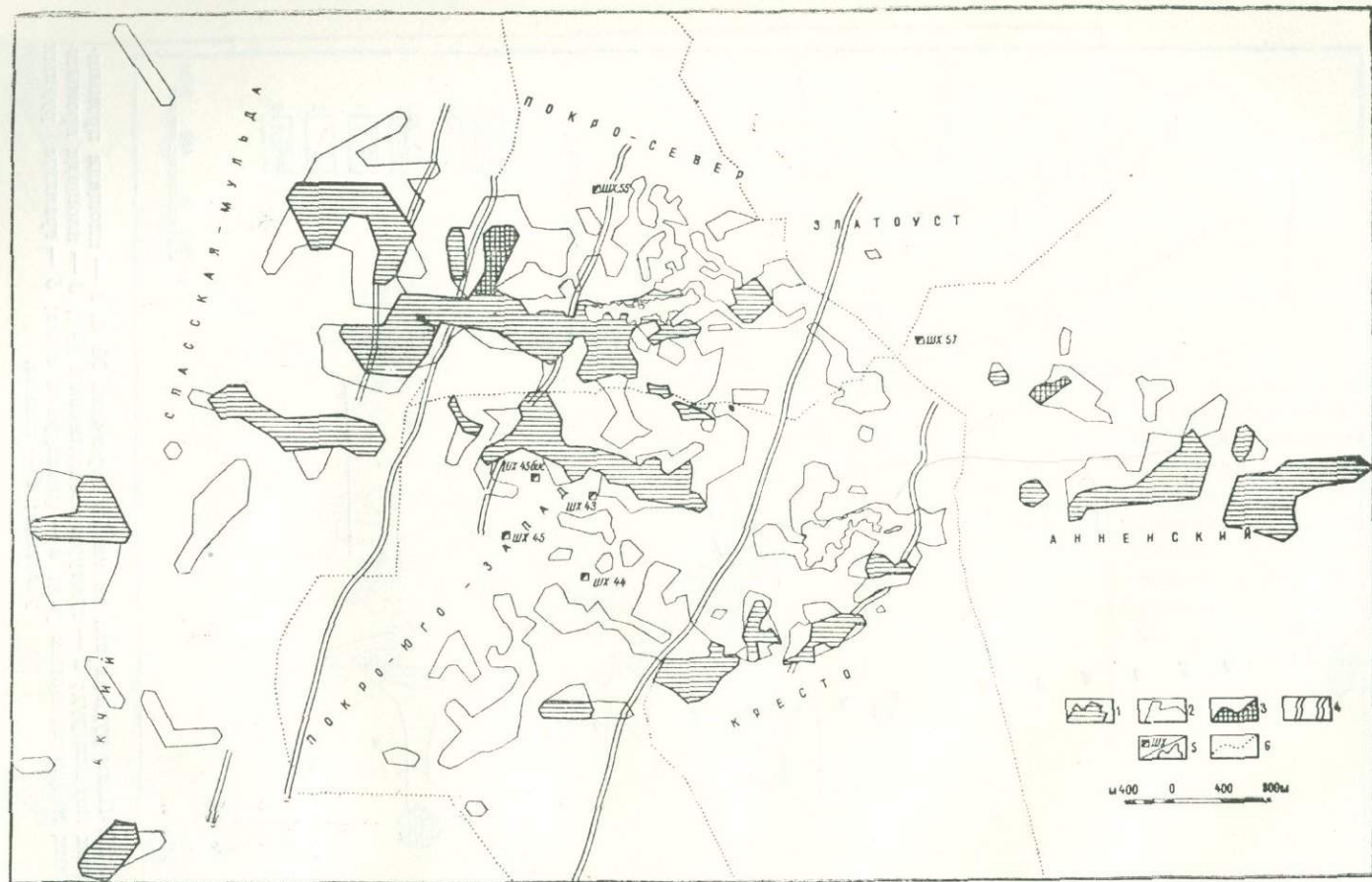


Рис. 27. План рудных тел пачки I горизонта № 7. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — шахты и контуры подземных горных выработок; 6 — границы рудных участков.

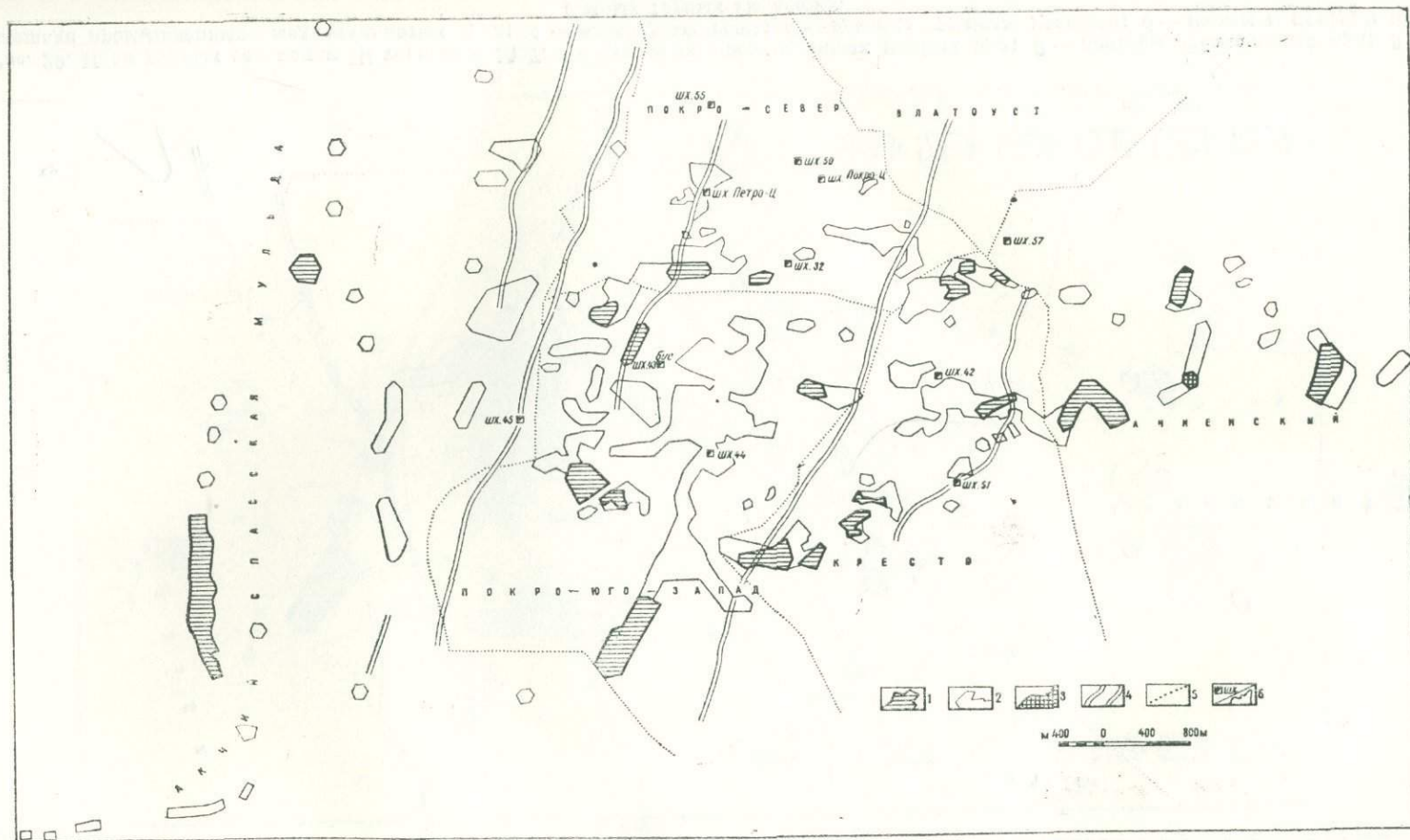


Рис. 28. План рудных тел пачки II горизонта № 7. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — границы рудных участков; 6 — шахты.

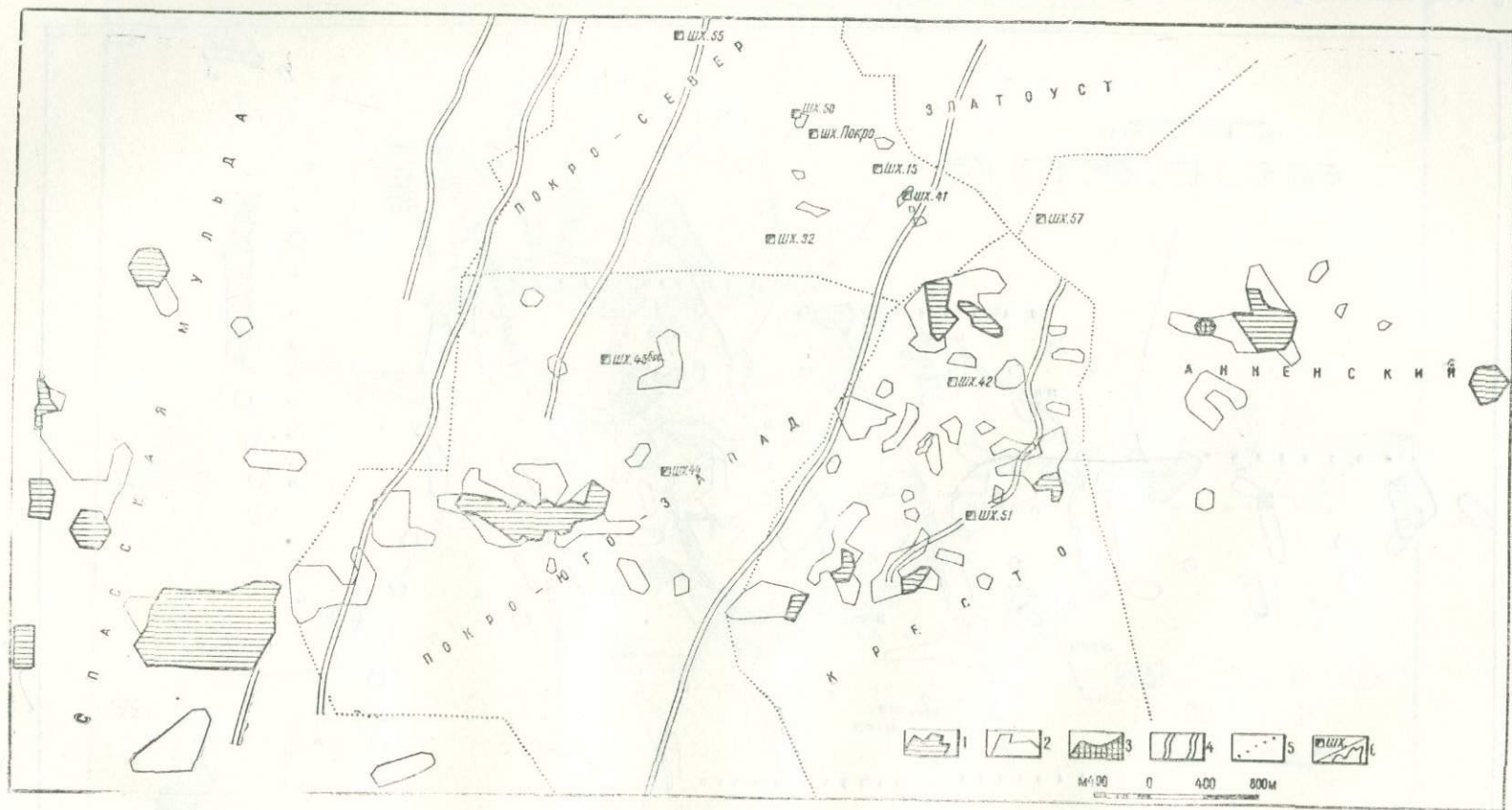


Рис. 29. План рудных тел пачки III горизонта № 7. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — граница рудных участков; 6 — шахты и контуры подземных горных выработок.

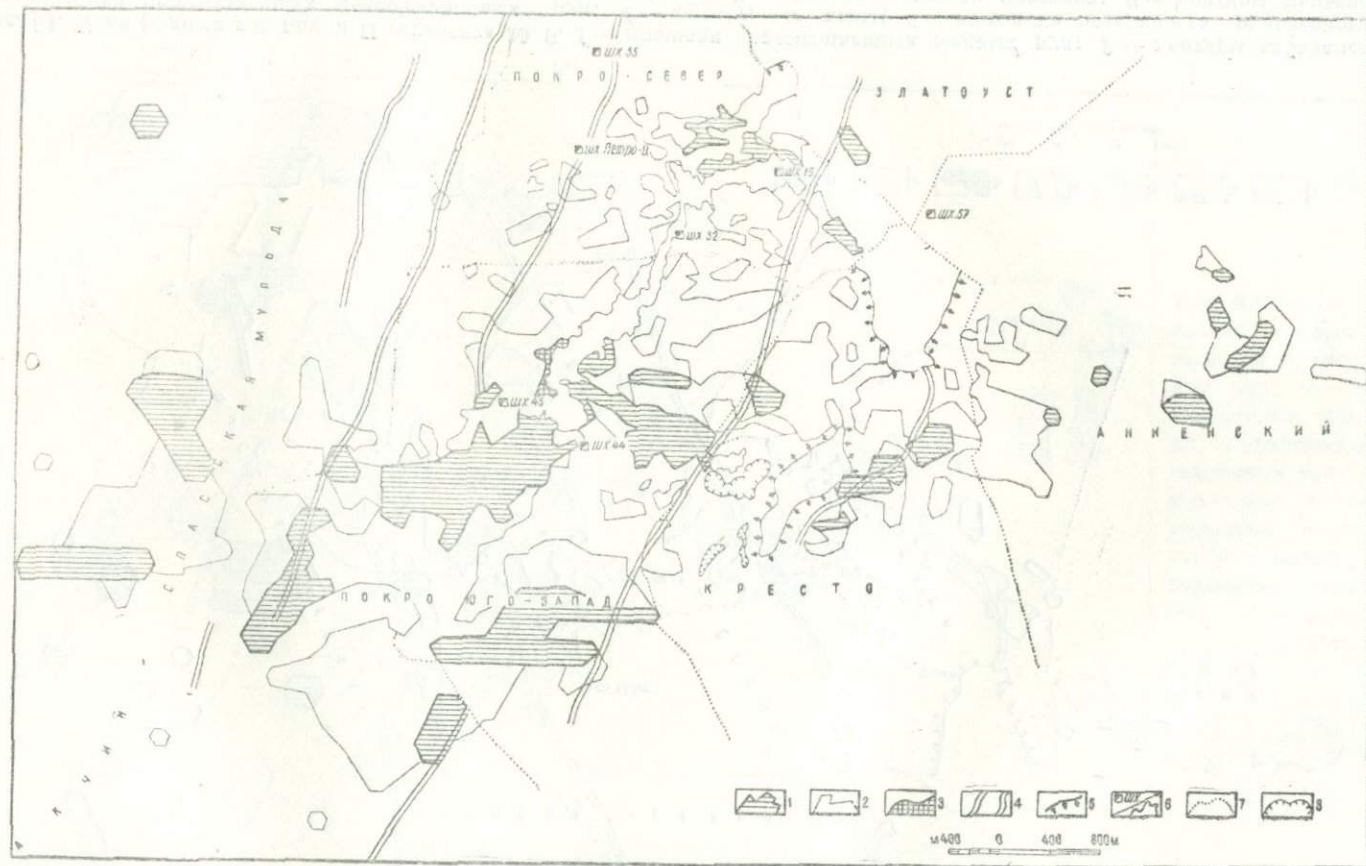


Рис. 30. План рудных тел пачки I горизонта № 8. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — выход на поверхность рудоносного пласта; 6 — шахты и контуры подземных горных выработок; 7 — границы рудных участков; 8 — контуры карьеров.

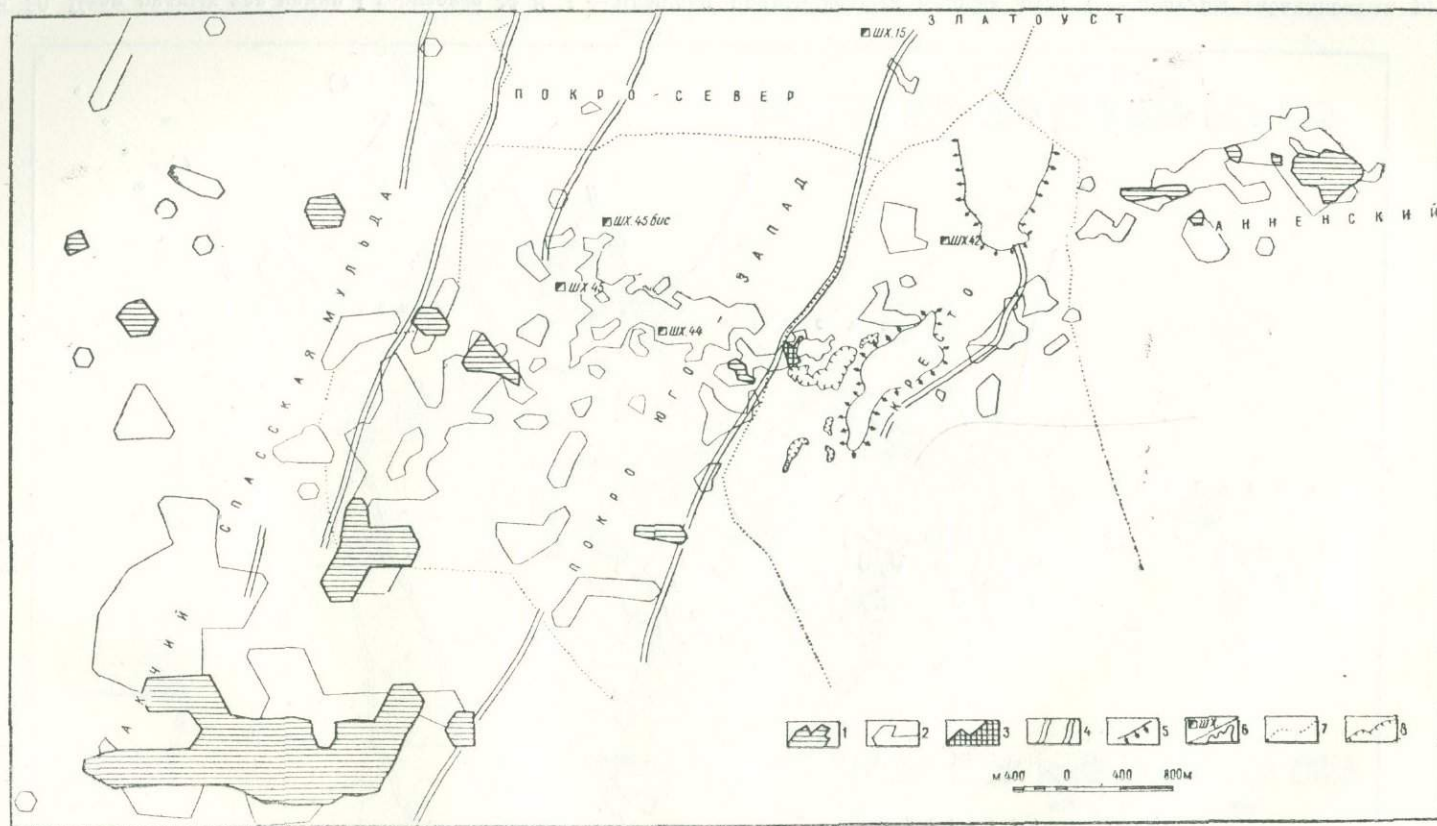


Рис. 31. План рудных тел пачки II горизонта № 8. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — выход на поверхность рудоносного пласта; 6 — шахты и контуры подземных горных выработок; 7 — границы рудных участков; 8 — контуры карьеров,

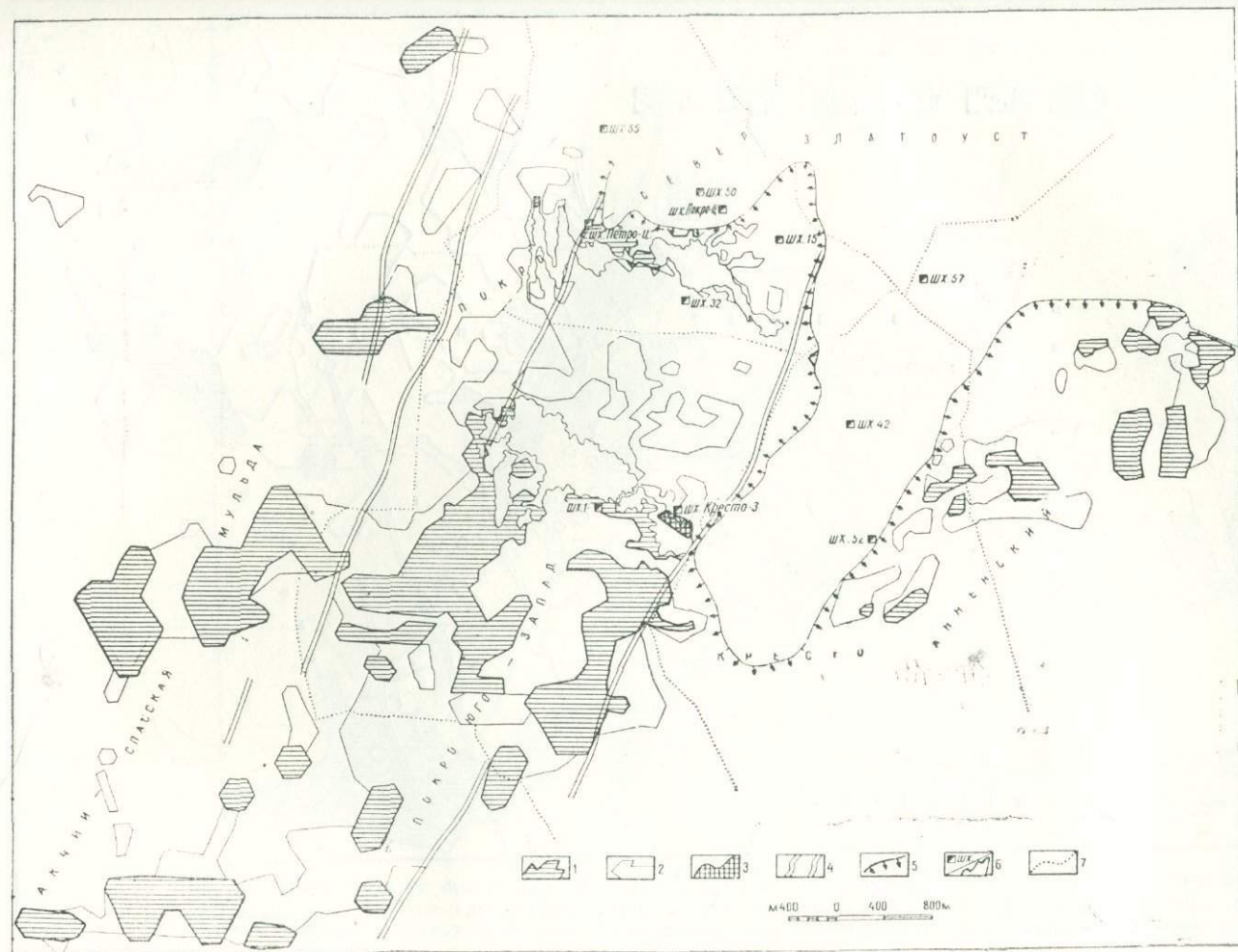


Рис. 32. План рудных тел пачки I горизонта № 9. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — выход на поверхность рудоносного пласта; 6 — шахты и контуры подземных горных выработок; 7 — границы рудных участков.

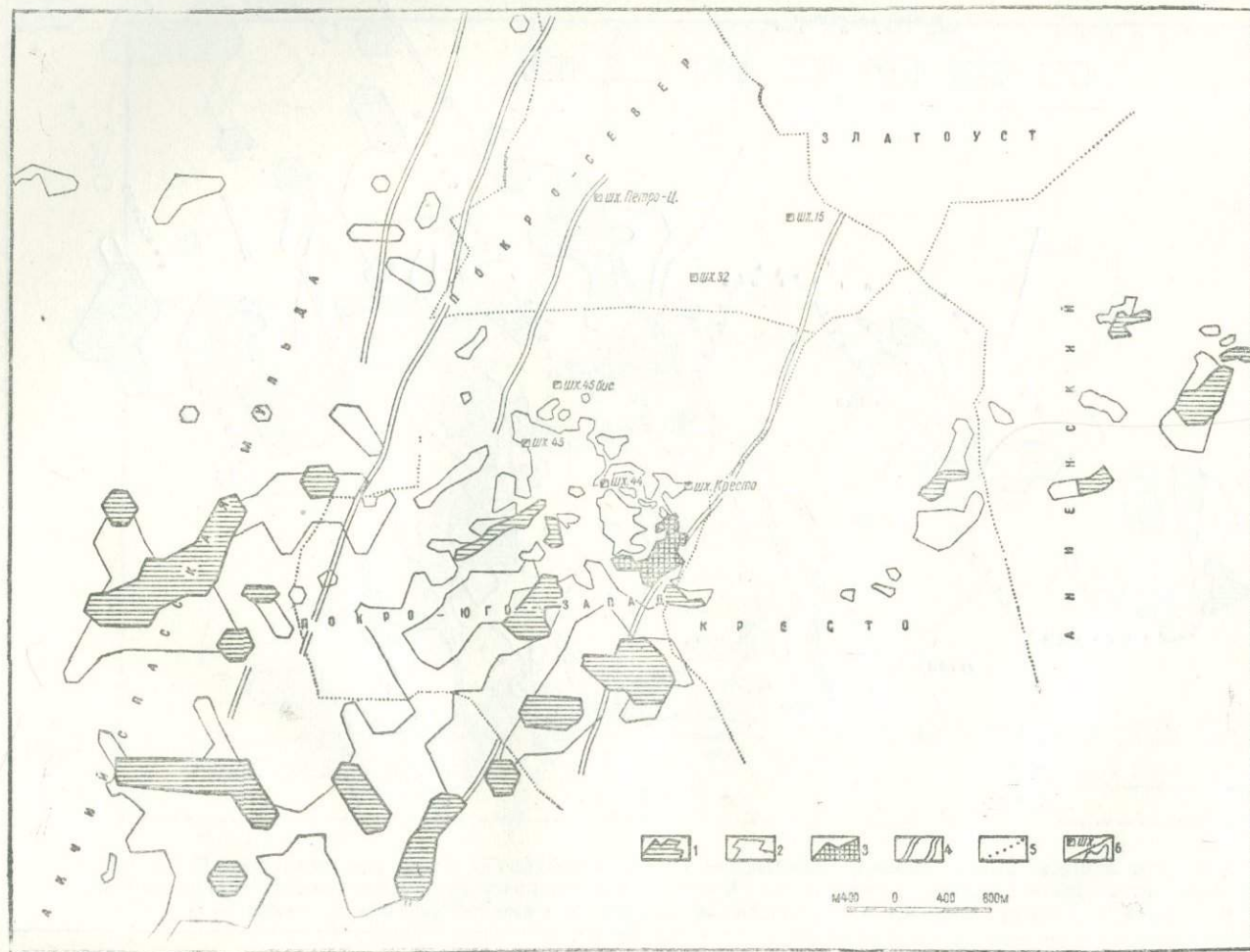


Рис. 33. План рудных тел пачки II горизонта № 9. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — границы рудных участков; 6 — шахты и контуры подземных горных выработок.

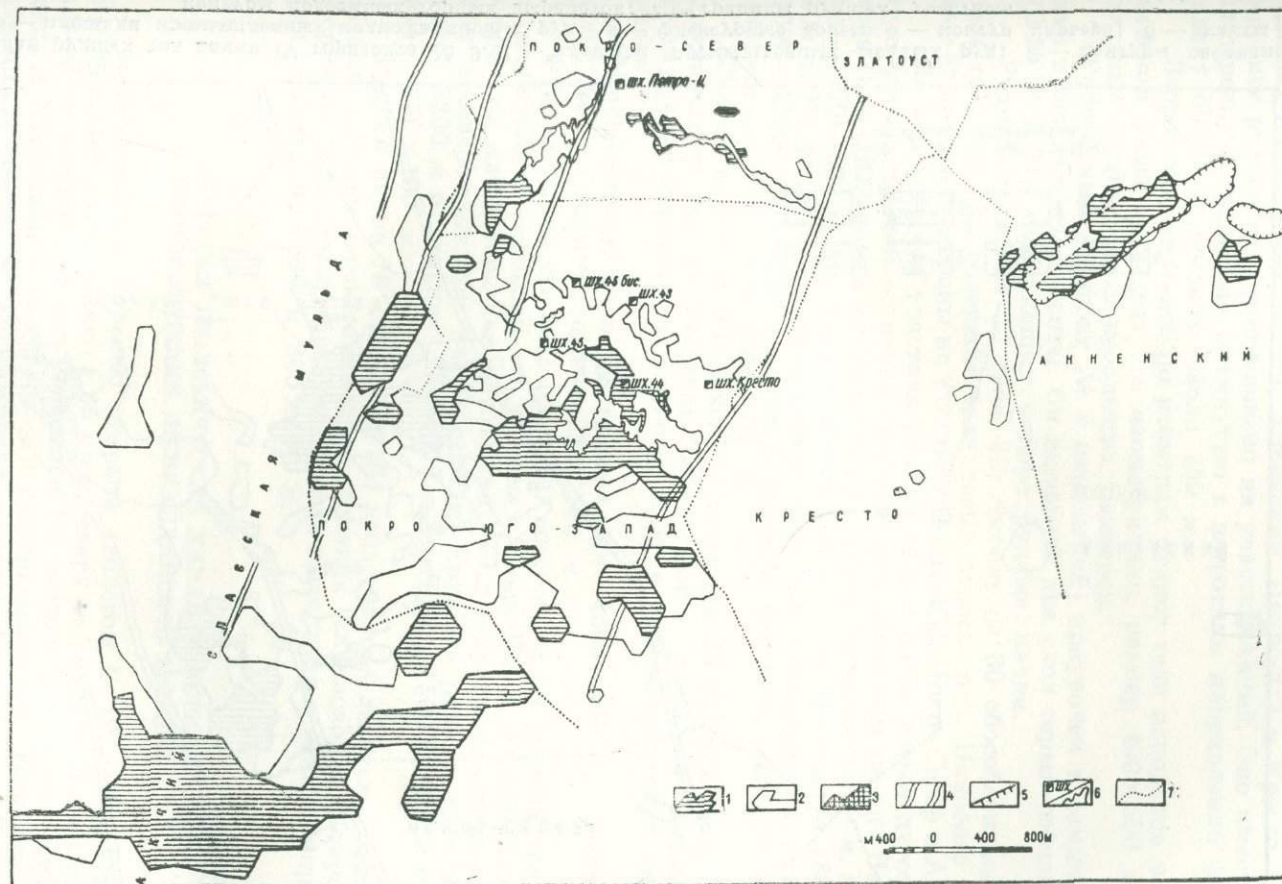


Рис. 34. План рудных тел пачки III горизонта № 9. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — контуры карьеров; 6 — шахты и контуры подземных горных выработок; 7 — границы рудных участков.

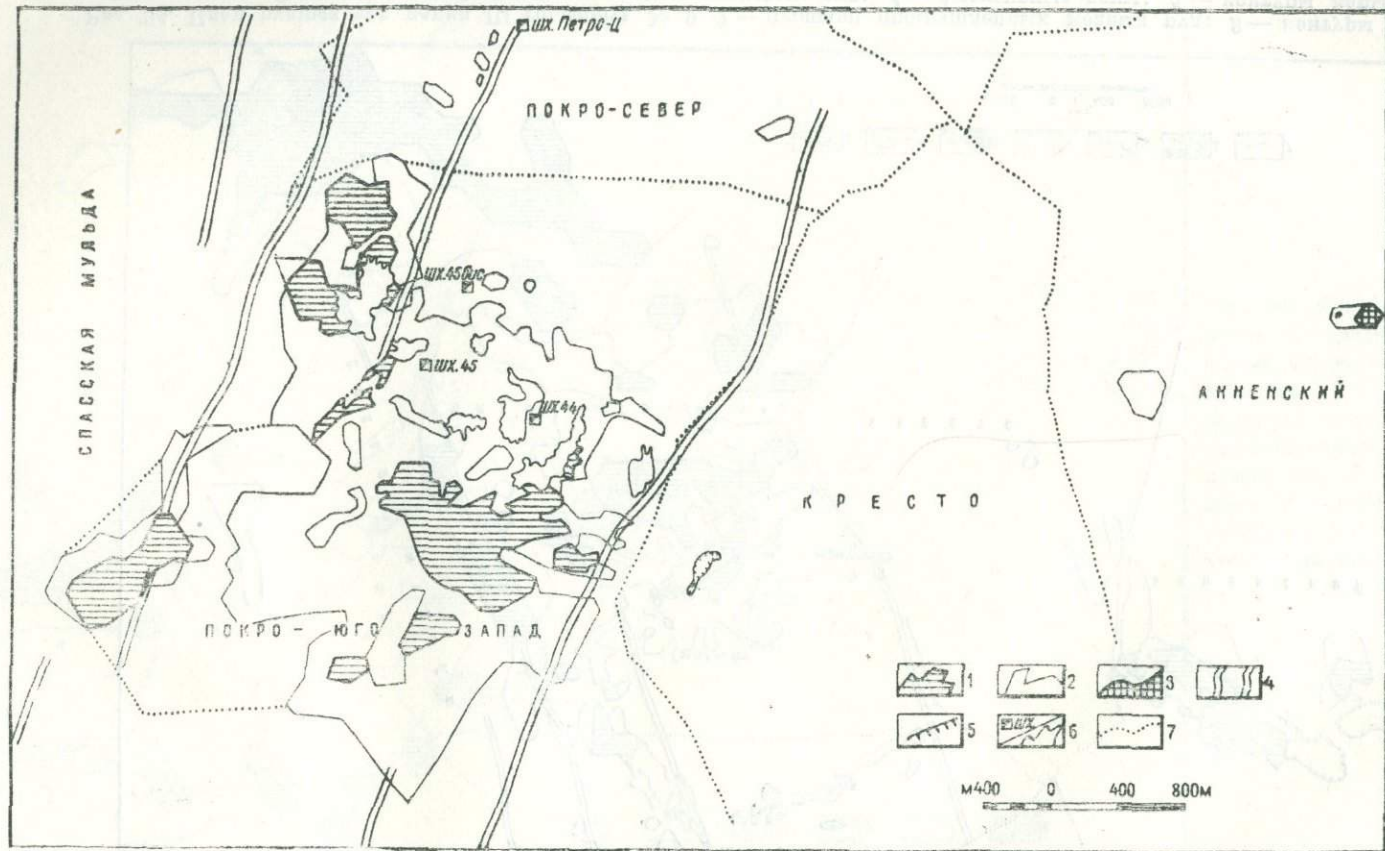


Рис. 35. План рудных тел пачки IV горизонта № 9. 1 — площади промышленных медных руд; 2 — контуры забалансовых руд; 3 — площади промышленных медно-свинцовых руд; 4 — флексурные зоны; 5 — контур карьера; 6 — шахты и контуры подземных горных выработок; 7 — границы рудных участков.

меньших размеров и имеют различную форму: лентообразную (при длине до 1000 м и ширине до 200 м) и плащеобразную с размерами от 200×300 до 400×500 м.

Рудная пачка № 8-II (рис. 31) включает 16 рудных тел, размещенных на участках Акчий, Анненский, Покро-ЮЗ и Кресто. Самое крупное рудное тело расположено на участке Акчий. Оно имеет плащеобразную, несколько вытянутую в широтном направлении форму, длину 600 м и ширину около 250 м.

Второе значительное по размерам рудное тело находится на Анненском участке, форма его изометричная, размер 400×500 м. Остальные рудные тела небольших размеров.

Рудоносный горизонт № 9 (анненский) приурочен к самым верхам джезказганской свиты. Он включает два слоя серых песчаников (Д-25 и Д-27), содержащих четыре рудные пачки.

Рудная пачка № 9-I (рис. 32) состоит из 30 обособленных рудных тел. Все они содержат балансовые запасы руд. Наиболее крупные из них расположены на участках Покро-ЮЗ, Покро-Север и Акчий.

На первых двух участках рудные тела в плане имеют дугообразную форму, причем вогнутой стороной они обращены на юг. На участке Покро-ЮЗ длина рудных тел по кривой достигает 6000 м, ширина — 400—500 м, на участке Покро-Север — соответственно 1800 и 300 м. На участке Акчий форма рудных тел лентообразная, размеры 1000—1500×200—500 м, а на остальных участках размеры их незначительные — около 200×100 м.

Рудная пачка № 9-II (рис. 33) включает 23 рудных тела, расположенных на тех же участках. Они имеют в основном вытянутую форму, ориентированную длинной осью в северо-восточном направлении.

Максимальные размеры рудных тел 1500×400 м, средние — 500×250 м, минимальные — 250×150 м.

Рудная пачка № 9-III (рис. 34) состоит из 20 рудных тел, расположенных в основном на участках Покро-ЮЗ и Акчий-Спасский. Форма их плащеобразная или вытянутая в широтном, северо-восточном и северо-западном направлениях. Крупные рудные тела имеют длину 3300 м и ширину 25—1000 м, средние—1500×1500 м и мелкие — 150×100 м.

Рудная пачка № 9-IV (рис. 35) представлена девятью рудными телами, которые расположены на участках Анненском и Покро-ЮЗ. Форма их чаще плащеобразная, иногда вытянутая в одном направлении. Размер 80×300 и 800×150 м.

КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЖИЛАНДИНСКОЙ ГРУППЫ

Месторождение Сарыоба открыто геологом С. Ш. Сейфуллиным в 1939 г. Оно расположено в 35 км к северу от рудника Джезказган и в 2—8 км к западу от пос. Северного. На востоке граничит с месторождением Кипшакпай, на севере — с рудопроявлением Кульман, являющимся северным продолжением месторождения (рис. 36).

На Сарыобинском месторождении геологоразведочные работы проводились еще в 1939—1940 гг. Джезказганской ГРП. В этот период здесь были проведены топографическая и геологическая съемки масштаба 1:10 000 и пройдено 35 канав, которыми вскрыты серые песчаники с окисленной медной минерализацией. По результатам

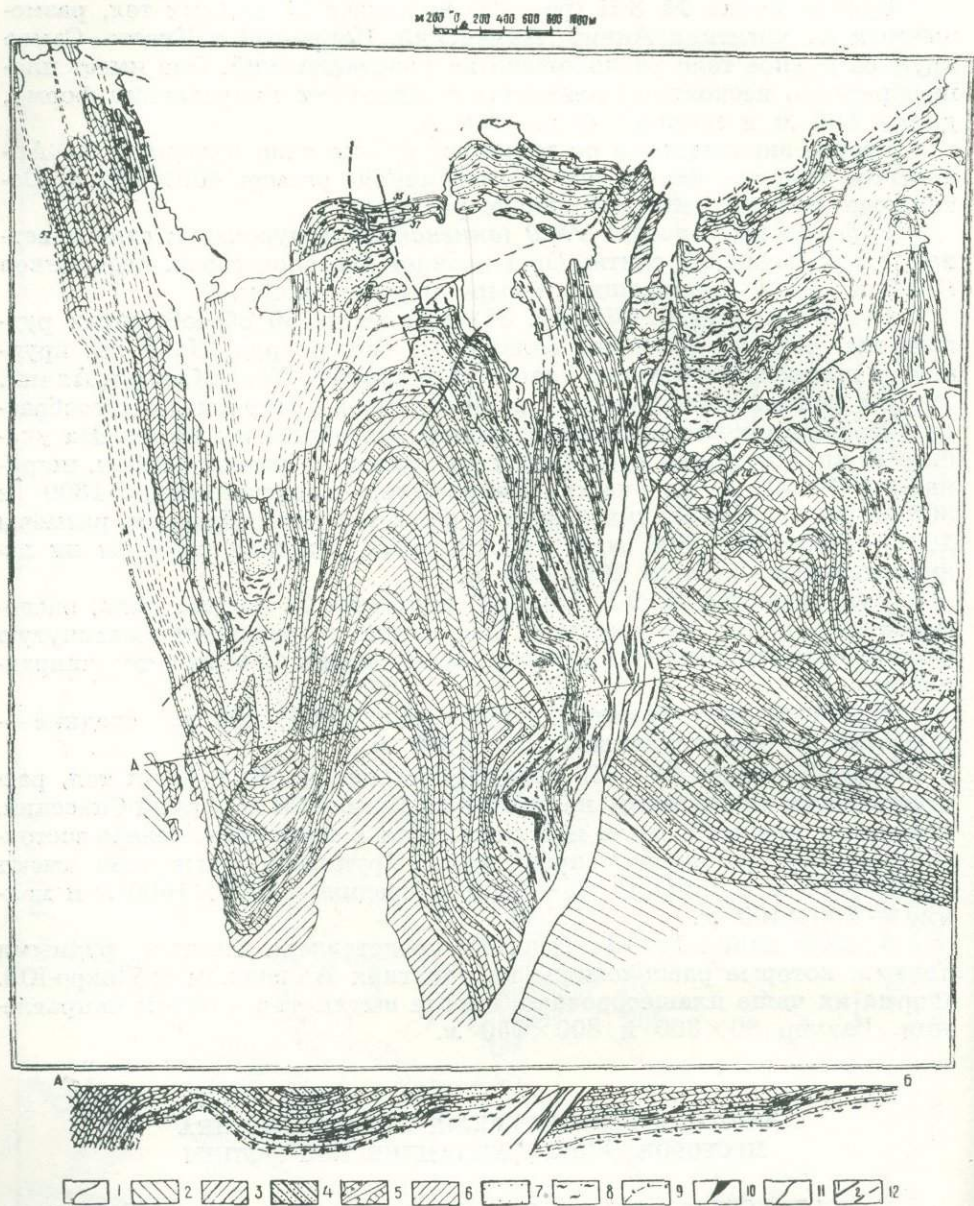


Рис. 36. Геологическая карта месторождения Сарыоба. 1 — современные отложения; 2 — песчаники и алевролиты джиделисайской свиты; 3 — алевролиты бурые джезказганской свиты; 4 — песчаники бурые джезказганской и таскудукской свит; 5 — конгломерат раймундовский (1), известняки окремненные (2); 6 — алевролиты бурые таскудукской свиты; 7 — песчаник серый рудоносный таскудукской свиты; 8 — алевролит серый таскудукской свиты; 9 — известняк с фауной визе — намюра; 10 — медные сульфидные руды; 11 — границы рудоносных горизонтов; 12 — линии разрывных нарушений.

этих работ С. Ш. Сейфуллин и К. И. Сатпаев дали предварительную оценку месторождения и впервые описали его геологическое строение [173].

В 1956 г. геологоразведочные работы были возобновлены под руководством автора и продолжаются до настоящего времени [56].

В геологическом строении месторождения участвует однообразный красноцветный комплекс пород, вмещающий в основании разреза несколько пластов серых песчаников, образующих таскудукский и джиландинский горизонты. Стратиграфически эти горизонты залегают в низах таскудукской свиты и характеризуются, в отличие от других месторождений, более постоянной мощностью.

В вышележащем златоустовском горизонте серые песчаники образуют небольшие линзы, не выдержанные по простиранию и падению, фациально переходящие в красные песчаники и алевролиты.

В трех пластах серых песчаников этого горизонта встречено оруденение в редких случаях промышленного значения. В большей части разреза златоустовский горизонт имеет бурую и буро-красную окраску и оруденения не содержит.

Сарыобинское месторождение в структурном отношении приурочено к участку южного погружения Джиландинской антиклинали, осложненному сундучного профиля складчатыми структурами второго и более высоких порядков, а также продольными зонами смятия и сбросов. Структуры полого погружаются на юг под углами $10-15^\circ$. В пределах месторождения выделяются следующие структуры второго порядка (с востока на запад): восточная Сарыобинская синклиналь, восточная Сарыобинская антиклиналь, западная Сарыобинская антиклиналь и Итаузская синклиналь. Все эти структуры погружаются на юго-юго-запад $160-200^\circ$ и веерообразно расходятся в северном направлении. Все эти веерообразно расположенные пять складчатых верхневарисских структур соединяются в южной части Сарыобинского месторождения.

Вторичные структуры в свою очередь осложнены продольными крутопадающими зонами флексур более высокого порядка. Местами наблюдаются разрывы сплошности пород, приуроченные к флексурному перегибу. Углы падения пород в таких зонах становятся более крутыми и достигают $70-80^\circ$.

На месторождении широко развиты мелкие разрывы и трещины. В его центральной части проходит сложная зона разрывных нарушений, которые делят рудное поле примерно на две равные части. В плане зона фиксируется смятием и раздроблением пород в полосе шириной до 300 м.

Обломки вмещающих пород в зоне разрывных нарушений цементируются кварцем, кальцитом и баритом, которые часто содержат вкрапленность рудных минералов. Иногда зона смятия и дробления пород образует тектонические брекчии, состоящие из остроугольных обломков песчаников, сцементированных жильными минералами и более тонким кластическим материалом.

Рудные минералы в жилах обычно представлены халькопиритом, борнитом, халькозином и галенитом. Иногда остроугольные обломки серых песчаников и конгломератов в этой зоне цементируются прожилками и сплошной массой рудных минералов, а рудные ксенолиты — молочно-белым кварцем и кальцитом, редко содержащими в себе вкрапленники рудных минералов.

В изученной части месторождения описываемая зона разлома падает на запад под углами $25-30^\circ$, причем западный блок надвинут на восточный. Вертикальная амплитуда перемещения крыльев на

двига составляет 2800—3000 м, а горизонтальное их смещение в плане достигает 3 км. В целом эта область разрывных нарушений скорее напоминает сложный пологий взброс, внутри которого при формировании перемещались отдельные блоки, в общем ориентированные в сторону падения главного взбрасывателя. Очень часто в зоне взброса наблюдаются сопряженные с ней разрывные нарушения, по которым также перемещались отдельные блоки.

По результатам детальных буровых работ удалось совершенно четко определить, что эта главная зона разрывных нарушений, сочленяющаяся на южном погружении структур с Северо-Теректинским разломом, является рудоконтролирующей структурой. Положение ее в плане служит как бы осью симметрии общего Сарыобинского рудного поля.

Вторым наиболее крупным разрывным нарушением в пределах Сарыобинского рудного поля является широтный сбросо-сдвиг, который проходит практически через всю южную часть северного борта Джезказганской синклинали. Свое начало сбросо-сдвиговое нарушение берет в визе-намюрских отложениях на восточном фланге Кипшакпайского месторождения.

В направлении на юго-запад 230—250° сбросо-сдвиг прослеживается через центральную часть рудного поля и рудопроявление Айрамбай, вплоть до южных границ Сарыобинского рудного поля, образуя узел сочленения с Сарыобинским взбросом. Это нарушение представляет северную ветвь Теректинского разлома, вдоль которой и формировались структуры Джиландинской складчатой зоны. На отдельных участках нарушение принимает надвиговый характер. Максимальное относительное перемещение крыльев вдоль зоны достигает 700 м.

На поверхности зона нарушения местами фиксируется смятием и раздроблением пород. Внутри зоны проявляются сильная баритизация и окварцевание пород; наблюдается вкрапленность малахита, галенита и других рудных минералов.

Кроме этих двух крупных разломов, на месторождении установлено множество мелких разрывных нарушений с амплитудами смещения 50—60 м. Густая сеть мелких трещин развита не только на месторождении, но и на восточных и западных его флангах.

Оруденение на месторождении Сарыоба охватывает три рудоносных горизонта — джиландинский, промежуточный и таскудукский. В каждом из них установлено от одного до шести рудных залежей, образующих преимущественно согласные пластовые тела, разделенные между собой в разрезе прослоями безрудных пород мощностью от 3 до 30 м. Всего выявлено одиннадцать рудных залежей, из которых пять расположено в джиландинском, одна в промежуточном и пять в таскудукском горизонте.

Рудные тела имеют пластообразную и линзовидную формы и невыдержанную мощность. В плане их контуры часто прихотливо изрезаны и иногда расклиниваются «окнами» пустых пород и забалансовых руд. Рудные тела образуют главным образом слепые залежи, ориентированные под разными углами к простиранию вмещающих пород. Морфология и ориентировка рудных тел определяются структурными особенностями участка месторождения. Наиболее крупные рудные тела расположены на участках моноклиального залегания пород в сводовых частях складок. Они имеют плащеобразную форму и вытянуты в направлении падения вмещающих пород. На участках, осложненных мелкими линейными брахискладками и ступенчатыми

флексурными зонами, рудные тела округлой или лентообразной формы. В зонах крутопадающих тектонических нарушений типа сбросо-флексур рудные тела имеют вид крутопадающих линз и жил.

В зоне Сарыобинского взбросо-сдвига, представляющего собой полосу шириной 200—400 м, на дневной поверхности установлено пять линз окисленных руд, расположенных вдоль этой зоны разлома. В ней разведочными работами на различных глубинах обнаружены рудные тела с сульфидными рудами. Максимальная глубина оруденения в смещенных блоках, несмотря на большую амплитуду (2 км) вертикального смещения западного и восточного блоков относительно друг друга, составляет 750—800 м.

Длина рудных тел в плане варьирует от 200 до 1500 м. Они имеют мощность, которая меняется от 0,4 до 15 м. Полезного компонента в них содержится 0,52—6,56%. Руды в залежах имеют типичный прожилково-вкрапленный характер. Оруденение приурочено к серым песчаникам и представлено в основном сульфидами меди и свинца. При этом вкрапленные руды обычно тяготеют к зальбандам рудных прожилков.

Гипогенная минерализация здесь, как и на Джезказганском месторождении, формировалась в две стадии.

К главным рудообразующим минералам первой стадии относятся халькопирит, борнит, халькозин и на некоторых участках галенит, к второстепенным—пирит и сфалерит, к редким—блеклая руда, смальтин, сафлорит, глаукодот и кобальтин и к очень редким—марказит и никелин. Гематит, магнетит, титаномagnetит, рутил и его разновидность сагенит встречаются обычно в качестве терригенных минералов. В зоне окисления рудообразующими минералами служат малахит, азурит, хризоколла, нонтронит, самородная медь, халькозин, лимонит и др.

Форма проявления рудообразующих минералов различна. Обычно они образуют вкрапленность зерен размером от 0,02 до 0,1 мм неправильного очертания и разноориентированные прерывистые прожилки мощностью в сотые и десятые доли миллиметра.

Минерализация второй стадии представлена жильными минералами: кварцем и кальцитом, несущими вкрапленность борнита, халькозина и халькопирита. Кварц-кальцитовые жилы, видимые по керну, обычно имеют различное положение по отношению к структуре вмещающих пород и нередко пересекают границы напластования пород рудоносного пласта.

Для подстилающих таскудукский горизонт отложений визе—намура характерна вкрапленность (иногда густая) хорошо раскристаллизованных кристаллов пирита, реже халькопирита и арсенопирита в виде вытянутых лент в пачке известняков. В жильных минералах этой толщ (кварц, кальцит) обычно встречается вкрапленность пирита, халькопирита, галенита, борнита и других минералов. При этом халькопирит обычно приурочен к сильно перемятым участкам песчаников, обогащенным остатками органического вещества, и линзам внутриформационных конгломератов.

Во всех залежах Сарыобинского месторождения устанавливается отчетливо выраженная горизонтальная и вертикальная зональность распределения минеральных ассоциаций. Она выражается в том, что средняя часть залежей обычно сложена халькозином, переходящим ближе к периферии в зону борнитовых руд, которая на флангах рудных тел сменяется зоной халькопиритовой минерализации, включающей иногда участки, обогащенные галенитом и пиритом.

Основная масса халькопирита и пирита при этом тяготеет по восстанию к верхней части залежей. Подобная концентрическая зональность характерна для большинства залежей Центрального Джезказгана. Концентрические зоны различной минерализации имеют вытянутую овальную форму, обычно ориентированную вкрест простираний рудовмещающих пород. В некоторых залежах в направлении падения или восстания отсутствуют или слабо выражены один или два крайних члена зонального ряда. В этом случае зональность имеет дугообразно-линейную форму: в более глубоких горизонтах залежи располагается зона халькозиновой минерализации, выше по восстанию она переходит в борнитовую зону, которая в верхней части и флангах сменяется халькопирит-пиритовой минерализацией.

Горизонтальная зональность в целом по району месторождений Джиландинской группы выражена отчетливо. С продвижением от западных участков к восточным халькопиритовое оруденение сменяется борнитовым, а затем халькозиновым.

Горизонтальная зональность в целом по району месторождений выражена зоной окисления, развившейся до глубины 25 м, и зоной вторичного сульфидного обогащения, располагающейся в интервале глубин от 25 до 70 м.

Утвержденные ГКЗ по состоянию на 1 февраля 1965 г. запасы металла (меди) составляют по категории В+С₁ 583,6 тыс. т, по категории С₂—647,0 тыс. т. Среднее содержание меди в руде 1,42%.

Результаты геологоразведочных работ и подсчета запасов на месторождении показывают, что оно оконтурено разведочными скважинами в основном полностью, за исключением юго-западного фланга. На этом фланге рудные тела, погружающиеся на глубину до 700 м, в этом направлении полностью не оконтурены. Недоразведанными на месторождении остаются также фланги некоторых рудных тел. Кроме того, выявленные поисковыми работами залежи медных руд в северной части западной Сарыобинской синклинали остаются пока детально не разведанными.

Итаузское месторождение. Рудное поле Итаузского месторождения занимает площадь около 5 км². Оно расположено в 10 км к западу от пос. Северного.

Стратиграфический разрез осадочных отложений, к которым приурочено месторождение, в общих чертах аналогичен разрезу отложений Сарыобинского месторождения, но все же имеет ряд отличительных особенностей.

В разрезе златоустовского и покровского горизонтов здесь наблюдаются один, реже два слоя серых песчаников, содержащих убогую рудную минерализацию, не имеющую промышленного значения. Мощность этих пластов серых песчаников значительно уменьшена по сравнению с Центральным Джезказганом и не превышает 10 м.

В строении джиландинского горизонта визе — намюра (в стратиграфическом интервале от подошвы таскудукского горизонта до первого слоя известняков с фауной) также участвует один выдержанный горизонт серых песчаников с промышленным медным оруденением. Общая мощность рудоносных горизонтов (вместе с находящимися в них прослоями серых алевролитов и внутриформационных конгломератов) составляет в таскудукском горизонте 60—80 м, в джиландинском — 40—50 м.

Общая мощность таскудукской свиты на месторождении по сравнению с месторождением Сарыоба несколько увеличена и составляет 300 м. В структурном отношении месторождение приурочено к

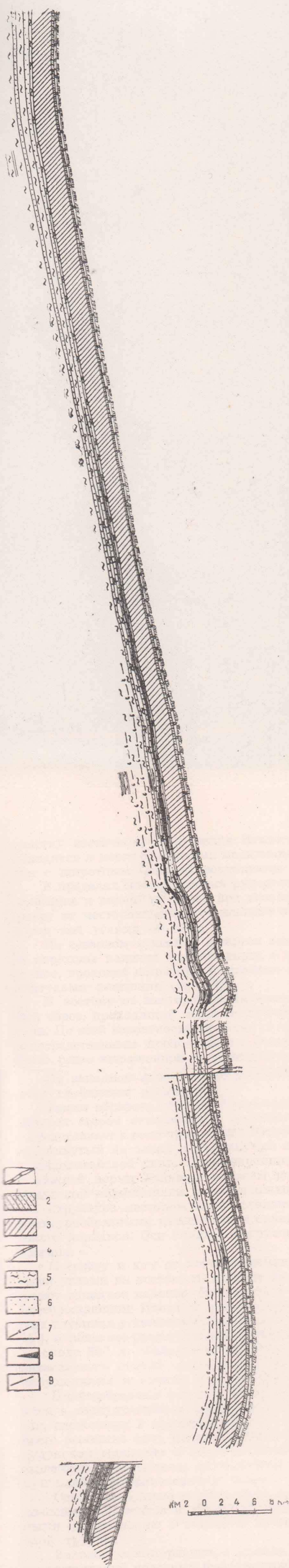


Рис. 37. Геологическая карта месторождения Итауз. 1 — конгломерат раймундовский; 2 — песчаники бурые джезказганской и таскудукской свит; 3 — алевролиты бурые; 4 — известняки окремненные; 5 — алевролиты серые; 6 — песчаники серые рудоносные; 7 — известняки с фауной визе; 8 — медные сульфидные руды; 9 — предполагаемые линии разрывных нарушений.

участку восточного погружения Итаузской брахиантиклинали. Оно находится в месте сочленения меридиональной Улутауской зоны смятия с широтным Северо-Теректинским разломом.

В пределах месторождения рудоносная толща имеет опрокинутое залегание и падает на запад под углами $60-80^\circ$, тогда как к югу и северу от месторождения установлено нормальное восточное падение пород под углами $80-85^\circ$.

На северном и южном флангах месторождения, где наблюдаются переходы падения пластов пород с западного на нормальное восточное, проходят широтные разрывные нарушения с небольшими амплитудами смещения (рис. 37).

К востоку от месторождения находится крупный меридиональный сброс, проходящий через центральную часть Итаузской синклинали. По всей вероятности, эта зона (в сторону Джезказгана) является непосредственным продолжением Златоустовской зоны сброса, особенно резко выраженной на Джезказганском месторождении.

На западном фланге месторождение осложнено Спасско-Улутауским глубинным разломом.

Таким образом, участок Итаузского месторождения ограничен с четырех сторон относительно крупными разрывными нарушениями и представляет в восточном крыле Итаузской антиклинали узкий блок, опрокинутый на запад и надвинутый на отложения джезказганской и жиделисайской свит. Такое опрокинутое залегание пород карбона и нижней перми является прямым доказательством формирования Итаузской антиклинали в посленижнепермское время.

Структура месторождения осложнена также слабопроявленными флексуобразными перегибами и складчатостью второго и более высокого порядков. Оси складок погружаются к югу, в сторону Джезказгана.

К северу и югу от месторождения, где породы падают под крутыми углами на восток, на глубине на значительном расстоянии они имеют западное падение. Например, в средней части полосы, между месторождением Итауз и рудопроявлением Кокдомбак, на небольших глубинах установлено нормальное восточное падение пород ($80-85^\circ$), а поисково-разведочными скважинами, пробуренными на глубину около 300 м, обнаружено, что они падают на запад. Эта полоса интенсивного смятия пород осложнена поперечными разрывными нарушениями и зонами сильной трещиноватости.

Пластообразные согласно залегающие рудные залежи локализуются в таскудукском и джиландинском стратиграфических горизонтах, сложенных в основном серыми и темно-серыми песчаниками. Всего выявлено пять пластообразных рудных залежей: три — в таскудукском горизонте и две — в джиландинском. Они образуют обособленные рудные тела, разобщенные в плане участками «пустых» или слабоминерализованных пород.

Основные рудные залежи здесь приурочены к средней части рудоносных горизонтов и являются более протяженными и выдержанными по сравнению с таковыми других месторождений Джиландинской группы.

Залежи характеризуются крайне неравномерным распределением содержаний полезных компонентов, что обусловлено частым чередованием горизонтов интенсивного и бедного оруденения, а также наличием прослоев и линз «пустых» пород.

Около 70% запасов руды и металла на месторождении сконцентрировано в залежи II таскудукского рудоносного горизонта. Она

объединяет три рудных тела, разобщенных в плане забалансовыми рудами, и прослеживается в субмеридиональном направлении на протяжении около 7 км при углах падения 50—80°. На флангах она имеет еще более крутое падение (75—90°).

Северное рудное тело занимает северную часть фланга рудной залежи II и отделяется от центрального рудного тела, расположенного южнее, полосой забалансовых руд шириной 300 м. Рудное тело пересечено семью скважинами по трем профилям, расположенным в 400 м друг от друга. На глубину и на северном фланге оно еще не оконтурено.

Рудное тело простирается в меридиональном направлении на 1400 м при ширине 720 м. Оно падает на запад под углами 70—85°.

Мощность рудного тела составляет от 0,9 до 1,8 м. Содержание меди в рудах колеблется от 0,62 до 1,13 %.

Центральное рудное тело занимает центральную часть рудной залежи II и простирается меридионально на расстояние около 3,5 км. Оно залегает согласно с вмещающими породами и падает на запад под углами 50—70°. Наибольшая глубина, на которую прослежено оруденение, наблюдается в средней части, где она составляет по вертикали около 800 м.

Мощность балансовых руд колеблется в большом интервале — от 0,75 до 34,1 м. Содержание меди очень неравномерное, особенно по мощности рудного тела. Среднее количество металла в руде немногим превышает 1 %.

Южное рудное тело слагает южный фланг залежи II и отделяется от центрального рудного тела узкой полосой безрудных пород шириной 150 м. Рудное тело падает на запад под углами 45—50°. Форма и размеры его аналогичны северному рудному телу.

В разрезе это рудное тело местами расщепляется на две или три рудные пачки, разобщенные прослоями или линзами «пустых» пород мощностью от 2 до 4 м. Мощность балансовых руд колеблется от 1,5 до 9 м и в среднем составляет около 4 м. Оруденение характеризуется скачкообразным изменением содержания полезного компонента.

Рудоносный горизонт 1-б (джилядинский) залегает выше рудоносного горизонта (таскудукского) и сложен мощной пачкой (40—60 м) серых песчаников. Оруденение в них образуют три рудные залежи, из которых промышленную минерализацию несут залежи II и III, приуроченные в разрезе к средней части горизонта.

Рудная залежь II образует одно относительно крупное рудное тело, расположенное в центральной части рудного поля. Она залегает выше центрального рудного тела рудоносного горизонта № 1. В вертикальной проекции рудная залежь II имеет линзообразную форму. Длина рудного тела по простираению превышает 2,5 км; глубина погружения на южном фланге составляет 350 м, а на северном — 600 м. Средняя ширина рудного тела по вертикали равна 350 м. Промышленная минерализация на флангах и в боковой части рудного тела обрамляется забалансовыми бедными рудами, которые на периферии постепенно исчезают.

Мощность промышленных руд колеблется от 0,45 до 16,9 м, а вместе с прилегающими боковыми забалансовыми бедными рудами местами превышает 20 м. Содержание меди в рудах изменяется в широких пределах, особенно по мощности, и на отдельных участках оно достигает 8 %.

Рудная залежь III вскрыта в крайней южной части месторождения выше залежи II. Она представлена одним коротким рудным

телом размером в плане 200×120 м, мощностью 1,38 м и с содержанием металла 2,54%.

Рудные тела Итаузского месторождения имеют в плане плащеобразные и округло-вытянутые формы и в разрезе таскудукского и джиландинского рудоносных горизонтов занимают определенное закономерное положение. Плащеобразные рудные тела больших размеров и со значительной концентрацией полезного компонента в большинстве случаев располагаются в средней части разреза, а мелкие линзообразные рудные тела, как правило, находятся ближе к кровле и почве рудоносных горизонтов. Размеры мелких рудных тел не превышают 250—200 м, а крупные тела в плане прослеживаются до 3,5 км при максимальном погружении по падению до 800 м. Руды Итаузского месторождения сложены главным образом борнитом, халькопиритом, реже халькозином и галенитом.

В распределении главных рудообразующих минералов наблюдается характерная концентрическая зональность. Она четко проявлена в крупной залежи II таскудукского горизонта. В ней центральная часть рудного тела сложена главным образом борнитом с незначительной долей халькозиновой минерализации. Борнит-халькозиновое оруденение в периферийной части рудного тела, особенно на боковых флангах и участках с забалансовыми рудами, постепенно сменяется преимущественно халькопиритовой минерализацией. Галенитовая минерализация подсечена отдельными скважинами на разных глубинах (до 621 м). Она пространственно тяготеет главным образом к халькопиритовой, частично к борнитовой и редко к халькозиновой зонам минерализации.

Утвержденные ГКЗ на 1 января 1965 г. запасы меди по месторождению Итауз составляют по категории C_1 499,5 тыс. т, C_2 —215,3 тыс. т при среднем содержании металла 1,08%.

Из этих цифр видно, что в настоящее время месторождению дана только предварительная промышленная оценка, так как запасы его подсчитаны по низшим категориям.

Результаты геологоразведочных работ на месторождении показывают, что по падению рудные залежи в основном оконтурены. Исключение составляет его центральная часть, где промышленные руды на большой глубине не оконтурены.

Северный и южный фланги месторождения по простиранию разведены редкой сетью выработок.

Рудопроявление Донызауз расположено в 7,5 км к северу от месторождения Итауз и находится на продолжении той же рудовмещающей толщи, что и Итауз.

По предварительным данным, геологический разрез Донызаузского рудопроявления во многом напоминает разрез Сарыобинского месторождения: здесь в строении таскудукского горизонта принимают участие те же серые среднезернистые песчаники с прослоями зеленовато-серых алевролитов и конгломератов, что и на Сарыобинском месторождении. Мощность таскудукского горизонта в среднем составляет 60—80 м.

В структурном отношении рудопроявление Донызауз приурочено к Итаузской синклинали, расположенной на восточном погружении Итаузской брахиантклинали. В замковой части этой структуры рудоносная толща полого (под углами 10 — 35°) погружается на юг. На крыльях углы падения пород постепенно увеличиваются к югу (в сторону Сарыобинского и Итаузского месторождений) и достигают 60° .

Разрывные нарушения на площади рудопоявления распространены довольно широко. Наиболее крупный из них—широтный взбросо-сдвиг, осложняющий структуру Итаузской синклинали в ее центральной части. Амплитуда смещения блоков пород вдоль нарушения в плане достигает 400 м. Взбросо-сдвиговое нарушение сопровождается широкой зоной мелких нарушений и трещин, по некоторым из них происходит смещение пород на амплитуду до 30 м. Разрывные нарушения с менее значительными смещениями горных пород (3—5 м) развиты почти повсеместно. Трещины обычно заполнены жильным кварцем, кальцитом и окислами железа. В отличие от других месторождений Джекказганского рудного поля, здесь в зонах нарушений из жильных минералов наиболее распространен кварц. В приконтактной части нарушений породы осветлены и окварцованы.

Рудная минерализация на рудопоявлении Донузауз встречена вблизи широтного взбросо-сдвига (на восточном крыле Итаузской синклинали) и в оперяющих его мелких разрывных нарушениях. Оруденение приурочено к небольшим меридиональным нарушениям, секущим структуру, и к их зальбандам.

Рудопоявление является перспективным, так как в структурном отношении занимает промежуточное положение в полосе месторождений Сарыоба—Итауз. Оно приурочено ко вторичной складке, осложненной разрывными нарушениями. Кроме того, в разрезе рудопоявления здесь обнаружен новый горизонт серых песчаников, отсутствующий на других месторождениях Джиландинской группы.

Рудопоявление Кокдомбак находится в 8,5 км южнее месторождения Итауз. Вся его площадь, за исключением южной части, перекрыта рыхлыми отложениями. В южной части есть редкие естественные обнажения и высыпки делювия коренных пород, местами с вкрапленностью и примазками малахита. Общая площадь рудопоявления 1,4 км².

В стратиграфическом отношении Кокдомбакское рудопоявление аналогично месторождению Итауз. Средняя мощность таскудукского и джиландинского горизонтов соответственно равна 70 и 80 м. Рудопоявление Кокдомбак приурочено к восточному крылу Итаузской брахиантисклинали, недалеко от ее южного замыкания.

Рудоносная толща здесь имеет моноклиналиное залегание с падением пород на восток под углами 70—85°. Такое крутое падение рудоносной толщи прослеживается по всему восточному крылу Итаузской брахиантисклинали, вплоть до западного крыла Итаузской синклинали, где намечается постепенное выполаживание углов падения, и в замковой ее части оно составляет лишь 20—30°.

Оруденение здесь выявлено в таскудукском и джиландинском горизонтах. Рудные тела имеют форму небольших линз, залегающих согласно с вмещающими их серыми среднезернистыми песчаниками.

Основным рудообразующим минералом в зоне окисления является малахит. В сульфидной зоне разведочной скважиной № 1701 на глубине 210 м обнаружена убогая вкрапленность халькопирита, в таскудукском горизонте не имеющая промышленной ценности. В джиландинском горизонте, в интервале глубин 559,10—559,60 м, также выявлена редкая рассеянная вкрапленность халькопирита. Эти единичные разведочные скважины пока не дают представления о промышленных перспективах Кокдомбакского рудопоявления. Однако ясно, что это рудопоявление служит южным продолжением Итаузского месторождения, поэтому для его окончательной промыш-

ленной оценки необходимо провести дополнительные геологоразведочные работы.

Месторождение Кипшакпай расположено в 2 км к востоку от пос. Северного и в 4 км от месторождения Сарыоба.

С месторождением Кипшакпай тесно связан участок Айрамбай, который примыкает к его западному флангу.

Общая площадь месторождения 6 км². На Кипшакпайском месторождении Джекказганской ГРП еще в 1938—1940 гг. были проведены поверхностные геологоразведочные работы, выразившиеся в проходке канав и мелких скважин ручного бурения. В 1955 г. разведка месторождения возобновилась и проводилась до 1958 г. Джиландинской ГРП ЦКГУ. В эти годы площадь месторождения была покрыта геологосъемкой, а в 1958 г. было уточнено строение отдельных его участков, осложненных разрывными нарушениями, и выяснена геологическая позиция Айрамбайского участка.

На месторождении Кипшакпай оруденение приурочено к серым песчаникам только таскудукского горизонта таскудукской свиты. Мощность горизонта колеблется от 40 до 90 м и в среднем составляет 60 м.

В златоустовском горизонте серые песчаники участвуют в значительно меньших масштабах и имеют малую мощность. Как правило, сероцветные песчаники златоустовского горизонта не несут в себе промышленного оруденения. Исключение составляет только центральная часть месторождения, где в серых песчаниках местами наблюдается рудная минерализация, редко достигающая промышленных концентраций.

В разрезе месторождения рудоносные горизонты, залегающие стратиграфически выше златоустовского, не содержат сероцветных пород и в основном представлены красными песчаниками, алевролитами и аргиллитами (рис. 38).

В таскудукском горизонте наблюдаются постепенные фациальные изменения, которые заключаются в уменьшении мощности серых песчаников и увеличении мощности пластов красных и серых алевролитов. На южном фланге месторождения также отмечается общее уменьшение мощности таскудукского горизонта.

Подстилающие таскудукский горизонт отложения визе — намюра на месторождении представлены преимущественно пятнистыми, серыми и темно-серыми алевролитами, включающими горизонты темно-серых битуминозных известняков. Месторождение расположено на южном погружении Джиландинской антиклинали, в 3 км к востоку от месторождения Сарыоба, на участке, осложненном складчатостью второго и более высоких порядков.

В пределах месторождения рудовмещающие песчаники имеют падение на юг под углами 10—20°, а на крыльях флексур падения становятся более крутыми и достигают 50—60°.

Рудное поле осложнено коробчатыми складками, флексурами сундучного профиля и разрывными нарушениями типа сбросо-сдвигов с амплитудой горизонтального смещения блоков по их плоскостям от 80 до 120 м.

В центральной части месторождения проходит ось наиболее крупной вторичной складки, на крыльях которой пласты погружаются под углами 50—60°. К сводовой части этой вторичной коробчатой складки приурочено наиболее интенсивное медное оруденение.

На месторождении Кипшакпай оруденение установлено в таскудукском, промежуточном и джиландинском рудоносных горизонтах,

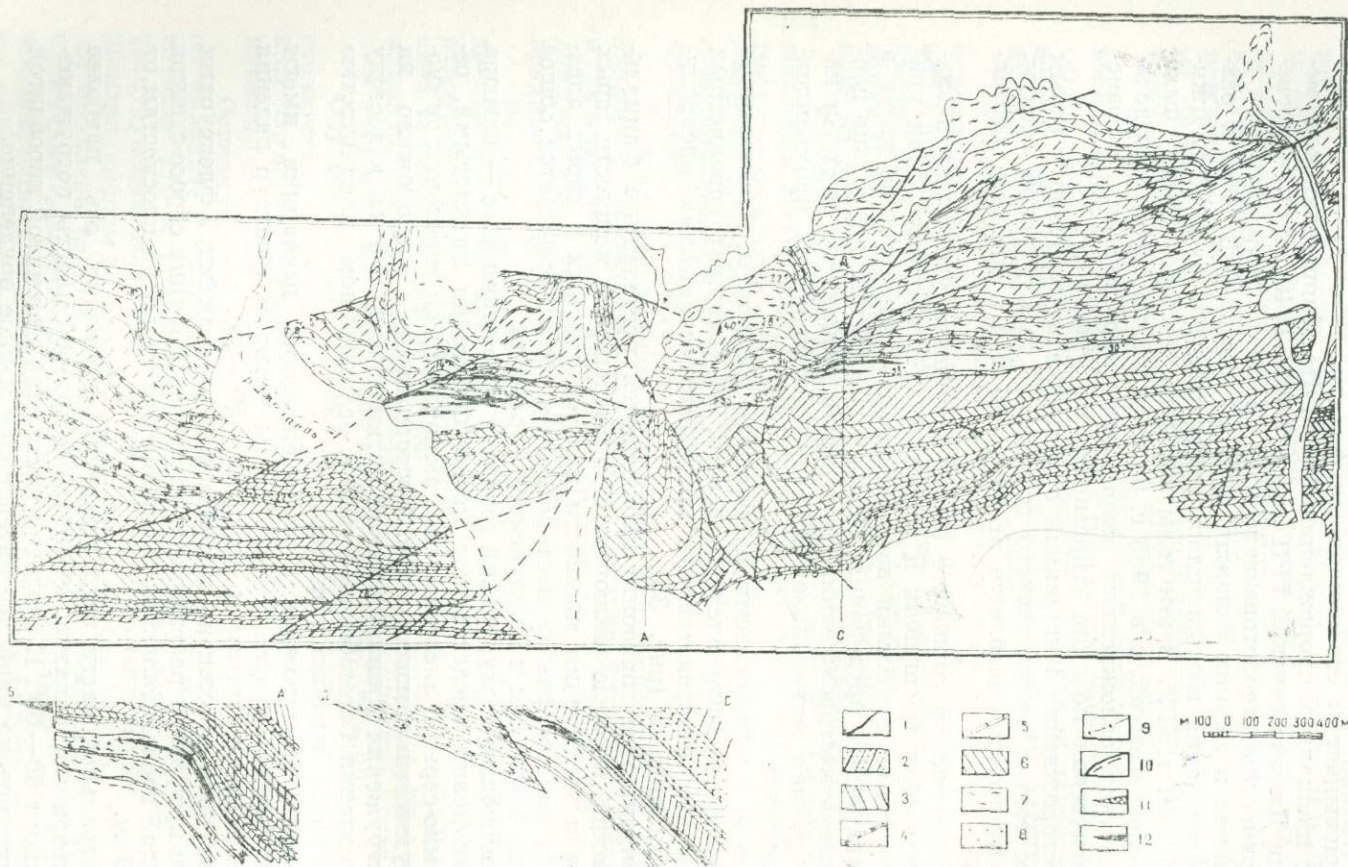


Рис. 38. Геологическая карта месторождения Кипшакпай. 1 — современные отложения. Джеккаганская свита: 2 — песчаник бурый, 3 — алевролит бурый, 4 — конгломерат раймундовский. Таскудукская свита: 5 — известняки окремненные, 6 — алевролит бурый, 7 — алевролит серый, 8 — песчаник серый рудоносный, 9 — известняк с фауной визе — намюра; 10 — линии разрывных нарушений; 11 — окисленные медные руды; 12 — промышленные сульфидные медные руды.

на ограниченных участках той площади, где распространены сероцветные песчаники. Рудное тело имеет пластообразную форму. Промышленная минерализация приурочена здесь только к таскудукскому горизонту, мощность которого в пределах месторождения составляет более 60 м и увеличивается в сторону западного фланга до 120 м (рудопроявление Айрамбай).

На месторождении установлены мелкие в плане, округлые, линзообразные, плащеобразно вытянутые и ленточные рудные тела. Они согласно залегают с вмещающими породами и падают на юг под углами 20—30°. Общая площадь оруденения составляет 400×260 м, средняя мощность 0,55 м, среднее содержание меди 1,90%.

Руда сложена преимущественно борнитом с подчиненным количеством халькозина, галенита и сфалерита. Забалансовые руды, оконтурированные в почве и кровле рудного тела, в основном халькопиритовые.

Жильные минералы представлены кварцем, кальцитом, баритом и сидеритом, которые образуют пластовые и секущие жилы и прожилки, приуроченные к зонам разрывных нарушений и участкам с интенсивным развитием трещин. В них часто наблюдаются отдельные крупные кристаллы и тонкозернистые скопления рудных минералов.

Утвержденные ГКЗ на 1 февраля 1965 г. запасы меди по Кипшакпайскому месторождению по категории C_1 составляют 120,2 тыс. т, по C_2 —192,9 тыс. т при среднем содержании металла в руде 1,54%.

Как видно, месторождение Кипшакпай по своему масштабу относится к средним. В настоящее время ему дана только предварительная промышленная оценка.

Рудопроявление Айрамбай расположено на западном продолжении Кипшакпайского месторождения, на территории пос. Северного. Общая его площадь 1,7 км².

Участок Айрамбай, как и месторождение Кипшакпай, приурочен к серым песчаникам таскудукского горизонта, и геологические его позиции тождественны месторождению Кипшакпай.

Отличительные черты участка — увеличение мощности таскудукского рудоносного горизонта до 120 м и преимущественно сероцветный состав его отложений.

Участок Айрамбай приурочен к юго-западному погружению Джиландинской антиклинали. В нем выделяется небольшое одноименное поднятие второго порядка.

Центральная часть участка осложнена зоной широтного сбросо-сдвига, установленной, как отмечалось выше, в полосе месторождений Сарыоба и Кипшакпай.

В пределах рудопроявления таскудукская свита имеет моноклиналиное залегание с падением пластов под углами 10—20° на юг-юго-запад.

Зона широтного сбросо-сдвига сопряжена с оперяющими ее разрывными нарушениями, вдоль которых амплитуда смещения пород в горизонтальном направлении не превышает 30 м.

На участке Айрамбай выявлено два рудных тела, которые по своему стратиграфическому положению в разрезе соответствуют залежи II таскудукского горизонта. Одно из них с медной минерализацией имеет размеры 420×150 м и мощность 3,11 м, среднее содержание меди в нем 0,92%. Другое рудное тело, несущее свинцовую минерализацию, имеет размеры 280×300 м, среднюю мощность 2 м, среднее содержание свинца 0,76%.

Основными рудообразующими минералами в зоне окисления рудных тел являются малахит и азурит, а в зоне первичных руд — халькозин, борнит и галенит. Руды имеют типичный прожилково-вкрапленный характер. Следует отметить, что иногда оруденение приурочено к зонам тектонических нарушений в красных песчаниках. Тогда оно локализовано в жилах кварца, кальцита и барита, цементирующих брекчированные обломки красных пород.

Результаты геологоразведочных работ показали, что определенный интерес представляют южный фланг участка и рудоносные горизонты визе — намюра, где по аналогии с Сарыобинским месторождением могут быть вскрыты новые слепые рудные залежи.

Месторождение Карашошак приурочено к северному крылу Карашошакской синклинали, являющейся одной из северных ответвлений Джекказганской синклинали. Оно расположено в 8 км к северо-востоку от пос. Северного. Общая площадь месторождения 8 км².

В течение ряда лет (1939—1965 гг.) здесь проводились геологоразведочные работы, в результате которых установлено, что стратиграфия слагающих Карашошакское месторождение отложений аналогична таковой месторождения Кипшакпай (рис. 39).

Отличительной особенностью месторождения Карашошак является то, что мощность рудоносных песчаников таскудукского горизонта здесь значительно меньше и варьирует от 10 до 50 м и в среднем составляет 20—30 м.

В отличие от месторождений Кипшакпай, здесь определенный интерес представляет джиландинский горизонт, на выходах которого обнаруживаются окисленные руды. До проведения детальных работ это оруденение стратиграфически увязывалось с таскудукским горизонтом.

Мощность серых песчаников джиландинского горизонта 60 м. На глубину горизонт разведочными скважинами не прослежен.

В месторождении Карашошак рудовмещающие песчаники погружаются на юг под углами 10—25°. В сторону погружения общей структуры месторождения углы падения этих пород постепенно увеличиваются и достигают 50°.

Месторождение осложнено разрывными нарушениями типа сбросо-сдвигов (с амплитудами смещения блоков пород в плане 70—100 м) и зонами смятия типа коленчатых флексур. К участкам, осложненным пликативной и разрывной тектоникой, и приурочены основные запасы медных руд месторождения.

Рудоносный горизонт № 1-6 (джиландинский) выделяется в верхней копкудукской свите и стратиграфически залегает выше верхнего прослойка известняков, содержащего фауну визе — намюра, на 50—60 м. Нормальная мощность горизонта составляет 80—100 м. Размер рудного тела в плане 400×280 м, средняя мощность 1 м, среднее содержание меди 1,04%. По падению и на флангах рудное тело не оконтурено.

Рудоносный горизонт № 1 залегает в основании таскудукской свиты, где переслаиваются зеленовато-серые алевроиты, серые песчаники и красные алевролиты и песчаники. Мощность горизонта колеблется от 20 до 70 м.

По интенсивности оруденения рудоносный горизонт № 1 на месторождении Карашошак занимает ведущее место по сравнению с другими горизонтами. Геологоразведочными работами в нем установлены три рудные залежи, приуроченные к различным прослоям сероцветных пород. Размеры рудных тел колеблются от 200×100 до

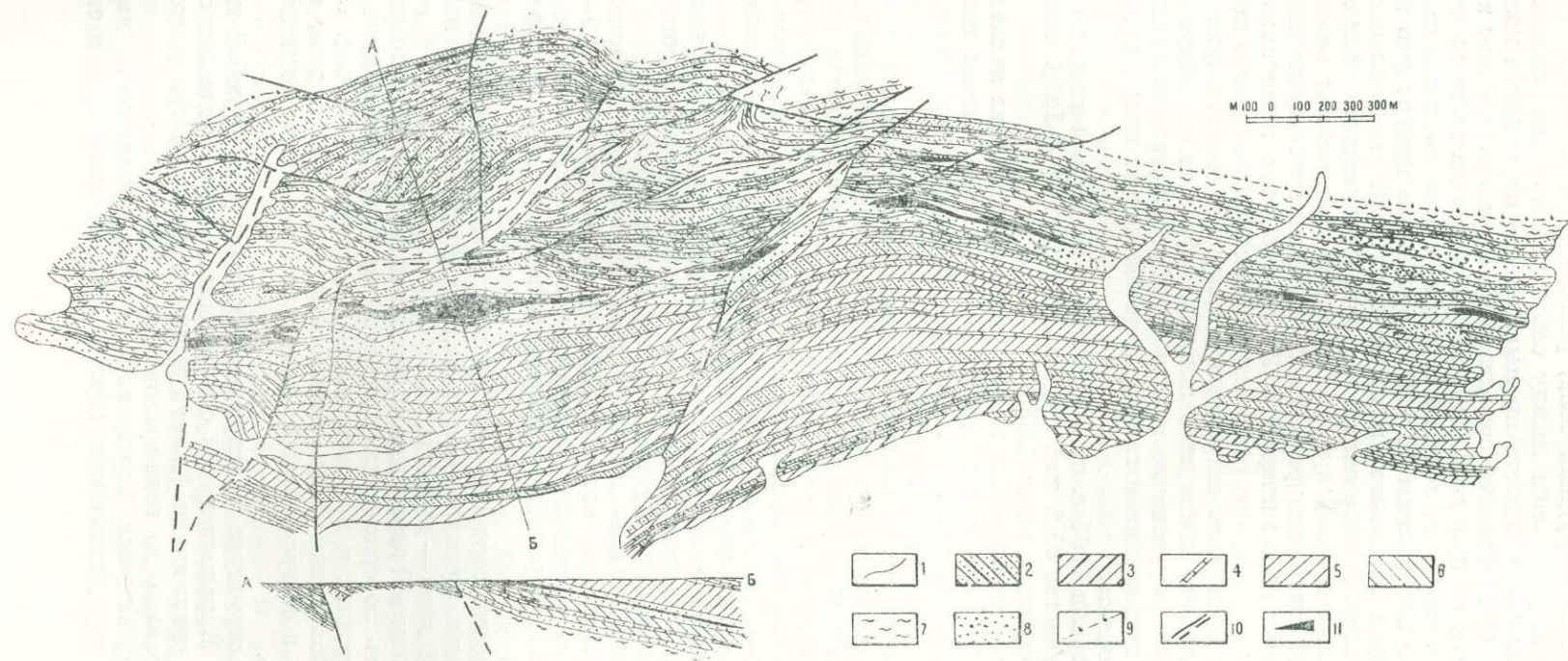


Рис. 39. Геологическая карта месторождения Карашошак. 1 — современные отложения. Джезказганская свита: 2 — песчаники бурые, 3 — алевролит бурых. Таскудукская свита: 4 — кремнистые известняки, 5 — алевролит бурых, 6 — песчаник бурых, 7 — алевролит серый, 8 — песчаник серый рудоносный, 9 — известняк с фауной виле — намяра; 10 — линии разрывных нарушений; 11 — окисленные и сульфидные медные руды.

700×250 м. Четыре рудных тела, расположенных в западной части месторождения, разделены между собой контурами забалансовых руд. Вертикальная мощность промышленного оруденения колеблется от 0,83 до 12,10 м. Среднее содержание меди по отдельным выработкам изменяется от 0,58 до 3,27 %. Все рудные тела имеют выходы на дневную поверхность и, залегая согласно с вмещающими породами, падают на юг под углами 10—20°. Оруденение приурочено к низам рудовмещающих горизонтов и имеет типичный прожилково-вкрапленный характер. В зоне окисления рудообразующими минералами являются малахит, реже куприт, азурит и хризоколл; очень редко наблюдаются остаточные реликты борнита или халькопирита с оторочками окисленных минералов. Из сульфидных минералов преобладают халькозин, борнит, реже встречаются халькопирит и ковеллин. Из жильных минералов встречаются кварц, кальцит, барит и сидерит. Эти согласные и секущие жильные образования несут в себе довольно богатое оруденение в виде зерен и кристаллов халькопирита, борнита, халькозина и галенита, достигающих местами довольно крупных размеров.

На 1 февраля 1965 г. в ГКЗ утверждены запасы меди по категории C_1 в количестве 41,2 тыс. т и по категории C_2 — 126,6 тыс. т при среднем содержании меди 1,33 %.

Из приведенных данных видно, что месторождение является слабообследованным. Запасы категории C_2 превышают запасы категории C_1 более чем в три раза. Поэтому на месторождении необходимо провести дополнительные геологоразведочные работы по более густой разведочной сети, чтобы получить запасы более высоких категорий, а также с целью оконтуривания флангов. Разведочные работы в первую очередь должны проводиться в юго-западной (полоса зоны разрывных нарушений) и центральной частях месторождения, где наиболее крупные залежи промышленных руд пока не оконтурены.

Поисково-разведочные работы следует проводить к востоку от месторождения, в районе Карашошакской синклинали.

Копкудукское рудопроявление. В структурном отношении оно приурочено к юго-восточному крылу Карашошакской синклинали. Общая площадь Копкудукского рудопроявления 2 км².

Меденосными здесь являются серые песчаники таскудукского горизонта, мощность которых 10—40 м, в среднем 20—30 м.

Все другие рудоносные горизонты, залегающие выше таскудукского горизонта, практически представлены различными фациями красноцветов.

Таскудукский горизонт сложен зеленовато-серыми и темно-серыми песчаниками, аргиллитами и маломощными пластами известняков с фауной визе — намюра.

Джиландинский горизонт в отложениях визе — намюра имеет меньшую мощность по сравнению с основными месторождениями Джиландинской группы и на поверхности является безрудным.

В рудопроявлении серые меденосные песчаники падают под углами 10—20° в северо-западном направлении и имеют моноклиналиное залегание.

В целом структура рудопроявления представляет собой юго-восточное крыло Карашошакской синклинали, которая отделена от Талдыбулакской синклинали Копкудукским поднятием, где рудоносная толща эродирована до визе-намюрских пород.

Из дизъюнктивных нарушений в рудопроявлении наиболее крупные два меридиональных сброса, которые находятся в его цен-

тральной части. Горизонтальная амплитуда смещения пород вдоль этих нарушений достигает 150 м.

На поверхности рудные залежи имеют форму мелких линз, вытянутых по простиранию. Из рудных минералов в зоне окисления встречены малахит, азурит и самородная медь.

В сульфидной зоне встречены только халькопиритовые руды при мощности 0,75 м и среднем содержании меди 1,03%. Оконтуривание и дальнейшая разведка залежи не производились. Вероятно, эта залежь в дальнейшем будет прослежена также в северо-восточном направлении.

Рудопроявление изучено слабо и преимущественно только с поверхности, поэтому пока нельзя сделать каких-либо окончательных выводов о его масштабах.

Для окончательной промышленной оценки рудопроявления необходимо провести дополнительные работы с обязательным подсечением рудоносных горизонтов в зоне сульфидных руд.

Джартасское месторождение расположено на западном пологопадающем крыле Кенгирской брахиантиклинали первого порядка, в 20 км к северу от Джезказганского рудника. Общая площадь месторождения 7 км².

Как показали результаты геологоразведочных работ, на месторождении оконтурены выходы на поверхность 13 рудных тел (с учетом непромышленных руд), стратиграфически отвечающих следующим рудоносным горизонтам джезказганской свиты:

залежь № 1	—	рудоносный горизонт № 4
залежь № 1, 2, 3	—	» » № 5
» № 1, 2	—	» » № 6

Основным рудоносным горизонтом является «средний раймундовский» горизонт, в котором установлено промышленное медно-свинцовое оруденение. Остальные рудоносные горизонты на поверхности проявляются окисленной минерализацией, а вскрытая на глубине сульфидная минерализация в них практической ценности не имеет.

На участке месторождения Джартас породы простираются в северо-западном (азимут 335—350°) направлении. Они моноклинально погружаются на запад под углами 5—10° (рис. 40).

Участок разбит сетью межпластовых и секущих нарушений с небольшими амплитудами смещения пород.

Месторождение Джартас, в отличие от других месторождений Джиландинской группы, характеризуется приуроченностью оруденения к рудоносным горизонтам, занимающим более высокое стратиграфическое положение. Здесь промышленная сульфидная минерализация наблюдается в трех нижних рудоносных горизонтах (№ 4, 5, 6) джезказганской свиты.

Детальные геологоразведочные работы на этом месторождении были завершены в 1959 г.

Рудоносный горизонт № 4 залегает в основании джезказганской свиты и состоит из двух слоев серых песчаников D₁ и D₂. В этом горизонте содержится четыре обособленных рудных тела, два из которых выходят на дневную поверхность на расстоянии 100 м друг от друга. В зоне окисления они вскрыты канавами. Мощности их соответственно равны 2,63 и 3,86 м, а среднее содержание меди — 1,58 и 2,85%. Другие два рудных тела являются слепыми. Они пересечены скважинами на глубинах 120 и 150 м. Падение рудных тел западное,

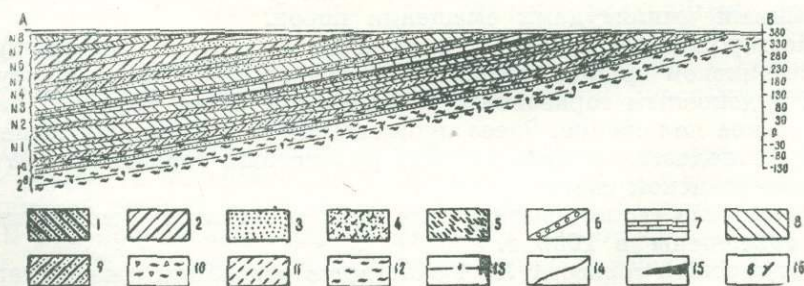
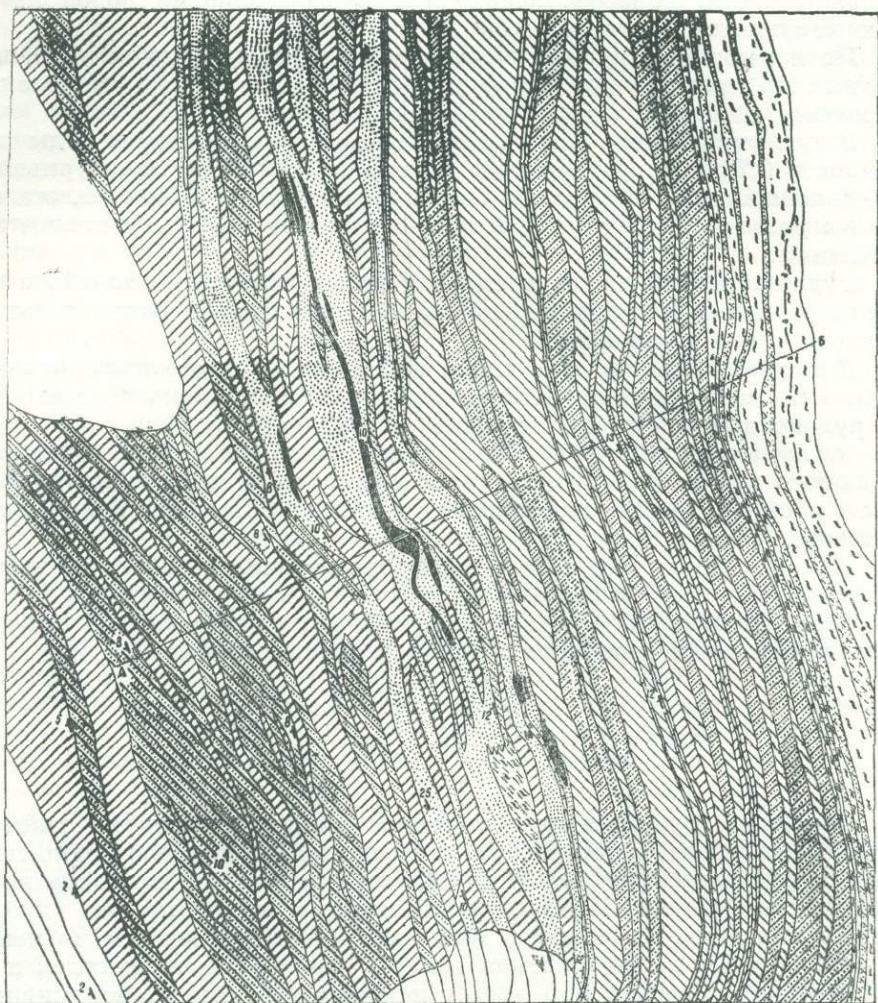


Рис. 40. Геологическая карта месторождения Джарта́с. Джекказганская свита: 1 — песчаники бурые, 2 — алевролиты красные, 3 — песчаники серые рудоносные, 4 — песчаники серые нерудоносные, 5 — алевролит серый, 6 — раймундовский конгломерат. Таскудукская свита: 7 — известняки окремненные (роговики), 8 — алевролиты красные, 9 — песчаники красные, 10 — пятнистый алевролит. Отложения визе — намюра: 11 — песчаники зеленовато-серые нерудоносные, 12 — алевролиты зеленовато-серые, 13 — известняки темно-серые с фауной; 14 — границы рудоносных горизонтов; 15 — промышленные сульфидные медные руды; 16 — элементы залегания пород.

под углами $5-10^\circ$. Их размеры 200×140 , 400×300 м, средняя мощность 2 м, среднее содержание меди 0,70%.

Главными минералами в зоне окисления являются малахит, азурит и лимонит. В зоне сульфидных руд основным рудообразующим минералом во всех рудных телах служит халькопирит.

Рудоносный горизонт № 5 стратиграфически залегает выше рудоносного горизонта № 4 и имеет мощность 60—70 м. Он сложен сероцветными песчаниками, содержащими местами один-два прослоя красноцветных алевролитов и аргиллитов.

В рудоносном горизонте установлены три рудные залежи, приуроченные к различным стратиграфическим горизонтам серых песчаников.

На северо-восточном и южном флангах этого рудного тела выделяются два участка медно-свинцовых руд размерами 900×200 и 200×100 м. Средняя мощность равна соответственно 2,07 и 1,36 м, среднее содержание свинца — 0,73 и 0,53%. На северо-восточном участке медно-свинцовых руд установлено также присутствие цинка, содержание которого достигает 0,85%. Балансовые медные руды в нем представлены тремя телами, разделенными между собой забалансовыми рудами. Размеры промышленных руд колеблются от 500×150 до 900×300 м, мощность — от 0,69 до 17,65 м при содержании меди от 0,75 до 5,52%.

Рудоносный горизонт № 6 залегает стратиграфически выше предыдущего. Он сложен толщей красноцветных пород, включающей два, реже три прослоя серых песчаников, приуроченных к основанию средней и верхней частей рудоносного горизонта. Общая мощность его 50—70 м.

В горизонте № 6 оруденение встречено в центральной части месторождения (скв. 71), в породах нижней пачки серых песчаников, и на южном фланге месторождения (скв. 106), в нижнем и среднем прослоях серых песчаников. Размеры их соответственно составляют 200×200 и 100×100 м.

Падение рудных тел западное, под углами $10-15^\circ$.

Рудное тело, подсеченное скважиной 71, представлено окисленными рудами, а рудные тела, подсеченные скважиной 106, — халькопиритовыми. В кровле нижнего рудного тела почти в равных соотношениях с халькопиритом присутствует галенит. По этому горизонту подсчитаны запасы забалансовых руд.

Утвержденные ГКЗ по состоянию на 1 февраля 1965 г. запасы меди составляют по категории C_1 70,9 тыс. т, по категории C_2 74,7 тыс. т при среднем содержании меди 1,99%.

Необходимо отметить, что месторождение является достаточно разведанным по категории C_1 , и перспективы увеличения запасов за счет расширения площади оруденения как по простиранию, так и по падению здесь весьма ограничены.

В дальнейшем геологоразведочные работы на данном месторождении могут проводиться лишь с целью перевода запасов из низших категорий в более высокие путем сгущения разведочной сети.

Рудопроявление Соркудук расположено в 10 км к югу от месторождения Джаргас. Площадь его 10,6 км².

Геологические особенности рудопроявления во многом тождественны с Джаргасским месторождением. Отличительной особенностью являются лишь повышенное количество сероцветных фаций и большая мощность их в разрезе джекказганской и таскудукской свит.

На участке оконтурены четыре рудных тела, стратиграфически отвечающих следующим рудным залежам и рудоносным горизонтам таскудукской и джезказганской свит:

залежь № 1	—	рудоносный горизонт № 1
» № 2	—	» » № 4
залежи № 1, 2	—	» » № 5

Участок Соркудук расположен на северо-западном крыле Кенгирской антиклинали, в месте поворота субмеридиональных структур на северо-восток. Породы здесь имеют моноклинальное падение на северо-запад под углами $20-30^\circ$. Простираение пород северо-восточное под углами $30-60^\circ$.

Складчатость более высокого порядка на участке выражена слабыми проявлениями флексурообразных перегибов.

Участок осложнен секущими и межпластовыми разрывными нарушениями.

Промышленное оруденение здесь выражено на ограниченной площади (700×400 м) в составе рудоносных горизонтов № 4 и 5. Рудные залежи представлены небольшими линзочками.

Рудообразующими минералами в зоне сульфидных руд являются халькопирит, пирит, галенит, борнит, халькозин, марказит, ковеллин, арсенопирит и другие. Свинцово-цинковая минерализация имеет подчиненное значение и обычно встречается совместно с медными рудами. В зоне окисления оруденение представлено вкрапленностью малахита и азурита. Хризоколла отмечается в единичных случаях.

Месторождение оконтурено со всех сторон, поэтому перспективы дальнейшего расширения запасов здесь весьма ограничены.

Пектасское рудопроявление находится в 25 км на северо-восток от рудника Джезказган. На севере оно граничит с рудопроявлением Копкудук, а на юге — с месторождением Джартас. Общая площадь рудопроявления 3,2 км².

В разрезе пород, слагающих рудопроявление, доминируют породы с красновато-серой и вишнево-красной окраской. Песчаники серой окраски занимают в разрезе подчиненное место и приурочены к единственному таскудукскому рудоносному горизонту, который подстилается красноцветными пятнистыми алевролитами. Мощность и литологический состав рудоносной толщи аналогичны месторождению Джартас.

Оруденение с поверхности установлено в рудоносных горизонтах № 1, 5, 6 и 7 в виде изолированных выходов и высыпок делювия окисленных руд, представленных вкрапленностью и примазками малахита в серых (рудоносный горизонт № 1) и буровато-серых (рудоносные горизонты № 5, 6 и 7) песчаниках.

Мощность рудомещающих песчаников во всех горизонтах колеблется от 10 до 50 м.

В тектоническом отношении участок представляет моноклинально падающее западное крыло Кенгирской антиклинали с простираaniem пород на север-северо-запад ($340-360^\circ$) и падением на юго-запад под углами $10-15^\circ$.

На рудопроявлении отмечены секущие разрывные нарушения типа сбросо-сдвигов с амплитудами горизонтального смещения пород, достигающими 300—350 м.

Буровыми работами в таскудукском горизонте вскрыта медно-рудная залежь мощностью 0,6 м со средним содержанием меди 1,6%.

Прослеживание и оконтуривание залежи в направлении дальше на север не производились, а к югу ее распространение ограничено.

Рудообразующими минералами в зоне первичных руд являются халькозин и борнит, образующие прожилки и вкрапления в сером песчанике.

Недостаточный объем проведенных здесь поисково-разведочных работ не позволяет дать рудопроявлению обоснованную промышленную оценку. Однако, учитывая неблагоприятную геологическую обстановку, можно предполагать, что его перспективы ограничены.

На рудопроявлении Пектас, как и в полосе между месторождениями Джартас и Пектас, для окончательной оценки перспективных участков работы следует продолжить.

Талдыбулакское рудопроявление приурочено к Талдыбулакской мульде, являющейся вторичной структурой в краевой северо-западной части Джезказганской синклинали. Общая площадь Талдыбулакской структуры 35 км². В пределах рудопроявления известны только низы таскудукской свиты, причем в ее разрезе нет маркирующего горизонта роговиков. Породы, слагающие Талдыбулакскую структуру, представлены исключительно красноцветными разностями. Исключение составляют лишь четыре пласта серых песчаников, из которых первые три по своему стратиграфическому положению отвечают златоустовскому, а четвертый — таскудукскому рудоносному горизонту. Первый и второй слои серых песчаников (2—5 м) по простиранию и падению часто выклиниваются, третий и четвертый являются рудоносными и хорошо выдержаны. Мощность рудовмещающих песчаников златоустовского горизонта колеблется от 15 до 25 м и в среднем равна около 20 м, таскудукского — от 15 до 50 м и в среднем — 25—40 м.

Общая мощность таскудукской свиты на этом рудопроявлении значительно больше обычной и составляет около 400—450 м.

В структурном отношении Талдыбулакский участок представляет собой мульду, являющуюся вторичной структурой Джезказганской синклинали. Она расположена в краевой (угловой) северо-восточной части этой герцинской складки. Талдыбулакская мульда четко оконтуривается по выходам маркирующих горизонтов (известняков с кремнями и известняков с фауной визе — намюра).

По длинной оси мульда протягивается на 11—12 км в направлении с юга на север. Восточное и западное ее крылья (граница структуры принята по основанию таскудукской свиты) максимально удалены друг от друга на 4 км.

В Талдыбулакской структуре максимальное погружение рудоносных горизонтов (до 500—600 м) наблюдается в ее южной части. В центральной части таскудукский горизонт погружается на глубину не более 250—300 м. Углы падения восточного крыла структуры 50—60°, западного 7—12°.

Мульда частично осложнена складчатостью третьего порядка и мелкими разрывами типа сбросо-сдвигов, развитыми преимущественно на ее восточном крутопадающем крыле и, очевидно, обусловленными проявлением наиболее поздних фаз варисского тектогенеза. Амплитуда горизонтального смещения пород вдоль сбросо-сдвигов не превышает 20—30 м.

Окисленная минерализация на рудопроявлении Талдыбулак фиксируется в виде коротких вытянутых по простиранию линз. Она представлена вкрапленностью и «примазками» по трещинам малахита и азурита. Из минералов зоны окисления встречаются также куприт и самородная медь.

В зоне первичных руд основными рудными минералами являются гнездообразные скопления халькопирита и реже крупноагрегатная вкрапленность халькозина, борнита, галенита и пирита. Следует отметить, что в зоне сульфидных руд развиты, как правило, многочисленные мелкие трещины (от нитевидных до 1—2 см), обычно выполненные молочно-белым кальцитом и кварцем с вкрапленностью халькопирита, борнита и галенита.

Вскрытая буровыми скважинами залежь сульфидных медных руд имеет размеры в плане 100×450 м при средней мощности около 2,5 м. Среднее содержание меди составляет 1,66%. Кроме того, вскрыты две короткие линзы свинцовых руд. Все три рудных тела залегают в таскудукском горизонте и приурочены к восточному и северному крыльям Талдыбулакской структуры. Разведочными работами здесь освещена площадь в 60 км², в которой выявлены мелкие рудные тела, морфологически представленные короткими линзами и лентами.

Учитывая, что в последние годы на площадях детальных разведок (по сети 100×100 и 200×200 м) были выявлены прихотливые очертания основных рудных залежей (Сарыобинское месторождение), для окончательной перспективной оценки Талдыбулакской структуры здесь следует провести дополнительные геологоразведочные работы.

ХАРАКТЕР ВЫКЛИНИВАНИЯ И ИЗМЕНЧИВОСТИ РУДНЫХ ТЕЛ

На Джезказганском месторождении ранее были известны три следующих типа «выклинивания» рудных тел:

1) полное (стратиграфическое) выклинивание слоя рудовмещающих серых песчаников; такой тип выклинивания в рудном поле Джезказгана встречается чрезвычайно редко;

2) практическое (кондиционное) выклинивание, когда рудовмещающие серые песчаники, сохраняя свою нормальную мощность, за пределами промышленного рудного тела несут убогую минерализацию, не достигающую промышленных концентраций;

3) генетическое выклинивание, характеризующееся полным отсутствием за пределами промышленных руд всяких признаков рудной минерализации.

У большинства оконтуренных рудных залежей Джезказганского месторождения наблюдается кондиционное выклинивание.

Научный сотрудник Института геологических наук им. К. И. Сатпаева АН КазССР Л. В. Копяткевич [104] на большом фактическом материале, полученном при эксплуатации Джезказганского месторождения, детально изучила характер выклинивания рудных тел.

По девяти рудным залежам месторождения рассмотрено 238 почти полностью отработанных блоков, расположенных в приконтурной рудной полосе. Методика изучения характера выклинивания заключалась в составлении по выбранным 162-м направлениям фактических профилей рудных тел с использованием маркшейдерской документации и данных бороздового и шпурового опробования очистных камер приконтурной полосы залежи. Всего по девяти рудным залежам составлено 162 профиля.

В результате выяснилось, что для рудных тел месторождений джезказганского типа понятие «выклинивание» применимо только условно, так как практически происходит не выклинивание рудных тел, а рассеивание минерализации, причем процесс рассеивания чаще совершается не равномерно, а скачкообразно.

Все изученные случаи «выклинивания» рудных тел в Джезказгане можно объединить в следующие четыре основных типа.

1. К периферии мощность рудного тела в общем уменьшается, но не плавно. Процентное содержание полезных компонентов или тоже уменьшается, или колеблется, или же не меняется. Такой тип более или менее нормального выклинивания зафиксирован в 67 случаях из 162 наблюдений.

2. Мощность рудного тела остается неизменной, а содержание полезных компонентов или также не изменяется, или уменьшается, или же испытывает колебания. Выявлено 19 таких случаев тупого выклинивания.

3. Значение мощности рудного тела варьирует, а содержание полезных компонентов или уменьшается, или испытывает колебания, или даже увеличивается, а затем промышленная минерализация резко обрывается. Такой тип «выклинивания» зафиксирован в 64 случаях.

4. Мощность рудного тела в направлении к безрудной скважине даже несколько увеличивается, а процентное содержание металла на всем протяжении очистной камеры остается или неизменным, или несколько колеблется, или уменьшается. Зафиксировано 10 таких случаев.

Заметим, что во всех приведенных выше типах выклинивания рудных тел, обычно не имеющих четких контактов с вмещающими породами, положение их (наличие или отсутствие рудной минерализации, мощность и интенсивность оруденения) определяется только в результате опробования.

Типы выклинивания рудных тел в Джезказгане имеют одну общую особенность: промышленная минерализация во всех случаях прекращается резко, далеко не достигая нулевого значения мощности. Кроме того, все они, по существу, имеют одинаковые черты сложного выклинивания, обусловленного неравномерным распределением полезных компонентов.

Поэтому даже при первом типе выклинивания рудных тел в Джезказгане, характеризуемом неравномерным уменьшением мощности от крайней рудной к безрудной скважине, для определения опорных точек контура нельзя пользоваться рекомендуемыми формулами интерпретации или способом среднего угла выклинивания. Остальные три типа тупого «выклинивания», составляющие 58% всех наблюдений, совершенно исключают возможность применения указанных выше способов определения опорных точек контура.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУД ЦЕНТРАЛЬНОГО ДЖЕЗКАЗГАНА

Минералогический состав руд Джезказганского месторождения изучался, как известно, рядом исследователей в течение многих лет. По этому вопросу опубликованы достаточно подробные материалы. Основные труды по минералогии Джезказгана принадлежат Т. А. Сатпаевой [179, 180, 181, 182, 183, 184, 185]. Приводимые данные о минералогическом составе руд Джезказганского рудного поля базируются главным образом на ее исследованиях.

В основном минералогический состав руд Джезказгана является довольно простым. Главное богатство Джезказгана — медь. Она отложилась в зоне гипогенного оруденения в виде трех наиболее рас-

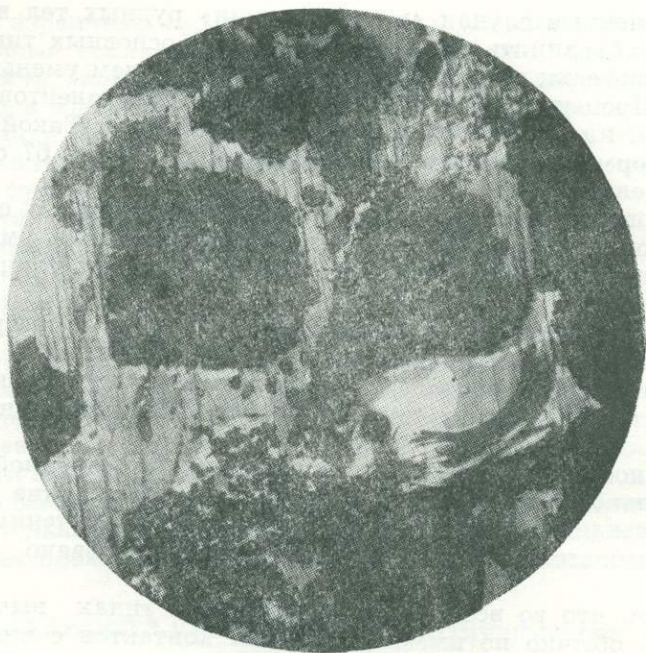


Рис. 41. Формы рудных зерен, заместивших цемент песчаника.
 $\times 90$, шл. 766, залежь Покро-3-I.

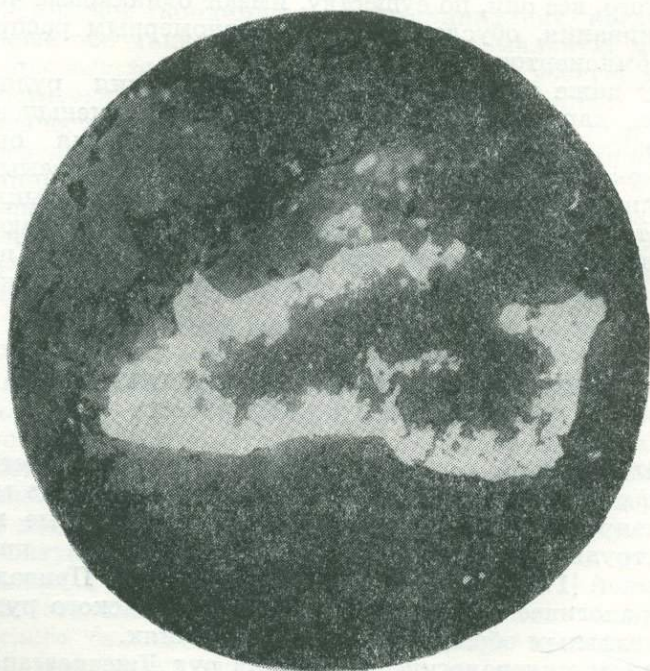


Рис. 42. Характер замещения зерен песчаника сульфидами.
 $\times 200$, шл. 733, залежь Покро-3-I.

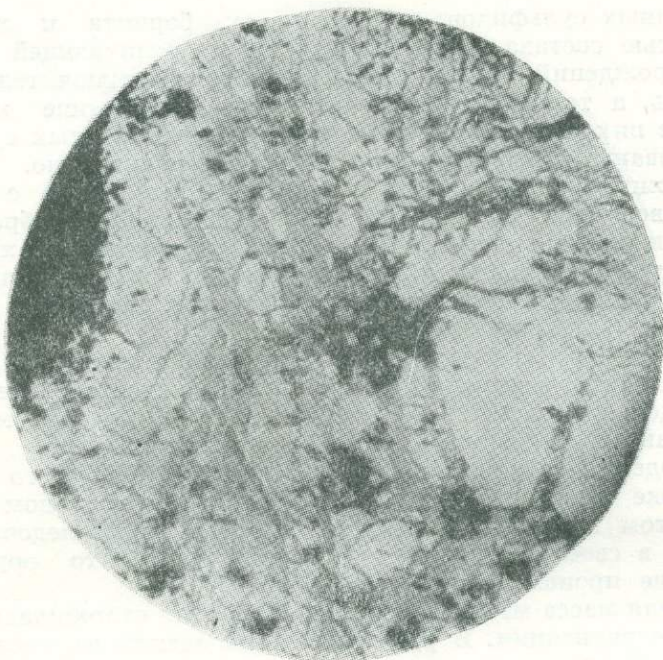


Рис. 43. Сеть прожилков галенито-халькопиритового состава с образованием петельчатой структуры замещения в раскрошенном марказите. $\times 260$, скв. 3403, интервал 118—119,6 м.

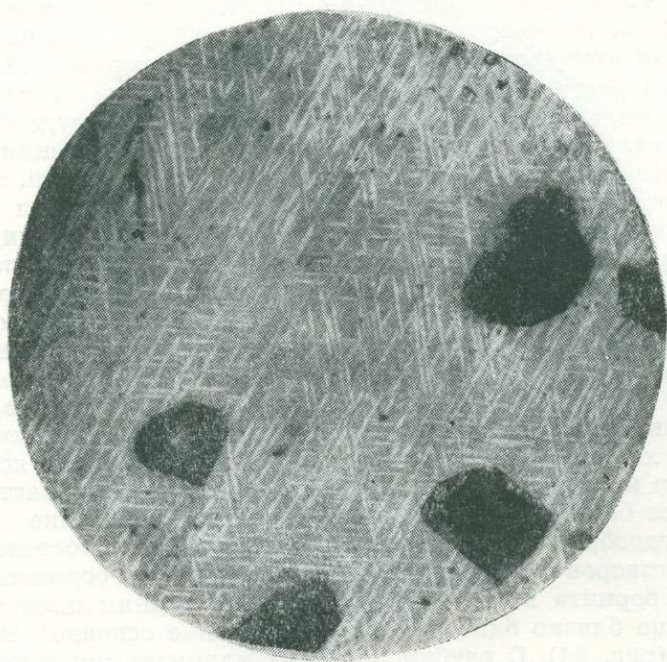


Рис. 44. Решетчатая структура распада халькопирита в борните. $\times 660$, шл. 621, залежь Покро.

пространенных сульфидов: халькопирита, борнита и халькозина. Особенностью состава джезказганских руд, отличающей от состава руд месторождений других типов, являются исключительно малая сернистость, а также малая железистость вследствие ничтожного развития в них пирита. Значение трех главных медных сульфидов в рудообразовании месторождения далеко не равноценно. Халькопирит, играющий большую роль в верхних горизонтах, с глубиной уступает свое место борниту, который постепенно приобретает здесь главенствующее положение. В более глубоких горизонтах совместно с борнитом значительное участие в рудообразовании принимает гипогенный халькозин, где срастания этих двух минералов образуют местами наиболее богатые руды.

Как известно, Джезказган богат не только медью. Большое значение здесь имеет свинцовое, а местами цинковое оруденение. Свинцовое оруденение размещается внутри медного неравномерно, постоянно накладываясь на медную минерализацию.

Наблюдения за характером оруденения и связью его с тектоникой, а также многолетнее изучение руд под микроскопом и выявление при этом парагенетических ассоциаций и последовательности отложения в свое время позволили установить, что оруденение в Джезказгане происходило в две стадии.

Основная масса медных руд месторождения отложилась в первую стадию минерализации. В результате наблюдений за последовательностью отложений минералов в этой стадии установлена совершенно отчетливая закономерность в постепенном изменении химизма рудообразующих растворов. Вначале растворы были достаточно богаты серой и железом и содержали небольшое количество мышьяка. Наиболее ранними минералами, которые здесь отлагались, были пирит, марказит и арсенопирит. Эти относительно малораспространенные минералы, часто ассоциируя друг с другом, образовывали бедную вкрапленность, которая сохранилась на периферии рудных залежей. Пиритизация отмечается здесь во всех рудных горизонтах.

Химизм растворов постепенно менялся; в их составе стала появляться медь, в результате чего следующим из рудообразующих сульфидов отлагался халькопирит. Во времени отложения пирита и арсенопирита, с одной стороны, и халькопирита, с другой, был явный перерыв, сопровождавшийся небольшими тектоническими подвижками, приводившими к дроблению некоторой части зерен пирита, марказита и арсенопирита (рис. 43). Халькопирит отлагался позднее, заполняя трещины дробления в ранних минералах, образуя раскрышенную и петельчатую структуры. Растворы, из которых отлагалась основная масса халькопирита, также стремились в верхние и периферические участки как всего месторождения, так и отдельных его залежей. В верхних горизонтах месторождения образовывались богатые промышленные халькопиритовые руды. В более нижних рудных горизонтах халькопиритовая вкрапленность, концентрируясь преимущественно в кровле рудных тел и в их периферийных частях, становилась более бедной, и халькопирит терял свое значение одного из главных рудообразующих минералов. Дальнейшее постепенное обогащение растворов медью приводило к отложению совместно с халькопиритом борнита в структурах взаимных границ и распада, указывающих на близко одновременное отложение основной массы этих минералов (рис. 44). С глубиной борнит начинает приобретать преимущественное значение и проявляться в более чистых вкрапленностях. Основное богатство джезказганских руд заключено именно в

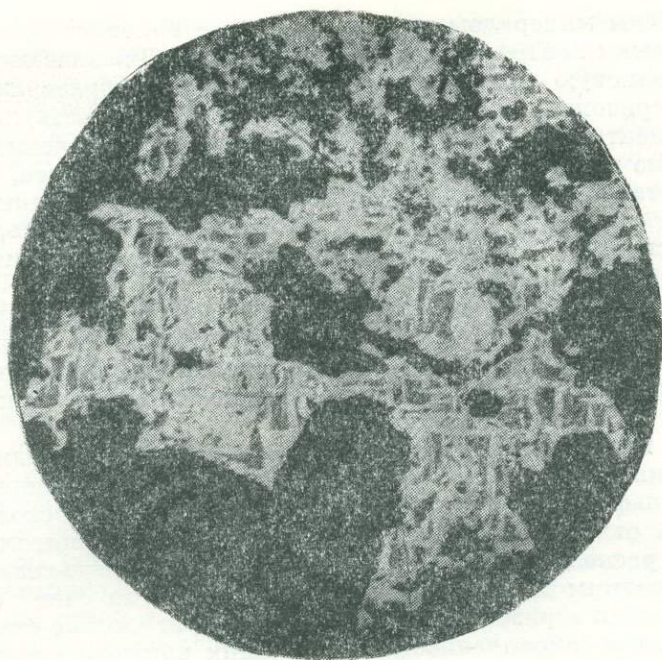


Рис. 45. Груборешетчатая структура замещения борнита (серые реликты) гипогенным халькопиритом. $\times 315$, шл. 737, залежь Покро-3-1.

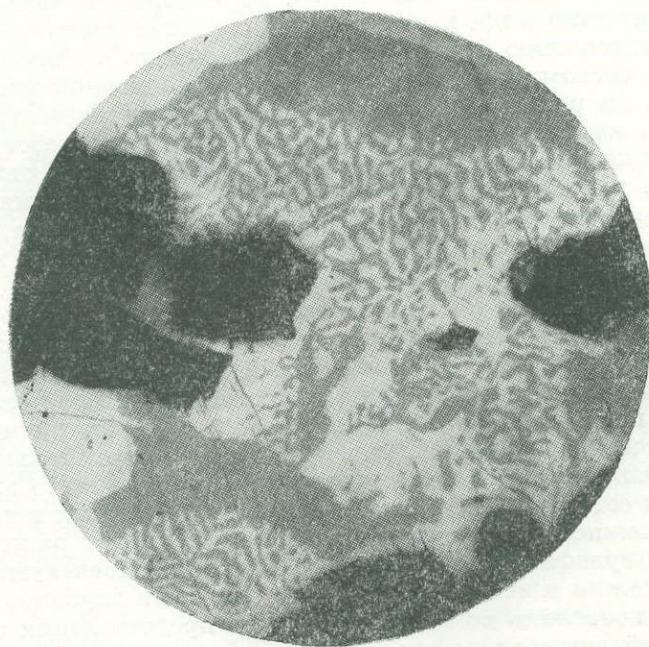


Рис. 46. Графическая структура распада твердого раствора бор-мито-халькозинового состава. Борнит серый, халькозин белый. $\times 200$, шл. 826, залежь Покро-3-1.

борните. Этим минералом представлены все наиболее богатые вкрапленные залежи центрального рудного поля Джезказгана. Борнит, играя одинаковую роль с халькопиритом в рудообразовании в более верхних горизонтах, с глубиной приобретал главенствующее значение и концентрировался в центральных участках залежей. Однако растворы, из которых отлагалась основная масса борнита, не были по своему составу устойчивыми. Временами, после отложения борнита, количество железа и серы в них несколько повышалось, и вслед за борнитом снова отлагались небольшие порции халькопирита, образуя каемки вокруг зерен борнита (рис. 45).

Незначительным обогащением растворов железом и серой (к концу рудообразования основной стадии), возможно, объясняется и проявление бедной халькопирито-пиритовой вкрапленности в нижних рудных горизонтах месторождения, располагающейся ближе к почве залежей.

Очень важным минералом в рудообразовании медных залежей является гипогенный халькозин. По времени отложения главных медных сульфидов это наиболее поздний минерал. Основная масса халькозина отлагалась близко одновременно с борнитом, образуя структуры распада (рис. 46). Значительная часть халькозина является более поздним минералом, развивающимся за счет борнита. В нижних рудных горизонтах халькозин образует чистые самостоятельные выделения (вкрапленность) богатейших халькозиновых руд.

Таким образом, наблюдая за последовательностью отложения минералов, можно установить, что рудообразующие растворы в своих начальных порциях не содержали меди. Они несли лишь сравнительно небольшие количества серы, железа и очень немного мышьяка, отлагающихся в виде пирита, марказита и арсенопирита. Далее растворы постепенно насыщались медью, из которых отлагался халькопирит. Количество меди в растворах постепенно увеличивалось, что привело к отложению борнита сначала совместно с халькопиритом, а позднее и в чистом виде. К концу отложения основной массы медных руд железо из раствора постепенно исчезало, а концентрация меди становилась наиболее высокой, что приводило к образованию гипогенного халькозина. Эти растворы, насыщенные медью, отлагали свое содержимое в более глубоких горизонтах месторождения.

Еще при первоначальном изучении руд Джезказгана, базировавшемся главным образом на минералогическом описании керн буровых скважин, были установлены некоторые характерные для месторождения особенности в локализации основных рудообразующих минералов; их закономерное распределение в плане и в разрезе месторождения. На основании довольно густой сети буровых скважин, подсекавших верхние и средние рудные горизонты, в свое время удалось установить первичную зональность в распределении рудной минерализации, отчетливо проявляющуюся в плане и вертикальном разрезе как отдельных залежей, так и частично в разрезе всего месторождения. Редкая сеть более глубоких скважин, пройденных в то время, не давала возможности полно и всесторонне изучить закономерности размещения сульфидов для всего Джезказгана. Последующее сгущение сети скважин и вскрытых горными работами глубокозалегающих рудных тел позволило во многом уточнить представления о распределении рудной минерализации, особенно в нижних горизонтах, и выявить закономерности ее размещения в разрезе всего месторождения.

Изучение парагенетической последовательности в отложении основных рудообразующих минералов выявило в конечном итоге в

Джезказгане такой ряд: пирит — халькопирит — борнит — халькозин. Наблюдения за распределением рудного вещества в вертикальном разрезе месторождения дают сверху вниз тот же парагенетический ряд: халькопирит — борнит — халькозин.

Эти закономерности, установленные ранее на основании изучения керна буровых скважин, в полной мере подтверждаются в настоящее время данными горных работ. И в самом деле, если горные работы ранних лет, базировавшиеся главным образом на залежах верхних горизонтов, обнажали богатые халькопиритовые и халькопирито-борнитовые руды, то в последующие годы по мере вскрытия глубоких горизонтов месторождения подсекались все более и более чистые борнитовые руды, переходящие ближе к почве пластов в борнито-халькозиновые. Последние еще глубже смешивались с халькозиновыми. При этом халькопирит в нижних горизонтах совсем не исчезал, небольшие его количества в виде рассеянной вкрапленности обычно тяготели к кровле и периферическим частям отдельных залежей.

Таким образом, парагенетическая последовательность отложения рудных минералов в Джезказгане и распределение их во всем месторождении и отдельных залежах дают совершенно отчетливое представление об условиях формирования месторождения. Устанавливаются постепенное насыщение рудообразующих растворов медью и обеднение их серой и железом от начала рудоотложения к его концу.

После отложения основной массы меди в виде вкрапленных руд в песчаниках рудомещающая толща пережила новый этап тектонического оживления, выразившийся в образовании внутрипластовых и секущих трещин, зияющих пустот и зеркал скольжения. Этот новый этап сопровождался частичным подновлением старых тектонических швов с их раскрытием или явлениями скольжения по их поверхности, что привело к размазыванию ранее отложившихся рудных минералов по стенкам трещин. На отдельных участках эти тектонические подвижки сопровождались образованием зон дробления, причем кластический материал в них состоял из оруденелых песчаников.

Рудоносные растворы, циркулируя по трещинам и зонам дробления, отлагали рудные минералы как в самих трещинах, так и в их зальбандах. Наиболее обогащены ими призальбандовые участки прожилков. Эта вторая стадия минерализации (жильная, прожилковая) в образовании промышленных медных руд играла гораздо меньшую роль по сравнению с первой стадией образования вкрапленных руд. Вторая стадия минералообразования характеризовалась отложением большого количества жильных минералов: кальцита, кварца, барита, изредка целестина. Из жильных минералов преобладал кальцит. Отлагаясь в открытых трещинах и пустотах, жильные и сопровождающие их рудные минералы образовывали крупные кристаллы, иногда с хорошо развитыми формами (рис. 47, 48).

Формирование открытых зияющих трещин иногда сопровождалось попутным образованием близ их зальбандов субпараллельных или идущих под углом закрытых, быстро выклинивающихся трещинок. При дальнейшем заполнении этих трещинок рудным веществом здесь отлагались очень богатые руды со своеобразной струйчатой текстурой.

В других случаях образовывались выдержанные по простиранию закрытые трещины, косо секущие ранее сформированные рудные тела. Более поздние рудоносные растворы, циркулируя по такого рода трещинам, в сильной степени обогащали рудными минералами их зальбанды и создавали рудные полосы типа жил, обогащенных бор-

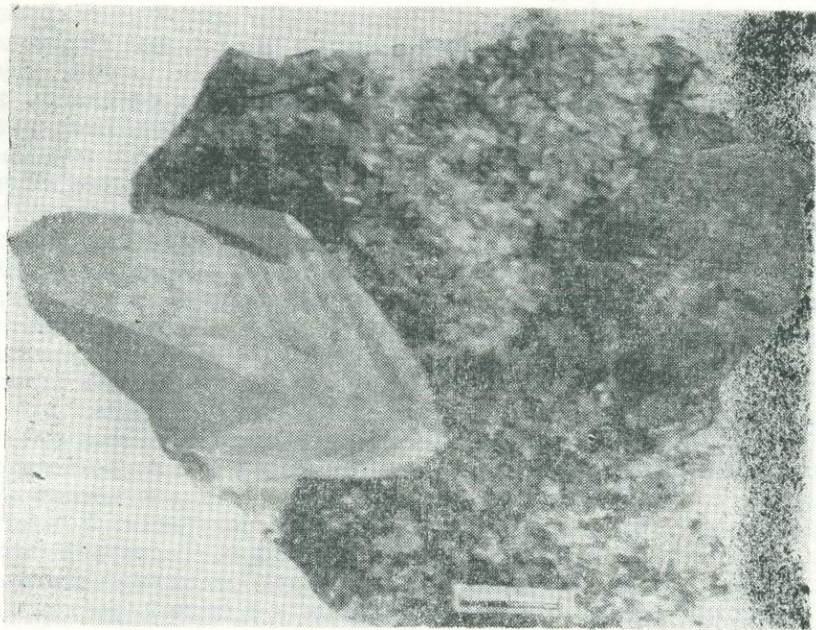


Рис. 47. Кристаллы кальцита и борнита (справа) на корочке мелких кристаллов кварца на стенке трещины в песчанике. Залежь Покро-5-1.



Рис. 48. Краткопризматические кристаллы халькозина. Обр. 23, залежь Покро-5-1.

нитом. Позднее такие полосы иногда оперялись новой системой мелких трещин, идущих под углом к основному направлению. По этим трещинам отлагались новые порции рудных минералов (часто галенит или халькопирит), образующие струйчатые текстуры с очень запутанными в этих участках структурами наложений и прорастаний рудных минералов.

Рудоносные растворы, из которых отлагались минералы второй стадии оруденения, по своему начальному составу были близки составу остаточных растворов первой стадии минерализации. Наиболее ранним минералом второй стадии оруденения был халькозин, т. е. конечный минерал первой стадии минерализации. Вслед за ним отлагался борнит. Следует отметить, что часть борнита была близко одновременной халькозину и даже несколько более ранней. Отложение сульфидов шло в обратной последовательности по сравнению с первой стадией минерализации. Растворы к концу второй стадии рудоотложения снова начинали несколько обогащаться железом и серой, поэтому вслед за борнитом отлагался халькопирит и, наконец, в самом конце — пирит с незначительным количеством марказита и арсенопирита. Растворы второй стадии оруденения, проникая в песчаники, уже обогащенные рудными минералами (первой стадии), создавали структуры последующего их переотложения и замещения. Так, халькопирит, отлагаясь вокруг зерен более раннего борнита, образовывал каемки вокруг них и проникал внутрь зерен борнита в виде пластинок, образуя решетчатые структуры замещения. Растворы второй стадии были уже существенно низкотемпературными. В отдельных участках месторождения халькопирит и борнит отлагались в виде колломорфно-зональных образований, центрами кристаллизации которых служили ранние зерна халькозина, сфалерита и блеклой руды (рис. 49). Блеклые руды в основной своей массе отложились именно в эту стадию. Самые поздние выделения халькопирита и пирита образовывали иногда мелкокристаллическую вкрапленность на гранях кристаллов кальцита. Пирит, а отчасти и марказит завершали собой цикл рудной минерализации в Джезказгане, заполняя узкие трещинки конечных этапов тектоники и образуя тонкие прожилки, развитые на более глубоких горизонтах месторождения (рис. 50).

Свинцовое оруденение в Джезказгане по своим масштабам намного меньше, чем медное, но на отдельных горизонтах образует свинцовые залежи со значительными запасами этого металла. В размещении свинцового оруденения совершенно отчетливо наблюдается приуроченность его к более глубоким рудоносным горизонтам.

Свинцовое оруденение проявляется совместно с медной и цинковой минерализацией, но медь и цинк в этих участках имеют чаще подчиненное значение. В самых верхних рудных горизонтах, где медное оруденение представлено халькопиритом, галенит постоянно сопровождается бедной вкрапленностью халькопирита, иногда совместно с пиритом, марказитом и арсенопиритом. Если галенитовое оруденение в глубоких рудных горизонтах концентрируется ближе к кровле и периферии залежей, где встречаются также ореолы рассеянной халькопиритовой вкрапленности, то в средних и верхних горизонтах глубокозалегающих рудных тел, где первостепенное значение в рудообразовании имеют борнитовые и ниже борнито-халькозиновые руды, галенит ассоциирует с этими сульфидами. Здесь часто богатые медные руды сопровождаются не менее богатым свинцовым оруденением. В богатых галенито-борнитовых рудах оба минерала иногда обособляются друг от друга и образуют в песчанике мономинеральные

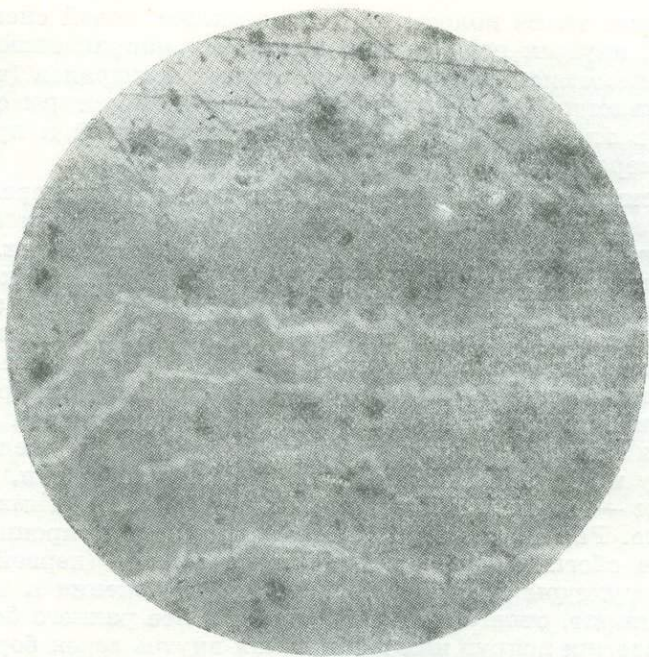


Рис. 49. Колломорфно-зональные выделения халькопирита и борнита, $\times 315$, шл. 2007, залежь Покро-3-I.

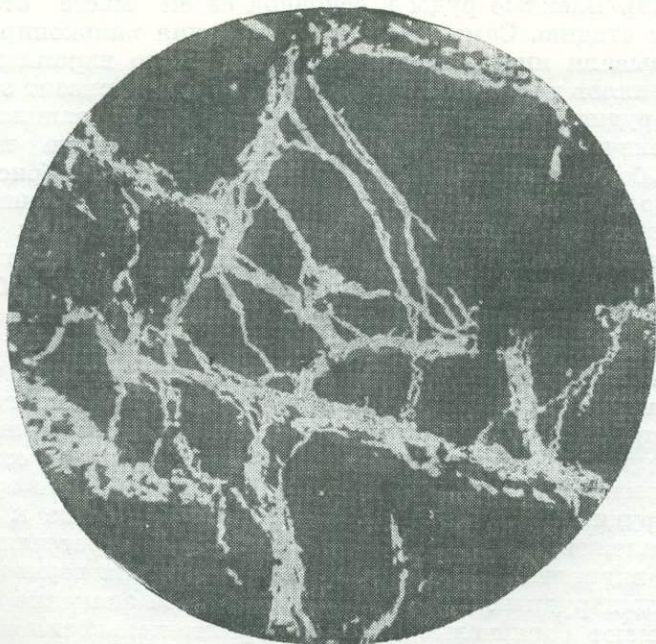


Рис. 50. Выделения пирита проникают по трещинам с образованием петельчатой структуры. $\times 300$, шл. 30, залежь Покро-Юго-Запад-9-III.

прослойки. Рудные тела в этом случае имеют полосчатую текстуру. В контактах таких мономинеральных прослоев под микроскопом устанавливается ранний возраст борнита и более поздний галенита (рис. 51). Очевидно, оруденение этих участков происходило в известной последовательности: вначале по отдельным элементам слоистости песчаника отлагался более ранний борнит и позднее в свободные от оруденения прослойки проникал галенит. Бывают случаи, когда богатая галенитовая вкрапленность концентрируется в участках закрытых трещин и образует диагональные (или совсем вертикальные) своеобразные «жилы», секущие не менее богатые борнитовые залежи.

Наряду с более поздним отложением галенита по отношению к сульфидам меди наблюдается и близко одновременное их отложение. На близко одновременное отложение конечных порций меди и, вероятно, начальных порций свинца указывает присутствие в залежах глубоких горизонтов борнито-халькозино-галенитовых руд, где галенит и халькозин находятся в тесных сростаниях. На близко одновременное отложение медно-свинцовой минерализации в конечную стадию также указывает присутствие в этих залежах новых для Джезказгана минералов — бетехтинита и галеноборнита, представляющих собой сложные сульфиды меди и свинца (рис. 52).

Из распределения свинцового оруденения в забоях почти всегда отчетливо видно, что оно сопровождалось образованием пластовых трещин. Поэтому галенит сосредоточивался не только в окружающих породах, но и непосредственно в самих трещинах. При заполнении узких трещин нередко образуются сплошные прожилки галенита. Иногда галенит отлагался в виде прекрасно сформированных кристаллов, представленных правильными кубами или комбинацией куба и октаэдра (рис. 53). Изредка галенит из прожилков носит следы смятия, что указывает на более позднюю пострудную тектонику, проявившуюся на отдельных участках месторождения.

Частыми спутниками галенита при заполнении трещин являются сульфиды меди: халькопирит, борнит и халькозин. Совместно с последним установлены бетехтинит и галеноборнит. В таких участках перечисленные минералы обогащают и зальбанды трещин с постепенным разубоживанием их при удалении от последних. Во вкрапленных рудах галенит при этом почти постоянно является наиболее поздним минералом, при отложении же в трещинах и зальбандах он чаще бывает наиболее ранним минералом (рис. 54).

В призальбандовых участках прожилков порядок отложения минералов обычно усложняется из-за наложения на раннюю стадию оруденения последующих стадий, которые характеризуются своеобразной последовательностью отложения минералов.

Еще в раннюю пору освоения месторождения, когда для изучения были доступны лишь самые верхние рудные горизонты, была установлена определенная связь свинцового оруденения с тектоникой. В забоях, обогащенных галенитовой вкрапленностью, постоянно наблюдалась масса трещин, заполненных галенитом. Это заставило исследователей в то время целиком отнести свинцовое оруденение в Джезказгане ко второй стадии минерализации. Новые данные буровых и горных работ указывают на широкое развитие свинцовых вкрапленных руд и в глубоких горизонтах месторождения.

В последующие годы при вскрытии глубоких рудных горизонтов месторождения наблюдениями в забоях подтвердилось постоянное присутствие тектонических трещин в участках со свинцовым оруде-

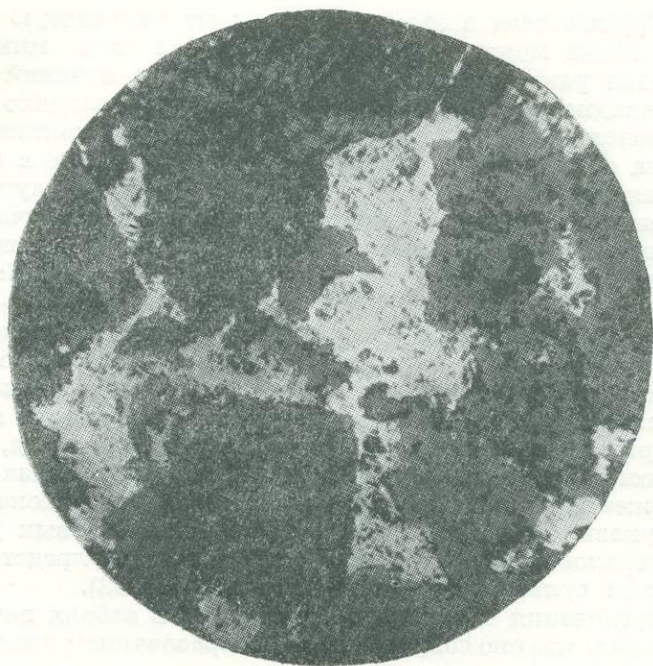


Рис. 51. Краевые каемки галенита (белый) вокруг зерен борнита (серый). $\times 90$, шл. 435.

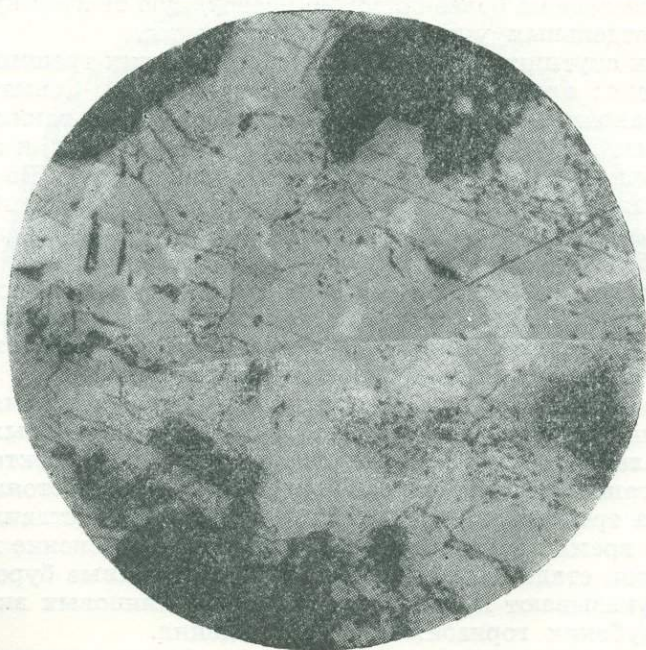


Рис. 52. Включения борнита, халькозина и галенита в бетехтите. $\times 90$, шл. 1976.

нением. В глубоких горизонтах также установлены некоторые особенности в локализации свинцового и медного оруденения. Рудничными геологами [213] и научными сотрудниками АН КазССР [132] было установлено, что свинцовое оруденение концентрируется не только в кровлях залежей, но и развивается в центральных и нижних частях залежей, где совместно с богатыми борнит-халькозиновыми и чистыми халькозиновыми рудами образует богатейшие медно-свинцовые руды.

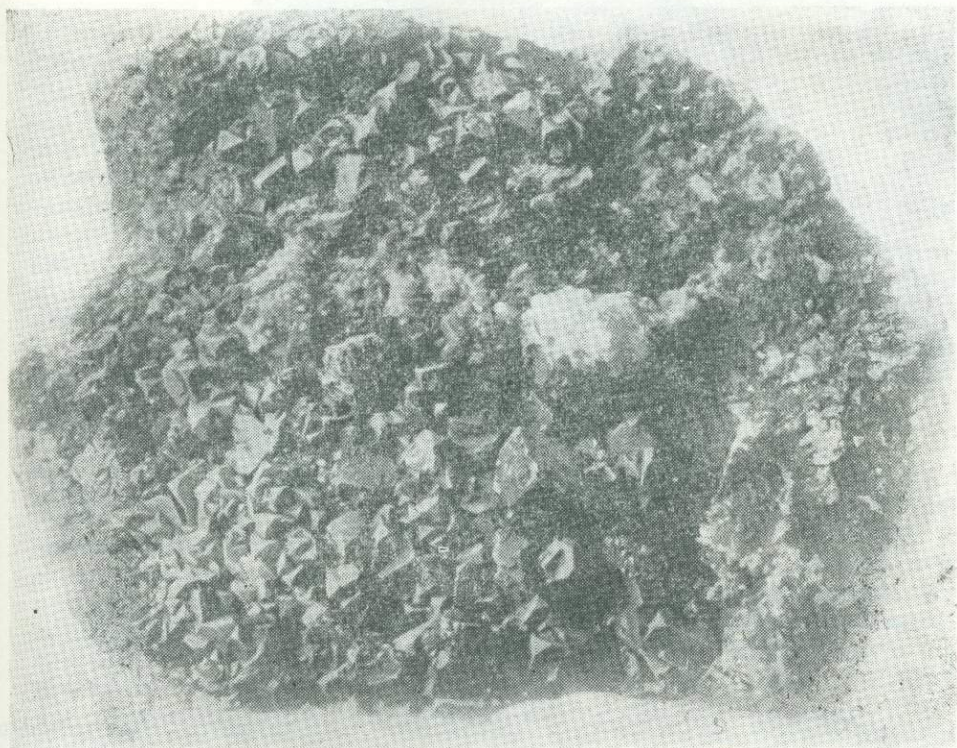


Рис. 53. Кристаллы галенита. Залежь Покро-5-1.

В наиболее оруденелых участках постоянно наблюдаются раскрошенность и размазанность сульфидов меди по стенкам тектонических трещин и зеркалам скольжения. Размазанность и раскрошенность галенита никогда не отмечались. Все эти факты убедительно подтверждают более ранние представления К. И. Сатпаева, С. Ш. Сейфуллина и Ш. Е. Есенова о связи свинцового оруденения с наиболее молодыми проявлениями межпластовых и кососекущих разрывов, которые наблюдались в ослабленных слоях выше или ниже ранних пропитанных медной минерализацией горизонтов, а иногда и внутри их (вероятно, в более ранних подновленных трещинах).

Основная масса растворов, обогащенных свинцом, проникла в песчаники вблизи участков рудоподводящих трещин, создав структуры более позднего отложения галенита по отношению к сульфидам меди. Часть минералов отлагалась из растворов непосредственно в трещинах, по которым они циркулировали. Сульфиды меди второй стадии минерализации, выделяясь позднее галенита, создавали структуры более позднего отложения по отношению к галениту (рис. 55).

Парагенетические взаимоотношения галенита с сульфидами меди во вкрапленных рудах, где галенит является наиболее поздним минералом, и в оруденелых трещинах, где он служит более ранним минералом, указывают на непрерывность отложения его во вкрапленных и жильных образованиях.



Рис. 54. В прожилке кальцита галенит (белый) замещается борнитом (темно-серый). Борнит, в свою очередь, замещается более поздним халькопиритом, образующим каемки и пластинки. $\times 90$, шл. 737, залежь Покро-3-I.

Цинковое оруденение в Джекказгане проявляется сравнительно широко вместе с медной минерализацией в виде редких зерен сфалерита среди основной массы медного оруденения. Промышленные цинковые руды чаще всего встречаются совместно со свинцовым оруденением, но количественно они намного уступают свинцовым. Изредка в отдельных рудных районах и залежах цинк дает богатые вкрапленные руды, имеющие, однако, ограниченное распространение как по мощности, так и по простиранию. Промышленные скопления цинка, так же как и свинца, обычно тяготеют к нижним рудным горизонтам месторождения.

Цинковая минерализация в основной своей массе была более ранней, чем свинцовая, и близко одновременной с медной. Но часть цинка отлагалась позднее сульфидов меди.

Находки кристаллов сфалерита в рудах второй стадии оруденения тоже более редки, чем свинца. Сфалерит здесь чаще проявляется изолированно от других сульфидов в кристаллах клейофана. Ценность цинковой минерализации в рудах Джекказгана обусловлена главным образом довольно высоким содержанием в них кадмия.

Если в разрезе залежей, содержащих наряду с медными комплексные и свинцовые руды, нет четко выраженной закономерности в распределении этих сортов руд, то в плане свинцовая минерализация обычно приурочена к восточному и северо-восточному флангам

залежей. Между медными и свинцовыми рудами почти повсюду наблюдается переходная зона, состоящая из комплексных (медно-свинцовых) руд. Далее к северо-востоку иногда свинцовые руды сменяются цинковыми, но в большинстве случаев (если они присутствуют) последние почти всегда сопутствуют свинцовым.

Помимо главных промышленных металлов (медь, свинец, отчасти цинк), гипогенные руды Джезказгана содержат ряд других ценных металлов, имеющих попутное промышленное значение. Эти элементы-спутники в самостоятельных минералах проявляются очень редко или не проявляются совсем. Обычно они входят в состав главных рудных минералов меди, свинца и цинка как второстепенные примеси.

Из таких элементов-спутников наиболее распространено серебро. Оно постоянно устанавливается в рудах всех минералогических типов, но наибольшее

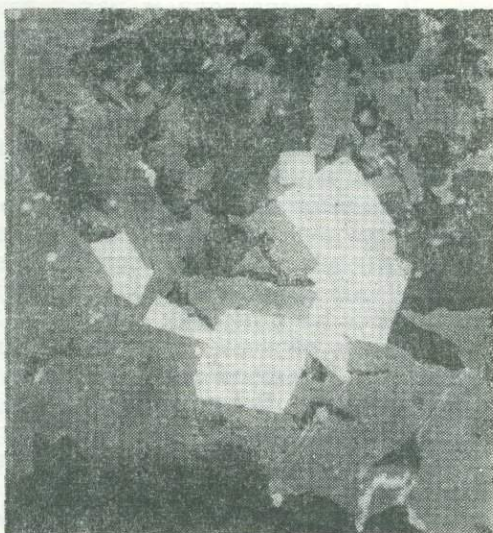


Рис. 55. Кристаллы кобальтина. $\times 330$, залежь Покро-5-1.

количество его находится в первичных халькозиновых и борнитовых рудах. Максимальные содержания серебра приурочены к халькозиновым рудам из зоны цементации, где происходит, очевидно, его вторичная концентрация. Самостоятельные минералы серебра встречаются в месторождении редко и в небольших количествах, имея лишь минералогическое значение. Самородное серебро в единичных случаях отмечено в горизонтах гипогенных руд. Чаще же оно обнаруживается в зоне цементации в виде тонких прожилков или пластинок по трещинкам халькозиновых руд. В гипогенных рудах участка Покро-Центр установлены единичные находки штромейерита ($\text{Ag, Cu}_2\text{S}$), дискразита (Ag_3Sb) и аргентита (Ag_2).

Кадмий, как отмечалось выше, сопутствует в основном цинковым рудам.

Относительно распространенным элементом в джезказганских рудах является мышьяк. Основная его масса связана здесь с арсенопиритом и блеклой рудой. Арсенопирит, хотя и в малых количествах, но распространен широко. Он ассоциирует с пиритом и является одним из ранних минералов. Лишь исключительно редкие находки арсенопирита связаны с самыми поздними порциями рудоносных растворов.

Образование же блеклой руды, вероятно, целиком относится ко второй стадии оруденения, так как проявление ее постоянно связано с жильными минералами в виде прожилков, секущих вкрапленные руды. Блеклая руда в небольших количествах встречена во всех горизонтах месторождения.

В последнее время в рудах Джезказгана установлено присутствие цинксодержащей разновидности блеклых руд—зандбергерита. В соответствии с большим насыщением медью глубоких горизонтов месторождения соединения мышьяка, встречающиеся здесь (альгодонит, домейкит), также характеризуются высоким содержанием этого

металла. Насыщенность медью в них иногда достигает таких высоких концентраций, что этот металл в виде самородных минералов образует эмульсионную вкрапленность.

В непосредственном парагенезисе с блеклыми рудами в глубоких горизонтах месторождения встречаются соединения мышьяка и кобальта в виде смальтина, кобальтина, глаукодота и сафлорита, в которых очень редко устанавливается в небольших количествах никель.

Приуроченность выделения основной массы мышьяка в Джезказгане к конечным стадиям рудообразования подтверждается относительно высоким содержанием его в отдельных пробах пирита, халькопирита и в гипогенном гетите, завершающих выполнение трещин образованием кристаллических щеток на кальците. Содержание мышьяка в отдельных пробах позднего халькопирита и гетита достигает 0,3%, а в пробах пирита — 3%.

Таким образом, мышьяковистые соединения в Джезказгане, не имеющие большого значения, отлагались в два резко различных по времени этапа. В самые ранние стадии формирования месторождения мышьяк отлагался в виде арсенопирита, а в конечные стадии — в виде целого ряда поздних и редких для Джезказгана минералов: блеклой руды, альгодонита, домейкита, смальтина, кобальтина, глаукодота, сафлорита. И, наконец, при раскристаллизации остаточных растворов малые концентрации мышьяка не образовывали собственных минералов, а в виде элемента-примеси входили в самые поздние минералы второй стадии — халькопирит, пирит и гетит.

Совместно с мышьяком небольшое участие в рудообразовании принимала и сурьма. Она встречается в составе блеклой руды и образует с серебром малораспространенный минерал — дискразит (Ag_3Sb).

Кобальт и никель в рудах Джезказгана в ничтожных количествах постоянно фиксируются спектральными анализами. Группа самостоятельных кобальтовых минералов, как отмечалось выше, установлена в небольшом количестве в самых нижних горизонтах месторождения.

В рудах Джезказгана спектральными анализами довольно часто устанавливается присутствие висмута. Отмечается четко выраженная приуроченность этого элемента к жильной минерализации. Наиболее обогащены висмутом блеклые руды, где его содержание достигает 0,03—0,05%. Повышенные концентрации висмута отмечаются также в халькозинах и борнитах, составляя в отдельных случаях 0,05% и выше. В галенитах, с которыми висмут обычно ассоциирует в природе, его содержание колеблется от следов до 0,005%. В домейките определяется 0,003% висмута. В рудах, имеющих вкрапления кобальтовых минералов, количество висмута также увеличивается до 0,03%. Эти повышенные содержания висмута со всей четкостью указывают на его тяготение к мышьяковистым соединениям — блеклым рудам, домейкиту, альгодиниту и минералам кобальта.

В последнее время в рудах Джезказгана установлены мелкие зернышки самородного висмута [181]. Такие проявления висмута также отчетливо тяготеют к рудам второй стадии оруденения.

Очень часто спектральными анализами в рудах Джезказгана устанавливается молибден. Находки минералов молибдена являются здесь исключительной редкостью. Так, в двух случаях были зафиксированы макроскопически видимые зерна молибденита и в двух образцах — мелкие кристаллики вульфенита (PbMoO_4) [181].

Ценным компонентом джезказганских руд является рений, которому ниже посвящена специальная глава.

Одним из элементов, завершающих процесс рудообразования в Джезказгане, является золото. Ранее считалось, что оно почти полностью отсутствует в рудах Джезказгана. Теперь этот элемент выявлен в рудах глубоких горизонтов, главным образом во второй жильной стадии оруденения [181]. Установление здесь золота лишний раз подчеркивает своеобразие состава жильной стадии минерализации.

Таким образом, с завершающей стадией рудообразования на Джезказганском месторождении, помимо возникновения основных сульфидов меди, свинца и цинка, связано образование целой группы других минералов: самородных — золото, серебро, медь, висмут; сульфидов — аргентит, штроемерит; сульфоарсенидов — кобальтин, глаукодит; арсенидов — арсенопирит, альгодонит, домейкит, смальтин, саффорит; антимонидов — дискразит; сульфосолей — блеклая руда и ее разновидность — зандбергерит.

Эта группа минералов, как известно, характеризует в рудообразовании завершающие стадии формирования типичных гидротермальных месторождений и выделяется в особую, так называемую «благородную» мышьяково-серебро-висмут-кобальтовую формацию [181]. В Джезказгане она выражена весьма четко.

Промышленное оруденение в Джезказгане представлено не только гипогенными, но и гипергенными рудами, которые по своему минералогическому составу подразделяются на зону вторичного сульфидного обогащения, зону смешанно-сульфидных руд и зону окисления.

Вторичные сульфидные руды в Джезказгане развиты не во всех рудных районах в одинаковой степени.

Химические особенности рудовмещающей толщи Джезказганского месторождения не были благоприятными для развития зоны вторичного сульфидного обогащения. Наличие карбонатного цемента в рудоносных песчаниках в значительной степени сдерживало развитие процессов вторичного обогащения. Гипогенные сернистые соединения меди в первой стадии окисления редко переходили в сульфатные соединения, чаще они непосредственно образовывали карбонаты. Последние в результате слабой растворимости не способствовали миграции меди в нижние горизонты, а наоборот, благоприятствовали ее накоплению в зоне окисления. Характер проявления и мощность зоны вторичного сульфидного обогащения в отдельных рудных участках месторождения находятся в прямой зависимости от геологических условий залегания рудных тел и времени выхода их на дневную поверхность. Примером таких участков является Златоуст-Беловский район, где выходящие на дневную поверхность наклонные рудные залежи и древний возраст зоны окисления более всего благоприятствовали развитию мощной зоны цементации. Эта зона опускается примерно до глубины 70 м и имеет непостоянную мощность. В благоприятных участках она имеет форму карманов или линз, сложенных почти сплошным массивным халькозином.

Значительное развитие зоны вторичного сульфидного обогащения наблюдается на северо-востоке Анненского рудного участка и отчасти на участках Кресто и Покро, где рудные тела выходят на дневную поверхность также под пологим углом, хотя в двух последних участках эти зоны развития значительно слабее. Глубина распространения зоны вторичного сульфидного обогащения на различных рудных участках также непостоянна и меняется от 20—30 м

(в пологозалегающих участках) до 70—100 м (в крутозалегающих и тектонически нарушенных рудных телах).

В то же время в некоторых рудных телах, обнажающихся на дневной поверхности, зона цементации почти полностью отсутствует и наблюдается непосредственный переход от зоны первичных руд к зоне окисления. Это явление можно объяснить, во-первых, тем, что рудные тела сравнительно недавно вскрыты эрозией, а, во-вторых, расположением таких залежей на вершинах купольных структур, где физическое выветривание превалирует над химическим. Примером таких залежей является залежь Кресто-9-1.

Зона вторичного обогащения в Джекказгане состоит преимущественно из халькозиновых руд. В чистом виде эти руды, однако, почти не встречаются. В нижних горизонтах зоны наблюдается постепенный переход от вторичных халькозиновых руд к первичным сульфидам; в верхних же горизонтах халькозиновые руды граничат с окисленными. Провести какую-либо определенную границу для зоны цементации невозможно, так как, по существу, ее нет. Минералы зоны окисления, главным образом карбонаты меди, постоянно проникают в зону цементации. В результате перехода процессов окисления в зону цементации образуется зона смешанно-сульфидных руд, к которой на отдельных участках месторождения приурочены значительные запасы наиболее богатых руд.

Проникновение процессов окисления в зону цементации осуществлялось в основном по всякого рода трещинам, служившим благоприятными путями для нисходящих растворов.

Минералогический состав рудной части зоны вторичного сульфидного обогащения довольно простой. Из вторичных сульфидов здесь широко распространен халькозин, встречается очень немного ковеллина и в виде редких минералов отмечаются вторичные халькопирит и борнит.

Окисленные руды Джезказгана занимают довольно значительное место в общих запасах месторождения. К настоящему времени большая часть зоны окисления выработана.

На месторождении глубина распространения зоны окисления, как и зоны вторичного сульфидного обогащения, колеблется в широких пределах и зависит как от угла наклона рудных тел и циркуляции в них просачивающихся вод, так и от вещественного состава рудоносных песчаников.

Глубина опускания зоны окисления в среднем меняется от 7 до 15 м. На участке Златоуст она достигает глубины 40—45 м. В Джезказганском месторождении зона окисления наиболее ярко выражена в залежах, выходящих под пологим углом на дневную поверхность. Это способствовало проникновению в них грунтовых вод и доступу кислорода. Переход от сульфидных руд к окисленным происходит по причудливым границам раздела, приуроченным к проницаемым зонам и всякого рода трещинам.

В наиболее полном виде зона окисления представлена на участках Златоуст и Анненском. Здесь, начиная снизу вверх, можно проследить зону окисленных руд, находящуюся в сравнительно ранней стадии развития и характеризующуюся присутствием в сульфатах и карбонатах меди остаточных сульфидов. Выше, в Златоустовском районе, залегает полоса богатых окисленных руд с преобладанием карбонатов и силикатов. Эту полосу можно выделить как зону средних стадий окисления. Наконец, верхняя часть рудных тел, выходящая на дневную поверхность, представлена сильно выщелоченными

песчаниками, несущими бедное оруденение в виде малахита, хризоколлы и водных окислов железа. Она выражает конечные стадии окисления и относится к зонам выщелачивания.

Зоны выщелачивания на Джезказганском месторождении в ясно выраженном виде проявляются лишь на трех упомянутых выше участках. Песчаники здесь в сильной степени выщелочены, иногда они становятся рыхлыми и обесцвеченными в результате значительной каолинизации полевых шпатов. В пустотах и порах некоторых из них отлагается иногда в виде сетчатых образований вторичный коллоидный кремнезем, который, цементируя остаточные кварцевые зерна песчаника, несмотря на ясно видимую пористость, придает им значительную твердость. В отдельных участках песчаники из зоны выщелачивания сильно обогащены гипсом. Оруденение в выщелоченных горизонтах весьма незначительное и представлено обычно небольшим количеством малахита и гидроокислов железа, а на Златоустовском участке — хризоколлы.

Минералогический состав рудной части окисленной зоны Джезказгана разнообразен. Из рудных минералов здесь встречены самородная медь, самородное серебро, куприт, медно-марганцевая смоляная руда, лампадит, арсенолит, дироконит, байльдонит, димонит, гетит, гидрогематит, лепидокроит, атакамит, иодирит, малахит, азурит, церуссит, аурихальцит, сидерит, хризоколла, медистый галлуазит, нонтронит, бейделлит, элит, халькантит, брошантит, антлерит, халькопирит, линарит, англезит, биверит, ярозит, плюмбоярозит [180, 181, 210].

Из нерудных минералов установлены арагонит, гипс, кальцит, барит, халцедон [180].

Перечисленные минералы встречаются не на всех рудных участках и в рудообразовании играют далеко не одинаковую роль.

Основным рудообразующим минералом зон окисления Джезказгана является малахит. Значительно меньшее участие принимает в них азурит. Изредка встречается брошантит.

Наиболее разнообразна минералогия зоны окисления участка Златоуст, где, как отмечено выше, имеется самая мощная и древняя, более проработанная зона окисления. Состав этой зоны, помимо карбонатных соединений — малахита и азурита, усложняется большим участием в ней силикатных минералов меди — хризоколлы, медистого нонтронита, а также местами значительного количества фосфорнокислой меди — элита — и галоидных соединений меди — атакамита, нонтронита и паратакамита. Присутствие в окисленных рудах большого количества плохо флотирующейся хризоколлы осложняет решение технологии обогащения этих руд.

На Анненском участке и участке Кресто значительное участие в зоне окисления принимают минералы свинца — церуссит, англезит, местами — линарит и биверит. Остальные вторичные минералы чаще представляют чисто минералогический интерес. В рудах как зоны окисления, так и зоны цементации устанавливается значительная концентрация серебра. В зоне цементации основная масса его связана с халькозином; изредка оно встречается в самородном виде, образуя тонкие жилочки в трещинах, а также в виде самостоятельного минерала иодирита, не пользующегося большим распространением. Кроме того, спектральными анализами других окисленных минералов постоянно отмечается наличие в них серебра.

Общее содержание серебра в окисленных рудах оказывается всегда высоким, достаточным для попутного его извлечения.

Таков вкратце минералогический состав руд Джебказганского месторождения.

Несмотря на большое, казалось бы, количество минералов, промышленное значение здесь имеют лишь немногие из них.

Основная масса руд представляет собой сочетание простых сульфидов, хорошо поддающихся флотации.

Изучение минералогического состава руд Джебказганского месторождения нельзя считать законченным. Вскрытие здесь в результате горных работ глубокозалегающих рудных тел помогло в последние годы установить целый ряд новых минералов и их ассоциаций, из которых такие, как бетехтинит и галеноборнит, тесные сростания халькозина и галенита, вызвали необходимость дальнейших поисков более совершенных методов обогащения таких руд.

Необходимо также постоянно следить за поведением редких и рассеянных элементов в рудах, представляющих большую ценность в этом уникальном месторождении.

Джиландинская группа месторождений. Основная масса руд месторождений Джиландинской группы представлена первичными гипогенными рудами. Гипергенные процессы, приведшие к образованию окисленных руд, наблюдались во всех месторождениях, однако окисленные руды составляют в них лишь незначительную часть запасов. Вещественный состав первичных руд не отличается большим разнообразием рудообразующих минералов и представлен в основном тремя главными сульфидами меди: халькопиритом, борнитом и халькозином. Эти минералы, по существу, определяют ценность отдельных месторождений и рудных тел. В размещении главных минералов наблюдается определенная закономерность, проявленная во всем районе, в его отдельных месторождениях, рудных залежах и рудных телах. Зачастую минералы встречаются вместе в различных соотношениях, чем и определяется наблюдаемое их зональное размещение. Отдельные минералогические зоны не имеют резких границ между собой и характеризуются преобладанием одного компонента над другими и определенным составом сопутствующих минералов.

Свинцовое оруденение в районе месторождений распространено незначительно, однако в направлении с запада на восток содержание свинца в рудах заметно повышается. Наибольшее количество свинцовых руд установлено на месторождении Джартас.

В составе рудных минералов встречаются блеклая руда, сфалерит и пирит, имеющие второстепенное значение.

На месторождениях Джиландинской группы, хотя и редко, но довольно широко представлены минералы кобальта: смальтин, сафлорит, кобальтин, глаукоdot. На месторождении Кипшакпай обнаружен арсенид никеля — никелин.

В рудах всех месторождений встречаются гематит, магнетит, рутил и его разновидность сагениит. Эти минералы чаще отмечаются в периферийных частях рудных тел, где их количество незначительно [181].

ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ

Центральный Джебказган

В подземных выработках Джебказгана к настоящему времени установлено три вида зонального распределения рудных минералов: 1) линейная, 2) концентрическая округлая и 3) концентрическая вытянутая.

Линейная зональность была выявлена рудничными геологами [182] в залежах нижних рудоносных горизонтов (№ 2 и 3).

В залежах верхних рудоносных горизонтов отмечаются концентрическая округлая и концентрическая вытянутая зональности. Концентрическая зональность в этих залежах была впервые установлена в 1949 г. Т. А. Сатпаевой [181].

Линейная зональность представляет собой вытянутые параллельно простирающую залежи зоны, сложенные снизу вверх по восстанию халькозином, борнитом и халькопиритом, постепенно сменяющимися галенитом и сфалеритом.

Минералогические зоны между собой не имеют резких границ, и каждая зона характеризуется преобладанием одного рудного минерала, тогда как рудные минералы соседней зоны в ней присутствуют в подчиненных количествах, т. е. характер перехода одной зоны в другую постепенный.

Галенитовая минерализация, слагающая более или менее самостоятельную рудную зону в верхних частях по восстанию залежи, распространяется и в глубокие участки рудных тел, сложенные халькопиритом, борнитом и халькозином.

Установлено, что образование халькозин-галенитовой смешанной зоны связано, во-первых, с более поздним наложением галенито-сфалеритовой минерализации на несколько раннюю халькозиновую и борнито-халькозиновую минерализацию; во-вторых, в конечных стадиях рудообразования медно-свинцовая минерализация практически шла одновременно, из растворов отлагались наиболее поздние минералы — халькозин и галенит. В отдельных случаях, в самой конечной стадии минерализации, медь и свинец уже не разделялись при отложении и выпадали в виде двойных сульфидных соединений, образуя бетехтинит.

Вновь установленный на месторождении минерал — бетехтинит — встречается именно там, где халькозин и галенит присутствуют совместно.

Концентрическая округлая зональность представляет собой кольцеобразно расположенные зоны, в центре которых расположены халькозин, борнит, а к периферии — халькопирит и пирит. Галенит в этой зональности приурочивается часто к халькопиритовой зоне, располагаясь по всей ее окружности.

Концентрическая зональность установлена в залежах рудоносных горизонтов средней глубины (№ 4, 5).

Концентрическая зональность наблюдается в поле шахты № 42. Она проявлена в виде правильных концентрических колец халькозина и борнита в центральной части залежи, халькопирита и пирита — ближе к периферии. Галенит со сфалеритом приурочены к северной и верхней частям залежи и встречаются в виде отдельных пятен и прожилков среди борнитовой и халькозиновой минерализации.

Точно такая же зональность устанавливается в пределах залежей, вскрытых шахтой № 3.

В залежи Покро-9-I на полях шахт № 44 и 45 рудные минералы распределены в виде четырех смежно расположенных концентрических зон, две из которых замкнутые, а две — не замкнутые только с одной стороны.

Концентрическая вытянутая зональность является полным аналогом концентрической округлой зональности с той лишь разницей, что она вытянута в одном направлении на несколько сотен метров при ширине около 50 м. Эта зональность характерна для ленточных

рудных тел рудоносных горизонтов № 6, 7, 8 и 9. Рудные тела, приуроченные к диагональным трещинам, вблизи сколов сложены халькозином и борнитом, а далее, с удалением в обе стороны от них, они постепенно переходят в халькопирит и пирит. Галенит, приуроченный в основном к северным участкам, распространяется и на южные участки по вытянутому кольцу. В залежи Покро-9-I и 9-III галенит обнаруживается в виде прожилков и очень редко — в виде незначительных пятен.

Образование минералогических зон в рудных залежах Джебказгана сторонники осадочной концепции объясняют трансгрессией моря и перемещением береговой линии бассейна в период осадконакопления с севера на юг [46].

По схеме В. С. Домарева [46], В. Г. Гарлика и других, несколько дальше от берега выпадают богатые медью сульфиды, постепенно все более обогащающиеся железом и далее сменяющиеся зоной пирита. При трансгрессии моря зона халькозина будет постепенно перекрываться зоной борнита, затем халькопирита и далее пирита с постепенным продвижением всех зон в сторону берега. При регрессии моря будет возникать обратная зональность, так как зоны будут отступать в сторону полос, более бедных медью.

Из сказанного следует, что халькозиновый фланг минералогических зон как при трансгрессии, так и при регрессии моря должен быть обращен в сторону береговой линии.

Что же наблюдается в Джебказгане? Здесь линейная минералогическая зональность, установленная только в нижних (горизонты № 2 и 3) залежах, в зоне развития горных работ, не соответствует ни зональности трансгрессии, ни зональности регрессии. Напротив, халькозин здесь занимает глубокие участки залежи и обращен в сторону моря, а халькопирит и пирит — в сторону берега.

Подобную зональность нельзя объяснить никакими химическими процессами, происходящими при осадконакоплении. Она может возникнуть лишь при просачивании и продвижении гидротермальных растворов вверх вдоль наклонных разлистанных горизонтов серых песчаников после формирования структур рудного поля.

Концентрическая зональность совершенно необъяснима с точки зрения сингенетичности оруденения. Она характерна для изометричных плащеобразных рудных тел, и природу ее можно объяснить циркуляцией рудоносных растворов после формирования структур рудного поля и только с позиции теории инфильтрационного метасоматоза и зональности отложения, по Ю. А. Билибину [17].

Концентрическая вытянутая зональность, характерная для ленточных тел, возникла вдоль и вблизи разрывных нарушений, служивших путями циркуляции рудоносных растворов.

Джиландинская группа месторождений

Отчетливо выраженная вертикальная и горизонтальная зональность в размещении рудных минералов устанавливается как в целом по району месторождений Джиландинской группы, так и в отдельных месторождениях и рудных залежах.

Если проследить минералогический состав месторождений Джиландинской группы с запада на восток, то можно установить следующее.

На месторождении Итауз, расположенном на западном фланге рудного поля, рудные минералы представлены в основном борнитом

и халькопиритом. На месторождении Сарыоба, особенно на его восточном участке, значительную роль в составе рудных минералов играет халькозин, а на месторождении Кипшакпай по сравнению с другими минералами он является еще ведущим. Далее на восток халькозин количественно уступает место борниту и халькопириту, что наблюдается и на месторождении Карашошак.

В вертикальном разрезе отдельных рудных залежей центральная часть обычно представлена халькозином. Далее в направлении лежащего и висящего боков рудных залежей халькозиновая минерализация постепенно уступает борнитовой, а периферийная часть их, особенно за пределами промышленной минерализации, представлена халькопиритом и пиритом.

В плане отдельных рудных залежей и месторождений в размещении рудных минералов чаще можно наблюдать концентрическую вытянутую зональность. Центральная часть рудных залежей обычно представлена халькозином. Далее к периферии халькозиновая зона минерализации постепенно переходит в борнитовую. Последняя в периферийной части рудных залежей уступает место халькопиритовой и пиритовой. Здесь в рудах, иногда в значительном количестве, присутствует галенитовая минерализация. Такой порядок расположения минералогических зон не всегда четкий во всех направлениях. Если по распространению рудных залежей часто можно наблюдать симметричное расположение всех минералогических зон (халькозиновой, борнитовой и халькопирит-пиритовой), то по падению или восстанию рудных тел обычно устанавливается асимметричное их расположение. Это вызвано выпадением из общего нормального ряда одного или двух крайних членов зоны. Как правило, на месторождениях по восстанию рудных залежей этот порядок полностью сохраняется, тогда как по падению часто отсутствует халькопиритовая или вместе с ней борнитовая зона. В последнем случае в направлении восстания устанавливается дугообразно-линейная зональность. В более глубоких горизонтах халькозиновая зона располагается выше борнитовой, и в верхних горизонтах и на флангах борнитовой зоны обычно наблюдается халькопирит-пиритовая минерализация.

Исключение составляет месторождение Итауз, где рудные залежи имеют почти вертикальное падение. Здесь в верхних гипсометрических горизонтах центральной части месторождения нет халькопирит-пиритовой зоны минерализации — она уничтожена денудацией.

Зональность на месторождениях Джиландинской группы, как и в Центральном Джезказгане, сочетает два типа — зональность отложения, по Ю. А. Вилибину [17], и зональность инфильтрационно-метасоматическую, по Д. С. Коржинскому [105]. Оба типа зональности характерны для типичных эндогенных месторождений.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУТНЫХ КОМПОНЕНТОВ И ИХ ПРОМЫШЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Попутные компоненты в рудах Джезказганского месторождения систематически исследовались с помощью оптического, спектрального и количественно-химического методов анализа типовых, мономинеральных и групповых проб руд и продуктов обогащательной фабрики.

К числу главных попутных компонентов, имеющих существенное промышленное значение, относятся серебро и рений.

Серебро и золото в рудах месторождения определялись пробирными анализами групповых проб керна разведочных скважин колонкового бурения, охватывающих все рудные участки и рудоносные горизонты месторождения. Золото в этих пробах не обнаружено или установлено в виде следов. Содержание серебра по природным типам руд и рудоносным горизонтам представлено в таблице 2.

Результаты определения серебра и золота в чистых минералах второй стадии минерализации и в концентратах, полученных из вкрапленных руд, относимых к первой стадии минерализации, представлены в таблице 3, по данным С. К. Калинина [184, 185].

Из приведенных данных видна определенная приуроченность золота ко второй стадии минерализации, поэтому оно на месторождении не имеет практического значения. В то же время резкого различия в количестве серебра между минералами первой и второй стадий не наблюдается. Наиболее высокое содержание серебра из минералов имеют халькозин и борнит.

Палладий и платина содержатся в весьма незначительных количествах, вследствие чего их спектрографическое определение возможно только с применением предварительной концентрации. Распространение этих элементов до некоторой степени может быть охарактеризовано их содержанием в медных концентратах Джезказганской обогатительной фабрики, которое составляет от 0,01 до 0,05 г/т.

Кадмий в рудах Джезказганского месторождения определялся спектрографическим способом. Всего по состоянию на 1 января 1964 г. проанализирована 8481 проба, из которых отрицательные результаты получены по 5140 пробам. В остальных 3341 пробе установлено присутствие кадмия в десятых, сотых и тысячных долях процента. Кадмий в значительных количествах выявлен только в цинковых рудах, где он связан со сфалеритом и входит в его кристаллическую решетку [179]. С повышением содержания цинка увеличивается концентрация кадмия, причем отношение кадмия к цинку составляет приблизительно 1 : 90—1 : 100.

В цинковом концентрате из руды шахты Петро кадмия содержится 0,5—0,6%. В чистых сфалеритах его количество достигает 0,9%. Повышенные концентрации кадмия (до 0,2%) установлены также в блеклых рудах. Интересно отметить наличие кадмия в небольших количествах (0,01—0,02%) в чистых галенитах при отсутствии в них цинка.

Ртуть присутствует во многих минералах Джезказгана. Наиболее высокие концентрации ее отмечены в сфалеритах, где она изоморфно замещает цинк в его кристаллической решетке. В чистых сфалеритах второй стадии оруденения ртути содержится от 10 до 30 г/т. В цинковом концентрате, выделенном из вкрапленной цинковой руды шахты Петро, установлено 0,002% ртути (20 г/т). Повышенные концентрации ртути отмечаются также в блеклых рудах (до 0,01%) и бетехтините (0,03%).

Из вкрапленных медных руд по содержанию этого элемента заметно выделяются халькозиновые руды, в которых установлено до 7—8 г/т ртути, и борнитовые руды — 2—3 г/т. В халькопиритовых же рудах содержание ртути весьма незначительно и составляет 0,1 г/т.

Молибден. На молибден произведено всего 8977 полуколичественных спектральных анализов групповых проб, из которых полностью отрицательные результаты получены по 560 пробам. В пробах, в которых обнаружен этот элемент, содержание его обычно не превы-

Таблица 2

Содержание серебра в типовых рудах Джезказгана

№ горизонта	Руда	Количество в подсе- чений	Количество в проб	Метраж проб	Среднее содержа- ние сереб- ра, г/т	Метрограм- мы	Минерали- зация
1	2	3	4	5	6	7	8
2	Медная		146	1207,37	8,93	10780,39	Сульфидная
	Свинцовая		38	243,00	2,45	595,05	»
	Комплексная		31	188,27	23,50	4425,40	»
	Окисленная		65	376,60	12,27	4620,61	Медная
	Смешанная		7	41,39	3,76	155,64	»
Всего по го- ризонту		163	287	2056,63	10,00	20577,09	
3	Медная		45	473,19	68,42	32376,33	Сульфидная
	Свинцовая		3	14,20	1,34	19,06	»
	Комплексная		25	39,10	56,93	2226,11	»
Всего по го- ризонту		26	73	526,49	65,76	34621,50	
4	Медная		21	229,21	54,99	12605,54	Сульфидная
	Свинцовая		3	35,15	4,76	167,19	»
	Комплексная		1	2,77	3,95	10,94	»
Всего по горизонту		19	25	267,13	47,86	12783,67	
5	Медная		54	315,58	35,79	11296,18	Сульфидная
	Свинцовая		3	26,94	5,07	136,57	»
	Комплексная		4	24,73	41,38	1023,24	»
Всего по го- ризонту		30	61	367,25	33,92	12455,99	
6	Медная		105	789,71	43,47	34330,14	Сульфидная
	Свинцовая		11	36,05	5,14	185,31	»
	Комплексная		18	33,46	21,10	706,05	»
			4	19,56	56,48	1104,75	Медная
Всего по го- ризонту			138	878,78	41,34	36326,25	
7	Медная		42	291,64	28,76	8387,55	Сульфидная
	Свинцовая		1	9,60	2,20	21,12	»
	Комплексная		2	15,81	66,05	1044,37	»
	Окисленная		2	2,75	1,34	3,68	Медная
Всего по го- ризонту		34	47	319,80	29,57	9456,72	
8	Медная		88	666,89	24,31	16211,76	Сульфидная
	Комплексная		2	18,60	7,09	131,85	»
	Окисленная		10	35,20	2,19	77,06	Медная
	Смешанная		2	11,64	14,66	170,64	»
Всего по го- ризонту			102	732,33	82,66	16591,31	

1	2	3	4	5	6	7	8
9	Медная		123	1302,39	16,89	21993,36	Сульфидная
	Комплексная		2	10,53	21,36	224,97	»
	Окисленная		7	39,84	19,88	792,09	Медная
	Смешанная		2	7,86	8,68	63,85	»
Всего по горивонту		78	134	1360,12	16,96	23074,27	
Всего по месторождению	Медная		624	5275,98	28,05	147981,25	Сульфидная
	Свинцовая		59	364,94	3,08	1124,30	»
	Комплексная		85	333,27	29,38	9792,77	»
	Окисленная		88	473,95	13,92	6598,22	Медная
	Смешанная		11	60,39	6,46	390,13	»
Итого			867	6508,53	25,49	165886,67	

Таблица 3

Содержание серебра и золота в чистых минералах и концентратах руд, г/т

Концентраты и минералы	Серебро	Золото
Халькопиритовый концентрат (шахта № 42)	25	0,2
Борнитовый концентрат (шахта № 51)	1000	Следы
Халькозиновый концентрат (шахта Покро)	3024	»
Галенитовый концентрат (шахта Покро)	120	0,4
Сфалеритовый концентрат (шахта Петро)	10	0,2
Халькопирит жильный (шахта № 24)	100	8,0
Борнит жильный концентрат (шахта Покро)	300	19,0
Халькозин (шахта Покро)	3000	10,0
Галенит (шахта Покро)	100	2,6
Блеклая руда (шахта Покро)	300	10,0
Сфалерит (шахта Петро)	10	Следы

шает тысячных долей процента. В отдельных пробах количество молибдена повышается до 0,01—0,3%. В этих же пробах отмечается наиболее повышенное содержание рения. Так же как и рений, молибден приурочен в основном к вкрапленным рудам первой стадии минерализации. В чистых минералах второй стадии молибден отмечается только в редких случаях. При окислении руд, в отличие от рения, он рассеивается в меньшей степени. В небольших количествах (до 0,0001—0,0002%) молибден постоянно обнаруживается также во вмещающих породах, тогда как рения в них установить не удалось.

Висмут в рудах Джезказгана содержится в небольших количествах. Его присутствие установлено в 2167 пробах из 8977 проанализированных. Следует отметить четко выраженную приуроченность этого элемента к минералам второй стадии оруденения. Наиболее обогащены висмутом блеклые руды, где его содержание достигает 0,03—0,05%. Повышенные концентрации висмута отмечаются также в халькозине и борните, составляя в отдельных случаях 0,06% и выше.

В галените, с которым висмут обычно ассоциирует в природе, содержание висмута колеблется от следов до 0,0005%. В домейките его отмечено 0,003%. Из вкрапленных руд повышенным содержанием висмута выделяются богатые халькозиновые руды, где в отдельных пробах его установлено до 0,005%.

В процессе обогащения висмут распределяется между медным (1—2 г/т) и свинцовым (до 2—3 г/т) концентратами. При плавке медных руд висмут концентрируется в легкой фракции конверторной пыли (до 0,03%). Незначительная часть его остается в черновой меди (до 0,0003—0,0005%). Такая высокая степень чистоты меди в отношении висмута объясняется весьма малым его содержанием в исходной перерабатываемой руде.

Олово установлено в десятитысячных долях процента в 7778 пробах из 8492 проанализированных, что свидетельствует о том, что олово является относительно редким элементом в рудах Джезказгана. Постоянное присутствие олова в концентратах (до 0,002%) установлено в сфалеритах и богатых цинковых рудах. Наряду с этим олово в небольших количествах отмечено во вмещающих породах (1—2 г/т) и медных рудах.

Кобальт в виде примесей (до 0,003%) присутствует во вкрапленных рудах и вмещающих породах месторождения. В чистых минералах повышенные количества кобальта установлены в блеклой руде (0,03—0,05%) и сфалерите (до 0,03%).

В окисленной зоне кобальт в незначительных количествах в виде минерала эритрина был отмечен в двух случаях. Обычно же он концентрируется здесь в минералах, обогащенных марганцем.

Наибольшее содержание его (0,3%) установлено в образце красного алевролита с прожилками марганцевых минералов (карьер Беловский) [181].

Исследователями минералогического состава руд Джезказганского месторождения [181] выявлено несколько разновидностей минералов кобальта: смальтин, кобальтин, саффорит. До сих пор не обнаружены какие-либо минералы никеля. Из проанализированных 8977 проб кобальт обнаружен в 8669 пробах главным образом в тысячных долях процента.

Индий отмечен в концентрациях до 0,001—0,002% только в чистых сфалеритах из трещин и в несколько меньших количествах (до 0,001%) в цинковом концентрате, полученном из богатой вкрапленной руды. В медных концентратах содержание индия не превышает 1 г/т. В тонкой фракции конверторной пыли Карсакпайского медеплавильного завода индий концентрируется до 0,001%.

Таллий в рудах Джезказгана содержится в небольших количествах. В медном концентрате он составляет около 1 г/т. В конверторной пыли Карсакпайского медеплавильного завода количество таллия равно 0,001—0,003%. Однако источником таллия здесь являются не только медные руды, но и пириты, добавляемые в шихту в качестве флюса.

Германий. Содержание германия во всех основных типах руд Джезказгана незначительно и редко превышает 1 г/т. Повышенные количества этого элемента (до 3—10 г/т) установлены в некоторых халькопиритах. Особенно выделился образец колломорфного халькопирита, где содержание германия составило 0,01% [184]. Из чистых минералов в десятитысячных долях процента германий отмечен в сфалерите, борните и блеклой руде. Высокая концентрация германия (0,003%) была в образце окисленной железной руды (карьер Белов-

ский), что подтверждает существующую в природе тесную парагенетическую связь германия с железом. В медном концентрате установлено около 1 г/т германия.

Галлий отмечается во всех вкрапленных рудах в концентрациях до 0,001—0,002%, а также во вмещающих породах, с которыми он в основном связан. Вследствие этого при обогащении большая часть галлия переходит в хвосты.

Мышьяк и сурьма значительно распространены в рудах Джезказгана. Наличие их здесь в основном связано с проявлением минералов из группы блеклой руды. Кроме того, повышенные концентрации мышьяка установлены в минералах самых конечных этапов рудообразования. Так, в отдельных пробах колломорфных пирита и халькопирита, отлагавшихся в завершающий этап второй стадии оруденения, отмечено наличие мышьяка до 10% и более.

Селен и теллур. При спектрографических анализах руд и минералов селен и теллур не обнаружены, что свидетельствует о их малой распространенности в Джезказганском месторождении.

Рений. В свете имевшихся до последнего времени в отечественной и зарубежной литературе геохимических данных по рению [183] нахождение его в природе связывалось исключительно с молибденидами, и достаточных предпосылок для возможного наличия этого элемента в рудах Джезказгана, казалось, не было, так как в их составе роль молибденита, как известно, ничтожно мала.

Однако в связи с усовершенствованием методики спектрографического определения малых количеств редких и рассеянных элементов в Институте геологических наук АН КазССР по инициативе академика К. И. Сатпаева, В. И. Штифанова, С. Ш. Сейфуллина, Ш. Е. Есенова были предприняты широкие исследования руд Джезказгана на содержание в них элементов-примесей, в результате чего выявлено значительное распространение в этих рудах рения. В связи с этим в секторе спектрографии ИГН АН КазССР под руководством С. К. Калинина велись исследования по разработке количественных определений рения в рудах. Точность разработанного метода полностью оправдала себя в дальнейших широких исследованиях по определению рения в рудах Джезказгана.

Для выяснения связи рения с рудами отдельных стадий минерализации, различными генетически и минералогически чистыми минералами, для уточнения поведения его в каждом рудном участке месторождения и отдельных рудных горизонтах, а также для подсчета запасов исследовались большие количества штучных проб, предназначенных для химических анализов на ведущие металлы. В итоге количество анализов на рений по рудам Джезказганского месторождения составило свыше 15 000.

В результате исследований рений обнаружен во вкрапленных сульфидных рудах всех минералогических типов и на всех участках месторождения. Количество рения увеличивается с ростом содержания основных металлов (меди, свинца, цинка), но прямой корреляции между ними не наблюдается. Высокие концентрации рения чаще всего устанавливаются на участках богатого оруденения. В бедных рудах повышенные содержания рения отмечаются реже, а во вмещающих породах этот элемент практически не обнаруживается. В чистых минералах второй стадии оруденения рения обычно нет или он содержится в редких пробах в незначительных количествах.

Наиболее высокое содержание рения в борнитовых и полиметал-

лических рудах и относительно низкое в чистых гипогенных халькозиновых и чистых свинцовых рудах.

Большие колебания наблюдаются также в соотношениях рения и свинца в свинцовых, а также рения и меди в цинковых рудах. Наиболее устойчивая корреляция устанавливается между рением и молибденом, причем она характерна для всех типов руд независимо от их минералогического состава.

При окислении руд рений выщелачивается и рассеивается ввиду большой растворимости его кислородных соединений. В минералах окисленной зоны рений не обнаружен или установлен в отдельных пробах в незначительных концентрациях. В рудничных водах, взятых из шахт Покро-Центральная, № 42, 44 и Петро, содержание рения достигает 0,002—0,005% в сухом остатке (минерализация равна 1—2 г/г).

Сопоставление результатов анализов со средними содержаниями элементов в земной коре показывает, что в сульфидных рудах Джезказгана коэффициент концентрации рения в 15—20 раз больше, чем меди. Учитывая, что Джезказганское месторождение является одним из самых богатых по содержанию меди, нужно сделать вывод, что здесь имеется исключительно высокая концентрация такого рассеянного элемента, как рений. Таким образом, медные месторождения Джезказганского района нужно считать крупнейшим источником рения.

Джезказганские руды исследовались на рений не только по штучным образцам, но и по керновым пробам разведочных скважин колонкового бурения, для чего использовались дубликаты порошков керновых проб ранее пройденных скважин. Это позволило охватить равномерной сетью опробования всю площадь месторождения [45].

Рений определялся также непосредственно в руде, для чего использовался разработанный С. К. Калининым метод количественного спектрографического анализа на спектрографах большой дисперсии ДФС-13 [45].

Пробы отбирались из каждой выработки (скважины), а в скважине — из каждой минералогической разности руд с учетом степени интенсивности оруденения. Вес частных проб соответствовал их длине.

Всего в центральном рудном поле Джезказгана опробовано 555 скважин. Распределение опробованных участков по отдельным рудоносным горизонтам приведено в таблице 4.

Содержание рения в отдельных рудоносных горизонтах и природных типах руд при бортовом содержании меди в руде в 0,4% представлено в таблице 5. Из ее данных видно, что наиболее высокое содержание рения отмечается в рудах полиметаллического состава (комплексные руды), а из рудоносных горизонтов относительно более высоким содержанием отличаются горизонты № 6 и 8.

Таблица 4

Распределение опробованных на рений скважин по рудоносным горизонтам

Рудоносный горизонт	Количество пересечений	
	в балансовой руде	в забалансовой руде
Джиландинский	3	3
1	10	5
2	253	81
3	129	48
4	74	25
5	198	68
6	183	97
7	116	62
8	86	51
9	171	108

Таблица 5

Содержание рения в отдельных рудоносных горизонтах и природных типах руд

Рудоносный горизонт	Руда	Количество проб	Среднее содержание рения, г/т	
			без учета следов	с учетом следов
Джиландинский, 1	Сульфидная свинцовая	4	н. о.	0,12
	Окисленная медная	2	н. о.	н. о.
2	Сульфидная медная	19	0,80	0,94
	Сульфидная комплексная	2	2,14	2,14
	Сульфидная свинцовая	2	н. о.	н. о.
	Окисленная медная	23	н. о.	0,01
3	Сульфидная медная	451	0,75	0,78
	Сульфидная комплексная	84	4,99	5,01
	Сульфидная свинцовая	146	1,26	1,28
	Сульфидная медная	240	1,41	1,44
4	Сульфидная комплексная	48	5,01	5,02
	Сульфидная свинцовая	34	1,08	1,12
	Сульфидная медная	169	1,21	1,26
	Сульфидная комплексная	16	5,15	5,15
5	Сульфидная свинцовая	23	2,00	2,00
	Сульфидная медная	331	1,38	1,48
	Сульфидная комплексная	54	5,89	5,89
	Сульфидная свинцовая	69	2,33	2,34
6	Сульфидная медная	433	2,32	2,34
	Сульфидная комплексная	38	4,95	4,95
	Сульфидная свинцовая	27	2,29	2,30
	Окисленная медная	5	0,06	0,14
7	Сульфидная медная	252	1,46	1,49
	Сульфидная комплексная	10	3,26	3,26
	Сульфидная свинцовая	12	1,50	1,51
	Окисленная медная	4	0,10	0,17
8	Сульфидная медная	245	2,78	2,80
	Сульфидная комплексная	7	6,16	6,16
	Сульфидная свинцовая	2	н. о.	0,15
	Окисленная медная	24	н. о.	0,06
9	Сульфидная медная	236	0,16	1,18
	Окисленная медная	58	0,02	0,06
	Сульфидная медная	2576	1,48	1,52
	Сульфидная комплексная	267	5,10	5,10
В целом по Центральному Джез-кавгану	Сульфидная свинцовая	320	1,58	1,59

Таблица 6

Коэффициенты корреляции рения с основными металлами

Тип руды	Рудоносный горизонт								Среднее по месторождению
	2	3	4	5	6	7	8	9	
Существенно халькопиритовый	0,45	0,74	0,52	0,76	0,65	0,31	0,93	0,60	
Халькопирито-борнитовый	0,45	0,89	0,99	0,66	0,82	0,87	0,94	0,43	
Существенно борнитовый	—	0,76	—	0,90	0,80	0,92	0,74	—	
Борнито-халькозиновый	0,54	0,83	0,85	0,63	0,90	0,74	0,90	0,85	
Существенно халькозиновый	0,25	0,55	0,30	0,88	0,20	0,18	0,63	0,47	
Всего по медной руде	0,52	0,73	0,77	0,74	0,71	0,80	0,80	0,49	0,71
Всего по существенно галени- товому типу	0,77	0,89	0,88	0,22	—	—	—	—	0,84
Всего по существенно сфалери- товому типу	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Относительно низкое содержание рения в медных рудах установлено в рудоносных горизонтах № 1 и 2, где медная руда представлена преимущественно халькозином.

Вычисленные коэффициенты корреляции рения с основными металлами представлены в таблице 6.

Относительно высокий коэффициент корреляции установлен в свинцовой руде, низкий — в цинковой. Более высокое содержание рения и высокие коэффициенты корреляции его с основными металлами отмечаются в полиминеральных рудах.

В существенно мономинеральных рудах рений связан (в порядке убывания концентрации) с борнитом, галенитом и халькопиритом. Самые низкие концентрации рений имеет в существенно халькозиновой руде.

С точки зрения рениеносности изучены также руды Сарыобинского месторождения. Среднее содержание рения в балансовых рудах этого месторождения равно 1,85 г/т, в забалансовых — 0,89 г/т.

Руды Сарыобинского месторождения отличаются от руд Центрального Джекказгана более низким содержанием рения.

Кроме порошков керновых проб, полуколичественному и количественному анализам на рений подвергнуто значительное количество штучных образцов руд и пород, взятых из различных шахт, а также пробы технологических продуктов.

При обогащении руд рений накапливается в медном концентрате, где его содержание приблизительно в 8—10 раз выше, чем в исходной руде. Заметное обогащение им происходит также в свинцовом концентрате. В хвостах содержание рения составляет 0,0001—0,00015 %.

В таблице 7 приводится распределение рения в продуктах обогащения руд.

В металлургическом процессе поведение рения определяется высокой летучестью его соединений. При отражательной плавке большая часть рения (около 70 %) улетучивается и обнаруживается в золе и пылях, взятых из газоходов отражательных печей. Содержание рения в этих материалах весьма неравномерно. Рений частично переходит

Таблица 7

Содержание рения в различных продуктах обогащения руд

Продукт обогащения	Количество проб	Среднее содержание рения, г/т
Медная руда	9	2,84
Хвосты медных руд	14	1,10
Медный концентрат	17	34,30
Товарный концентрат	15	29,00
Коллективный концентрат	16	32,50
Свинцовая руда	11	4,34
Хвосты свинцовых руд	3	1,23
Свинцовый концентрат	11	29,00

Таблица 8

Содержание рения в технологических продуктах Карсакпайского завода

Технологический продукт	Содержание рения, %
Сульфидная медная руда	0,00035—0,0004
Медный концентрат	0,004
Свинцовый концентрат	0,004—0,005
Хвосты обогатительной фабрики	0,0001—0,00015
Штейн	0,002
Отвалный шлак	0,004
Продукт отражательных печей	0,002
Пыль со стенок борова отражательных печей у трубы	0,005—0,01
Черновая медь	0,008
Пыль конверторная из камер	0,008
Пыль из трубы (унос)	0,02

также в отвальный шлак, где концентрация его составляет около 0,04%. Оставшийся рений (не более 25%) отделяется от меди почти целиком при конвертировании и накапливается в конверторной пыли. Наиболее обогащена рением тонкая фракция этой пыли, взятая непосредственно из конверторной трубы.

Результаты определения рения в технологических продуктах Карсакпайского завода представлены в таблице 8.

Как видно из приведенных в таблице 8 данных, в процессе переработки руд рений накапливается в концентратах, а затем в пылях металлургических печей.

В настоящее время только незначительная часть медных концентратов джезказганских руд перерабатывается на Карсакпайском медеплавильном заводе. Основное количество их поступает на Балхашский медеплавильный завод. Свинцовые концентраты перерабатываются на Усть-Каменогорском свинцовом заводе. Там джезказганские концентраты перерабатываются совместно с концентратами других месторождений. Все это приводит к рассеиванию рения и затрудняет полное его извлечение.

ГЕНЕЗИС МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЖЕЗКАЗГАНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

По вопросу генезиса Джезказганского месторождения, начиная с первых геологических описаний и до настоящего времени, существуют две диаметрально противоположные точки зрения. Одни исследователи [56, 97, 127, 132, 170, 174, 179, 188, 191, 202, 213, 216, 224] относят Джезказган к типично осадочным месторождениям, другие [42, 46, 110, 123, 125, 141, 159, 219] отстаивают его гидротермальное происхождение.

Впервые идею об осадочном генезисе руд Джезказгана высказал английский геолог П. Гарвей (1904 г.). Позднее американский геолог С. Болл, который в 1910 г. по приглашению английской компании производил геологическую съемку Джезказганского месторождения, высказал мнение о гидротермальном происхождении его руд. При этом он допускал, что восходящие растворы, отложившие медные руды, могли быть как гидротермальными, так и вадозными, циркулировавшими в толще красноцветных пород.

А. А. Краснопольский [110], учитывая пластовый характер рудных залежей Джезказгана, в 1917 г. пришел к выводу о сингенетической с осадконакоплением минерализации.

В советский период изучения Джезказгана вопросы геологии и генезиса оруденения были освещены в работах И. С. Яговкина и П. М. Никитина [224], считавших бесспорным гидротермальный генезис оруденения. По мнению этих исследователей, против сингенетической теории свидетельствуют некоторые детали геологических условий залегания рудных залежей (например, связь оруденения с тектоникой), микроструктура и состав руд, рудный метаморфизм боковых пород, неравномерность минерализации, а также отсутствие такого признака, как региональность метаморфизма, весьма характерная для осадочного месторождения Мансфельд в ГДР.

Вопросы, связанные с геологическими условиями образования Джезказганского месторождения, наиболее полно и детально разработаны академиком К. И. Сатпаевым [170, 171, 172, 174] и Т. А. Сатпаевой [180, 181, 182], установившими на огромном фактическом материале, собранном в процессе разведки и эксплуатации месторождения, гидротермальный генезис оруденения. Эту же точку зрения ак-

тивно развивали академик АН КазССР М. П. Русаков [174] и все геологи, руководившие геологоразведочными работами на Джекказгане [188].

В пользу гидротермального генезиса месторождений типа так называемых «медистых песчаников» в последнее время выступают профессор Ф. И. Вольфсон [32], шведский ученый Давидсон и многие другие крупнейшие геологи.

Ряд ученых высказывают и активно отстаивают гипотезу первичноосадочного генезиса месторождений типа медистых песчаников вообще и Джекказганского месторождения в частности и усердно развивают различные варианты этой гипотезы. К их числу относятся геологи Г. Г. Гудалин [43], В. С. Домарев [46], В. М. Попов [141], Л. Ф. Наркелюн, Р. Ф. Фатиков [125], А. И. Перельман [136, 137], академик Н. И. Страхов [201], В. Д. Шутов и И. П. Дружинин [219] и другие.

Однако И. С. Яговкин [223, 224], К. И. Сатпаев [170, 171, 174], М. П. Русаков [155, 174], Н. М. Никитин [224], Т. А. Сатпаева [179, 180, 181], С. Ш. Сейфуллин, Ш. Е. Есенов, В. И. Штифанов [187, 188, 190], П. Т. Тажибаева [202], Д. С. Кунаев [116], Н. Н. Нуралин [129, 130, 132, 133] и многие другие исследователи считают оруденение в Джекказгане гидротермальным. Автор настоящей работы в течение многих лет принимал непосредственное участие в изучении и освоении Джекказганского месторождения и имел возможность в повседневной работе проверять основные аргументы, выдвигаемые в подкрепление различных генетических концепций.

Многочисленные наблюдения, отрицательные результаты проведенной нами проверки рекомендаций сторонников осадочного генезиса Джекказганских месторождений и высокая эффективность геологоразведочных работ, осуществляемых с учетом гидротермального генезиса медистых песчаников Джекказгана, дают нам объективное основание быть убежденными сторонниками гидротермальной гипотезы образования джекказганских руд.

Основными аргументами, позволяющими сторонникам осадочной теории априорно и бездоказательно принимать гипотезу осадочного генезиса Джекказганского месторождения, являются следующие общеизвестные его особенности:

1. Приуроченность рудных залежей к определенным стратиграфическим горизонтам осадочной толщи, представленной песчаниками, частично конгломератами серой окраски, относимыми в последнее время к дельтовым фациям.

2. Пластообразная форма рудных тел.

3. Отсутствие видимой генетической связи оруденения с изверженными породами.

4. Наличие промышленного оруденения не только в купольных структурах и флексурах, но и в синклинальных прогибах высшего порядка.

О стратифицированности рудных залежей Джекказгана, хотя они и приурочены к определенным типам осадочных образований, говорить не приходится. В Джекказгане оруденению подвергнуты сероцветные песчаниково-конгломератовые породы большого отрезка времени, начиная от визе — намюра и кончая низами нижней перми. Здесь в разрезе карбона и перми насчитывается 26 слоев сероцветов, перемежающихся с красноцветами. Во всех без исключения слоях серых песчаников установлено промышленное медно-свинцовое оруденение. В красноцветах оно, как правило отсутствует.

На месторождениях Джиландинской группы промышленная минерализация в основном приурочена к таскудукскому, промежуточно-му и джиландинскому горизонтам, представленным перемежающимися сероцветами и красноцветами. В вышележащих горизонтах песчано-сланцевой толщи, сложенных исключительно красноцветными породами, оруденение отсутствует. Однако на отдельных участках среди этих отложений устанавливаются сероцветные породы с медным оруденением. Поэтому нужно говорить не о стратификации рудных залежей, а о их приуроченности к строго определенным литологическим отложениям, возникшим в основной своей массе в результате воздействия на породы гидротермальных и частично катагенетических процессов.

Сторонники осадочной гипотезы происхождения медистых песчаников Джекказгана считают, что материнские породы были первично обогащены медью. В. М. Попов [141] и Н. С. Мануйлова [123] утверждают наличие в областях сноса эффузивов так называемого «бошекульского типа», а В. Д. Шутов и И. П. Дружинин [219] — метаморфизованных эффузивов и кремнистых сланцев, содержащих медное оруденение «колчеданного типа». Однако многолетними геологическими съемками и поисковыми работами, проведенными в Джекказганском районе на площадях развития доверхнепалеозойских пород, не обнаружено пока что эффузивов «бошекульского типа» или сколько-нибудь значительного медноколчеданного оруденения.

П. Т. Тажибаева [202], изучившая возможные источники сноса при образовании джекказганской толщи, отрицает обогащенность медью материнских пород. Однако Д. Г. Сапожников [159], напротив, отмечает повышенные против кларковых содержания меди в некоторых кристаллических породах Эскулинского поднятия.

Допустим даже, что в водосборных площадях имелись месторождения меди. Но ведь размыву не могли подвергаться только эти месторождения. В огромном количестве сносился материал и от разрушения «пустой породы», так что медь не могла поступать в область аккумуляции концентрированно.

По мнению сторонников осадочной гипотезы, медь в бассейн осадконакопления может попасть в виде механических взвесей основных карбонатов, либо в виде истинных растворов и в меньшей степени — в адсорбированном и коллоидном состояниях. Н. М. Страхов [201] указывает, что «сейчас стало совершенно ясным, что на земной поверхности подавляющее большинство элементов мигрирует в речных водах не только в виде истинных или коллоидных растворов, но и в составе механических взвесей, причем именно эта форма переноса, как правило, является весьма существенной или даже главной».

Таким образом, если медь переносилась в виде механической взвеси, то она должна одинаково накапливаться как в сероцветных, так и в красноцветных породах, подчиняясь законам механической дифференциации. Однако каждый исследователь, независимо от его убеждения по поводу генезиса руд, не отрицает, что медь в красноцветах не концентрируется. Не может же этот элемент поступать с водосборных площадей только в периоды отложения сероцветных осадков. Следует при этом учесть, что в толще наблюдается частое чередование красноцветных и сероцветных пород и переходы одних в другие на сравнительно небольшом протяжении.

Если же медь в бассейне седиментации поступала в виде истинных растворов, то ею обогащались бы прежде всего глинистые осадки. Н. М. Страхов [201] считает, что «когда из раствора любого соедине-

ния выделяется твердая фаза в виде ничтожных размеров кристалла или гелевого сгустка, она вовсе не сразу фиксируется на дне. Напротив, она становится практически в те же условия, что и гидроксимиически ей эквивалентные частицы механических взвесей, вместе с ними переносится и вместе осаждается. Тем самым ход химического осаждения элементов усложняется и в него в качестве обязательного звена включается сортирующая деятельность воды. Но сущность этой деятельности состоит в максимальном разделении частиц осадка по крупности зерна, в оставлении в прибрежной зоне сильных волнений лишь наиболее крупнозернистых осадков и в удалении в центральные области наиболее тонкозернистых частиц. А так как подавляющее большинство элементов концентрируется как раз в наиболее тонкозернистой части взвесей, да и все химически осажденные из растворов твердые фазы дают частицы ничтожных размеров, то естественно, что под влиянием сортировки наибольшие содержания всех (или подавляющего большинства) элементов оказываются смещенными из прибрежных грубозернистых осадков в более пелагические глинистые. Так, воздействие сортировки создает упорядоченный тип распределения элементов в различных его модификациях» [201, стр. 217].

Однако, несмотря на то, что в отложениях джезказганской толщи действительно наблюдается упорядоченный тип распределения большинства элементов, аргиллиты все-таки содержат медь и другие элементы в количествах, даже несколько ниже кларковых. При этом песчаники и алевролиты оказываются более обогащенными этими элементами.

Медь в раствор поступает только во время интенсивного химического выветривания материнских пород, что имеет место лишь в условиях гумидного климата. Поэтому сторонники осадочной гипотезы, допуская, что в бассейне осадконакопления был аридный климат, в то же время утверждают, что область сноса находилась в гумидной зоне. Вот почему они предполагают там высокогорье.

Интенсивное химическое выветривание материнских пород обусловило бы в отложениях джезказганской толщи контрастную модификацию упорядоченного типа распределения элементов. На самом же деле наблюдается сглаженная модификация, свидетельствующая о незначительной роли химического выветривания, а следовательно, о слабой расчлененности водосборной площади и наличии там аридного климата.

Таким образом, рассмотрение конкретных условий образования джезказганской толщи приводит к убеждению об отсутствии рудного накопления в стадии седиментогенеза.

Учитывая, что оруденение в Джезказгане почти исключительно локализовано в песчаниках, сторонники осадочного генезиса большое значение придают перераспределению вещества на стадии диагенеза и эпигенеза. В диагенезе первостепенная роль отводится органическому веществу. Н. М. Страхов указывает: «Органическое вещество действует не в седиментогенезе, а в диагенезе, порождая обилие H_2S в отдельных пунктах осадка, куда благодаря этому и тянутся — диффузно — Cu, Pb, Zn, оседая здесь в виде крайне мало растворимых сульфидов и обогащая осадок» [201, стр. 151]. При рассмотрении закономерностей распределения органического углерода в отложениях джезказганской толщи и влияния органического вещества на геохимию этих отложений видно, что максимальные количества органического углерода сосредоточены в аргиллитах и что имеется пря-

мая связь углерода и количества глинистой фракции в породе. Значит, и на стадии диагенеза должны бы обогащаться медью именно аргиллиты. Этого, однако, не происходит. Не получается и корреляции между содержаниями органического углерода и меди. В. Д. Шутов и И. П. Дружинин [219] также считают, что перераспределение медных соединений и концентрации их в отложениях, обогащенных органическим углеродом, происходили в постседиментационный период. Окисление обильной органики, содержащейся в осадках, сопровождалось генерацией CO_2 и H_2S . В силу этого все диагенетические процессы этой зоны отличались повышенной интенсивностью (аутигенная хлоритизация, пиритизация и др.). Эти процессы протекали на фоне диффузивного подтока карбонатного материала из области лагун и пересыпей с более тонким составом осадков в сторону проницаемых грубых осадков подводной дельты. Пути миграции служили грубозернистые рукава подводной дельты, пропиленные среди осадков фракций пересыпей и кос и игравшие своеобразную роль «вентиляционных каналов». Вдоль таких каналов и в смежных участках подводной дельты осуществлялась интенсивная диагенетическая садка карбоната кальция. Вместе с карбонатом кальция мигрировали основные карбонаты меди и других тяжелых металлов. В присутствии H_2S они переходили в нерастворимые сульфиды меди и быстро выпадали в осадок.

Таким образом, медь осаждалась первоначально в богатых органическим веществом глинистых осадках, где окисление генерировало CO_2 и H_2S . Возникает вопрос, почему же здесь медь не переходила в нерастворимый сульфид меди, а вынуждена была мигрировать из благоприятных для осаждения условий в песчаники, где эти условия вновь создаются, по мнению В. Д. Шутова и И. П. Дружинина? С одной стороны, не доказано существование дельты и, следовательно, «вентиляционных каналов». С другой стороны, первичных сингенетических концентраций меди в отложениях джезказганской толщи, в том числе и даже в незначительно глинистых, богатых органическим веществом, вообще не происходило.

О несостоятельности представления о перераспределении меди и других элементов в стадии диагенеза и эпигенеза свидетельствуют также геохимические особенности джезказганской толщи. Прежде всего, как уже отмечалось, это неупорядоченный тип распределения элементов, когда их содержание возрастает от аргиллитов к песчаникам. Кроме того, неупорядоченный тип распределения имеется и в красноцветных породах: сглаженная его модификация на Сарыобе и контрастная в Итаузе. Такое явление объяснить диагенетической и эпигенетической миграцией никак нельзя, поскольку органическое вещество в них отсутствует и, следовательно, исключается образование в этих осадках CO_2 и H_2S .

С точки же зрения гидротермальной гипотезы неупорядоченный тип геохимического распределения, равно как и его любые модификации, удовлетворительно объясняют условия образования и сероцветных и красноцветных пород.

Сторонники осадочной гипотезы особенно акцентируют внимание на том, что в Джезказгане нет видимой связи медного оруденения с интрузиями и складчатыми или разрывными нарушениями.

Что касается генетической связи оруденения с интрузиями, то идея о такой связи, за исключением чисто магматических месторождений, при современном уровне геологической науки является анахронизмом. Более того, не исключена возможность отсутствия вообще

какой-либо связи оруденения с магматическими породами; гидротермальные растворы, формирующие рудные месторождения в верхних структурных этажах, не обязательно должны быть ювенильными, т. е. генерированными магмой, хотя они и производят на своем пути глубокие метаморфические преобразования пород. Поэтому вряд ли можно считать термин «постмагматический» удачным в смысле применения его к гидротермальным растворам. Последние могут образовываться и проникать из глубин в результате различных геологических процессов. Поэтому рудные месторождения, в том числе и медные, могут образоваться эндогенным путем независимо от того, есть ли в районе граниты, или же они отсутствуют.

Укажем еще на одну важную деталь. Те же сторонники осадочного генезиса в свое время особенный упор делали на отсутствие гранитов в Джезказгане. Этот аргумент выставлялся как самый важный для опровержения гидротермальной гипотезы происхождения меди в районе. Как же быть теперь с месторождением Удокан, где меденосные протерозойские отложения прорваны магматическими интрузиями от кислого до основного состава, к тому же содержащими медное оруденение? Те же авторы, утверждающие осадочное происхождение руд в Джезказгане, придав забвению самый главный свой аргумент против гидротермальной гипотезы, настаивают на осадочном генезисе медного оруденения и в Удокане.

В отношении роли геолого-структурных факторов в локализации руд и отрицании этого фактора сторонниками осадочного генезиса заметим следующее. Работы К. И. Сатпаева, С. Ш. Сейфуллина и других по Центральному Джезказгану, а также данные наших исследований убедительно свидетельствуют о влиянии разрывной и пликативной тектоники на характер размещения оруденения. Выявленная нами связь наиболее активных в тектоническом отношении участков оруденения еще раз подтверждает это. Участки, которые отличались большей тектонической активностью еще в период осадконакопления, не менее активно проявляли себя и после формирования толщи. Высокая их подвижность, несомненно, обусловлена наличием расколов в доверхнепалеозойском фундаменте, по которым могли поступать глубинные растворы, интенсивно метаморфизовавшие в пограничных частях этих участков джезказганской толщи и отложившие здесь максимум оруденения. Эти расколы и могли быть основными рудоподводящими каналами.

В. М. Попов [141] относит Джезказган к осадочно-сингенетическим месторождениям, преобразованным в результате дислокационного метаморфизма. В отличие от других сторонников осадочной гипотезы, он полностью признает структурный контроль оруденения. Трещинные структуры, по его мнению, играли роль вакуума, куда всасывалось рудное вещество из приконтактных участков трещин, где и образовались жилы «альпийского типа». В. М. Попов полагает, что перерастворение и перераспределение рудного вещества происходили неоднократно в момент каждого импульса тектонических напряжений.

Подобная трактовка условий формирования Джезказганского месторождения противоречит фактическим данным. Отсутствие дислокационного метаморфизма в породах джезказганской рудоносной толщи не подлежит сомнению. Установлено, что песчаники и глинистые породы не испытывали перекристаллизации, так как сохранены их первичные структуры. Поэтому о сильном региональном метаморфизме, который бы привел к перераспределению всей рудной массы

в песчаниках джезказганской рудоносной толщи, не может быть и речи.

Установлено, что минерализация в Джезказгане связана лишь с определенным этапом тектонического развития рудного поля и имеет более поздний возраст, чем складчатые структуры первого порядка (Кенгирской антиклинали) и сопряженные с ними разрывные нарушения, и более ранний возраст, чем тектонические структуры третьего этапа развития рудного поля, т. е. чем сбросо-сдвиговые и сдвиго-надвиговые нарушения.

Ранние тектонические разрывные нарушения являются не только рудомещающими структурами. Они служат еще «ограничивающими» или «экранирующими» поверхностями, резко обрывающими оруденение. Более поздние сбросо-сдвиги и сдвиго-надвиги, которые также являются результатом тектонического сжатия участка земной коры, имеют послерудный возраст; в самих нарушениях и их залбандах отсутствует рудная минерализация. Они заполнены безрудным баритом, кальцитом, реже кварцем, являющимися продуктами заключительной стадии гидротермального процесса. Если отводить дислокационному метаморфизму столь важное значение, то можно было бы полагать, что и при выделяемых нами послерудных импульсах тектонических напряжений должно было произойти новое перераспределение сульфидов, заполнение этих более поздних трещин рудным веществом и обогащение их залбандов в результате вакуума в них. Однако эти поздние нарушения смещают рудные тела, а вместе с ними рудоконтролирующие пластовые и диагональные сколы, несущие жильные и рудные минералы. Сами они выполнены лишь глиной трения и продуктами безрудной стадии гидротермального процесса. Отнесение В. М. Поповым жильных заполнений в Джезказгане к образованиям метаморфическим, типа «альпийских жил», также противоречит действительности. Постепенное обеднение оруденения и постепенное изменение его минералогического состава от богатых медью сульфидов (халькозина) к менее богатым медью сульфидам (халькопириту) по мере удаления от разрыва, наложение по трещинам борнита на халькопирит, галенита и сфалерита на медные минералы, заполнение сплошной рудной массой трещин в совершенно безрудных аргиллитах, заполнение различных систем трещин разного возраста различными медными сульфидами в одном забое, совершенно разный набор редких и рассеянных элементов во вкрапленном и жильном типах руд и многие другие факты убедительно свидетельствуют о том, что жильные выполнения в Джезказгане не могут быть образованиями типа «альпийских жил».

Об этом же свидетельствует характер распространения в Джезказгане баритовых жил. Несмотря на то, что барий в породах джезказганской рудоносной толщи распространен равномерно (кларк 0,03%), баритовые жилы встречаются повсеместно и приурочены к отдельным участкам, значительно удаленным друг от друга. При региональном динамометаморфизме, который, по мнению В. М. Попова, приводил к пятикратному растворению и переотложению рудного вещества, кальция, бария и других компонентов в песчаниках, должно было бы наблюдаться повсеместное проявление баритовых жил в рудном поле. Однако в Джезказгане этого нет. Кроме того, имеются две генерации барита — ранняя и поздняя. Ранний барит сопровождается рудной минерализацией, а поздний заполняет послерудные надвиговые и сбросовые нарушения без включений рудных минералов.

Следовательно, предположение о неоднократном растворении и переотложении первичноосадочной рассеянной рудной минерализации при весьма слабом метаморфизме пород с образованием огромных залежей промышленных руд находится в глубоком противоречии с указанными выше объективно существующими фактами.

Л. Ф. Наркелюн [125] и некоторые другие рудничные геологи выдвинули гипотезу об осадочно-диагенетическом происхождении Джезказганского месторождения. При этом они полностью отрицают роль структуры и тектоники рудного поля в локализации оруденения. По их мнению, складчатые и разрывные структуры имели послерудный возраст и никакого влияния на размещение рудных тел не оказывали, а перераспределение рудного вещества происходило в стадии диагенеза осадка, когда еще складчатые структуры рудного поля не существовали.

Главным рудоконтролирующим фактором, по их мнению, являются литологическая особенность рудовмещающих песчаников и участки увеличенных мощностей последних. Интересно, что эти мощные слои серых песчаников, благоприятные для оруденения, в районе Джезказганского месторождения приурочиваются к участкам периклинального замыкания складчатых структур первого порядка, осложненных складками второго и третьего порядков, и выклиниваются за пределами этих структур.

Среднезернистые и грубозернистые песчаники приобретают серый цвет только на тех участках, где интенсивно проявлена складчатая и разрывная тектоника. Здесь и наблюдаются медная, свинцовая и другие минерализации.

Следовательно, складчатая и разрывная тектоника контролирует не только рудную минерализацию, но и определяет участки проявления серых песчаников.

Л. Ф. Наркелюн [125] пытается объяснить изменение морфологии рудных тел от нижних горизонтов месторождения к верхним переходом прибрежно-морских отложений к аллювиально-дельтовым.

По его мнению, залежи нижних рудоносных горизонтов, имеющие вид широких полей и ориентированные в северо-западном направлении, и залежи верхних горизонтов, имеющие вытянутую форму и ориентированные в основном в северо-восточном направлении, приурочены к руслообразным размывам, совпадающим с направлениями сноса кластического материала. Размывы в нижних рудоносных горизонтах автор представляет в виде широких ложбин шириной 10—20 м. Это предположение Л. Ф. Наркелюна не согласуется с другим его положением, где он пытается изобразить закономерный переход прибрежно-морских отложений в аллювиально-дельтовые. Автор отмечает: «Характерной особенностью прибрежно-морских отложений является незначительное участие в разрезах конгломератов. Характерные признаки рудоносных горизонтов № 6 и 7: 1) наличие сравнительно глубоких размывов; 2) приуроченность крупнозернистых песчаников и конгломератов к глубоким руслообразным размывам. Богатое медное оруденение приурочено к руслообразным размывам» [125].

Из сказанного следует, что в нижних рудоносных горизонтах, где размывы имеют вид широких ложбин, внутрiformационные конгломераты встречаются в меньшей степени, а в верхних горизонтах, где распространены узкие русла, породы в основном представлены грубозернистыми песчаниками и конгломератами.

Казалось бы, в нижних горизонтах конгломераты должны быть

распространены в гораздо большей степени, чем в верхних. В действительности же небольшие узкие руслообразные размывы в красных аргиллитах, не имеющие никакого отношения к оруденению, наблюдаются как в верхних, так и в нижних рудоносных горизонтах, т. е. в основании почти каждого сероцветного слоя. Поэтому эти внутриформационные конгломераты Джезказгана не могут решить однозначно вопрос об изменении условий осадконакопления.

Другой особенностью подобного перехода считается постепенное уменьшение мощности слоев серых прибрежно-морских отложений снизу вверх по разрезу.

В соответствии с нормальной стратиграфической колонкой основные слои серых рудоносных песчаников имеют следующие мощности (снизу вверх):

Рудоносный горизонт	Суммарная мощность всех пачек серых песчаников, м	Рудоносный горизонт	Суммарная мощность всех пачек серых песчаников, м
1	64	6	25
2	49	7	30
3	29	8	18
4	11	9	53
5	29		

Таким образом, мощности рудоносных песчаников как в нижних, так и в верхних горизонтах остаются примерно одинаковыми. Поэтому изменение морфологии и ориентировки рудных тел от нижних рудоносных горизонтов к верхним нельзя объяснить постепенным переходом пластовых песчаников в русловые отложения или же постепенным уменьшением мощности пачек серых песчаников в этом направлении.

Как зернистость серых песчаников, так и характер седиментации всех рудоносных горизонтов ничем не отличаются друг от друга. Руслообразные размывы шириной 10—20 м имеются в нижних и верхних рудоносных горизонтах. Серые песчаники не только заполняют эти русла, но и в виде пластов (мощностью 15—20 м) распространяются далеко за их пределы.

В Джезказгане морфология рудных тел совершенно не зависит ни от мощности серых песчаников, ни от гранулометрического состава песчаников, ни от положения депрессий.

Пытаясь связать пластовые рудные залежи Джезказгана с широкими депрессиями и ложбинами в подстилающих породах, Л. Ф. Наркелюн строит планы изомощностей пласта, отражающие, по его мнению, древнюю поверхность ложа серых песчаников. «Для восстановления первоначального рельефа и исключения влияния тектоники» построение он ведет от опорного горизонта, за который принимает верхний контакт серого песчаника, имевший, по его мнению, первоначально приблизительно горизонтальное положение.

В результате такого своеобразного метода построения Л. Ф. Наркелюну удастся выделить в пластах серых песчаников горизонта № 3 зону увеличенных мощностей шириной 400—500 м, ориентированную с северо-востока на юго-запад, куда и приурочены рудные тела залежи Покро-3.

Прежде всего необходимо отметить, что увеличение мощности серых песчаников в разрезе, построенном подобным методом, ни в какой мере не может служить показателем наличия здесь размыва или депрессий. Дело в том, что если принимать верхний контакт пласта серых песчаников за горизонтальную плоскость, как это

делает Л. Ф. Наркелюн, то с неменьшим основанием можно считать, что и почва подстилающих красноцветных пород также явится горизонтальной. Если бы мы, приняв за «опорный» горизонт почву красноцветов, стали откладывать вверх мощности красных и серых песчаников, то в итоге, несомненно, получили бы совершенно другую картину. Далее, приняв верхний контакт серого песчаника за горизонтальную плоскость, нельзя, конечно, этим считать исключенным влияние постседиментационной тектоники. Наоборот, в этом случае, если от условно горизонтальной плоскости кровли серых песчаников откладывать вниз ныне наблюдаемые мощности деформированных пород, то в результате такого построения в складчатых структурах мы обязательно будем получать картину, обратную той, какая имеется в действительности: антиклинальные структуры будут выглядеть ложбинами, а синклинальные — поднятиями.

Рудное поле Джезказгана расположено на участке периклинального окончания Кенгирской антиклинали первого порядка северо-восточного (50°) простираения, осложненного складчатыми структурами (тремя брахикуполами) второго порядка. Структуры второго порядка в средних и верхних рудоносных горизонтах интенсивно осложнены линейными узкими складками более низших (третьего и четвертого) порядков.

В нижних рудоносных горизонтах, где структуры второго порядка были представлены пологими широкими складками и не влияли существенно на концентрацию рудной минерализации, оруденение контролируется участком периклинального замыкания Кенгирской антиклинали первого порядка. Рудные тела здесь в виде довольно протяженных дуг опоясывают этот участок с северо-запада на юго-восток независимо от направлений предполагаемых разрывов, якобы ориентированных в субмеридиональном направлении.

В зоне развития горных пород, как видно на плане залежи Покро-3, обогащенные рудные зоны приурочены отнюдь не к руслообразным размывам, а к зонам интенсивного развития пластовых (субширотных) и диагональных нарушений, имеющих северо-восточное (50°) простираение, параллельное глубинному Теректинскому разлому.

Оруденение средних и верхних горизонтов концентрируется в шарнирах купольных структур второго порядка, а ленточные тела прослеживаются вдоль замковой части узких линейных антиклинальных складок третьего и четвертого порядков и флексурных зон.

Категорически отрицая роль тектонических структур в локализации оруденения, Л. Ф. Наркелюн пишет: «Структурный контроль оруденения, о котором говорят сторонники гидротермального генезиса месторождения, на самом деле отсутствует во всех структурах; рудные тела, повторяя их элементы, локализуются как в купольных частях складок, так и в мульдах» [125].

Участие рудных тел в антиклиналях и синклиналях не является доказательством более позднего возраста тектоники, чем оруденение.

Как известно, в Джезказгане не всегда и не во всех рудоносных горизонтах рудные тела непрерывно участвуют во всех структурных элементах. Как уже отмечалось, оруденение в виде непрерывных пластовых тел приурочено к двум нижним рудоносным горизонтам (№ 2 и 3). Здесь минерализация охватывает и купола и синклинали, но с максимальными запасами руд на антиклиналях. Рудные залежи горизонта № 4 уже имеют тенденцию к сужению и обрыву оруденения в синклинальных прогибах.

В средних и верхних рудоносных горизонтах оруденение в син-

клинальных прогибах практически отсутствует. Оно размещается только в антиклинальных поднятиях в виде разобщенных плащеобразных изометричных тел и ленточных вытянутых залежей, прослеживающихся вдоль узких линейных антиклинальных складок третьего и четвертого порядков и тектонических разрывных нарушений. Подобное изменение морфологии и ориентировки рудных тел связано не с изменением направления сноса кластического материала или направления руслообразных размывов, а исключительно с увеличением интенсивности складчатости второго и третьего порядков от нижних рудоносных горизонтов к верхним.

В пользу осадочной гипотезы образования Джезказганского месторождения в последнее время высказался академик Н. М. Страхов. Недавно вышел в свет третий том его капитальной монографии [201]. Во второй главе этого тома («Накопление меди — свинца — цинка, их генезис и размещение в аридных областях») автор, к удивлению, отбрасывает почему-то всю многочисленную геологическую литературу по Джезказгану и опирается на данные только статьи Л. И. Иванкова и др. «О некоторых особенностях геологии Джезказганского месторождения и новых фактах, полученных рудничной геологической службой», опубликованной в «Трудах Института геологии Академии наук Киргизской ССР», вып. IX в 1957 г. На этой основе Н. М. Страхов делает выводы об условиях меденакпления в Джезказганском месторождении.

Тенденциозность в подборе фактов, проявленная Л. И. Ивановым и др. в указанной статье, на которые опирается академик Н. М. Страхов в своих выводах, детально разобрана в специальной статье Н. Н. Нуралина, С. Ш. Сейфуллина и др. [133]. Во избежание повторений, мы считаем возможным не останавливаться на этом вопросе. Отметим лишь, что основная методологическая ошибка указанных выше авторов, защищающих осадочный генезис руд Джезказгана, как справедливо указывал академик К. И. Сатпаев [172], заключается в том, что они действительно путают песчаники с рудой. Именно на этой основе они тщательно документируют волноприбойные знаки, косую слоистость песчаников, размывы в подстилающих красных породах, отпечатки хвостов и лап наземных животных, изменение гранулометрического состава песчаников от прибрежных участков в сторону бассейна и другие седиментационные особенности осадка и доказывают действительно осадочный генезис песчаника, о чем, кстати, никто не спорит.

Промышленное медное оруденение в осадочных песчаниках Джезказгана совершенно не зависит ни от закономерностей изменения уровня окислительно-восстановительного потенциала сред или седиментации, ни от положения размывов, депрессий и т. п.

Наблюдаемые особенности строения рудных залежей Джезказгана и закономерное изменение их морфологии и состава от нижних горизонтов к верхним объясняются не влиянием размывов или руслообразных депрессий и других факторов, а исключительно характером проявления дорудной складчатой и разрывной тектоники в пределах месторождения.

Выводы академика Н. М. Страхова [201] о генезисе руд Джезказгана, базирующиеся на указанных крайне тенденционных материалах статьи Л. И. Иванкова и др., полностью противоречат объективной действительности.

А. И. Перельман [136, 137] и А. И. Германов [39] высказали новую гипотезу о возможности концентрации рассеянной минерализа-

ции первичноосадочного происхождения в крупных месторождениях джезказганского типа пластовыми подземными водами, циркулировавшими в «былых водоносных горизонтах» и приобретавшими вследствие разрушения пород щелочной (содовый) состав.

Образование промышленной концентрации меди в месторождениях типа «медистых песчаников» (включая сюда, конечно, и Джезказган) А. И. Перельман связывает с миграцией меди в содовых водах. Этот процесс он называет «содовым катагенезом». Образование месторождений «медистых песчаников» он связывает с первоначально рассеянной в различных горизонтах красноцветной формацией осадочной меди, хотя и не исключает большого значения «содового катагенеза» в возникновении гидротермальных месторождений. «Рациональным зерном» в концепции А. И. Перельмана, на наш взгляд, является признание им вторичной окраски рудовмещающих пород, рудоконтролирующей роли тектонических структур, а также образование в них промышленных концентраций меди в результате действия особых растворов — носителей соединений меди, названных им «содовыми водами».

Идея о «содовом катагенезе», как признает сам автор, носит слишком общий характер и, действительно, нуждается как рабочая гипотеза в дальнейшей детализации. Поэтому возразить А. И. Перельману пока можно лишь в общей форме, ссылаясь на общеизвестные природные факторы и вытекающие из них положения, развиваемые академиком К. И. Сатпаевым, о том, что условия осадконакопления и диагенеза, как правило, весьма неблагоприятны для создания высоких концентраций таких относительно подвижных элементов, как медь, свинец и др.

Из изложенного следует, что эволюция гипотезы об осадочном происхождении месторождений типа «медистых песчаников», разработанная наиболее выдающимися ее приверженцами, в последнее время имеет тенденцию к сближению с некоторыми основными положениями, вытекающими из гидротермальной концепции образования этих месторождений. А именно:

1) отказ от явно устаревшей идеи о сингенетично-осадочной концентрации меди в уникальных месторождениях джезказганского типа;

2) признание эпигенетического характера рудной минерализации в Джезказгане;

3) признание исключительно важной роли в рудоотложении металлоносных растворов;

4) признание существенного значения локальных структур в размещении рудной минерализации;

5) допущение представления о вторичной природе серой окраски рудовмещающих пород.

Различия взглядов сторонников гидротермальной гипотезы, с одной стороны, и осадочной гипотезы, с другой, теперь заключаются в том, какова природа тех растворов, которые переносили и отложили рудное вещество там, где мы его сейчас наблюдаем, и каков источник рудных компонентов — магматический очаг или бассейн осадконакопления.

Таким образом, при дискуссионности вопроса о природе источника рудных компонентов и несущих их растворов общим для гипотез является способ формирования самих рудных залежей, испытывавших на себе влияние тектонических, литологических и других факторов. Отсюда естественно совпадение основных поисковых критериев, выдвигаемых сторонниками обеих гипотез.

Вопрос о истинной природе растворов, отложивших промышленные концентрации рудных минералов, даже заведомо эндогенных месторождений относится к числу наиболее сложных и еще слабо разработанных проблем рудогенетической науки.

Применительно к Дзержкаганскому месторождению с его специфическими условиями проявления уникальной меднорудной минерализации этот вопрос приобретает еще более острый характер.

Следует признать, что современный уровень развития рудогенетической науки не позволяет исследователям раскрыть среди бесконечного множества сложных природных явлений те, которые бы служили в качестве прямых доказательств той или иной концепции. Однако критически оценивать научный уровень и приемлемость высказанных концепций можно, что и позволяет нам по-прежнему считать научно обоснованной и практически оправдывающей себя идею гидротермально-метасоматической концентрации оруденения в Дзержкагане, продолжающую оставаться в течение уже многих лет верным ориентиром в работе разведчиков недр Дзержкагана, в их целеустремленном и высокоэффективном повседневном труде по непрерывному раскрытию все новых и новых ресурсов меди и других цветных и редких металлов в пределах этого богатейшего района.

ГЛАВА IV

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУДНОГО ПОЛЯ И ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИТЬЕВОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДОЙ

Гидрогеологические условия рудного поля и прилегающих к нему площадей изучали В. Я. Гринев [42], В. Норинг [128], И. Г. Герасимов [38], А. И. Кашин [94, 95, 96], С. К. Калугин [80, 81, 82, 83, 86, 87, 88], И. А. Баркалов [11, 12, 13] и М. А. Хордикайнен [13, 89]. В задачу исследований входило установление возможных масштабов водопритоков в горные выработки, с одной стороны, и выявление подземных источников питьевого и технического водоснабжения предприятий бурно развивающегося Джезказганского промышленного узла — с другой. Приведем краткое изложение основных результатов исследований, заимствованных из последней сводки М. А. Хордикайнена и И. А. Баркалова [13].

ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ И ОБВОДНЕННОСТЬ РУДНЫХ ПОЛЕЙ

В районе Джезказганского рудного поля выделяются следующие подземные воды: трещинные, приуроченные к скальным породам (граниты, метаморфические породы, песчаники и т. д.), трещинно-карстовые, приуроченные к карбонатным породам, и поровые, развитые в рыхлых аллювиальных и делювиально-пролювиальных образованиях. На Джезказганских месторождениях развиты воды трещинного типа, которые образуют несколько локальных водоносных горизонтов в песчаниках, разобщенных между собой слоями красных аргиллитов. Наличие в рудном поле многочисленных секущих трещин, разломов и флексурных смятий позволяет рассматривать эти водоносные горизонты как единый, гидравлически связанный между собой водоносный комплекс подземных вод. В частных случаях на небольших участках эти горизонты проявляют себя самостоятельно.

Гидрогеологические условия Центрального Джезказгана нельзя рассматривать в отрыве от прилегающих к нему площадей, гидрогеологическая обстановка которых откладывает определенный отпечаток на режим, формирование и химический состав рудных вод. Так, с запада в 8 км от крайне западной шахты № 55 располагается Жанайская антиклинальная структура, в которой развиты трещинно-карстовые воды. Известняки турнейского возраста, слагающие Жанайскую антиклиналь, отличаются высокой водообильностью и уходят под месторождение на глубину 1000—1500 м. С востока в 10—15 км проходит так называемый Кенгирский вал, в ядре которого на днев-

ную поверхность выходят известняки визе, отличающиеся тоже повышенной обводненностью.

Таким образом, Джезказганское поле оказывается как бы зажатым между двумя водоносными структурами, от которых в сторону месторождения наблюдается поток подземных вод как по верхней трещиноватой зоне пород, так и по крупным тектоническим нарушениям: Едыгейскому со стороны Жанайской структуры и Теректинскому со стороны Кенгирского вала.

Формирование рудничных вод в Джезказгане происходит в результате воздействия двух основных факторов: естественных и искусственных.

Естественные факторы подразделяются на статические (естественные запасы) и динамические (естественные ресурсы). Естественные (статические) запасы представлены подземными водами, заключенными в трещинах пород, осушенных в результате эксплуатации. В дальнейшем они будут дренироваться горными выработками в результате развития депрессионной воронки. Эти запасы играют весьма существенную роль в обводнении горных выработок. К настоящему времени объем осушенного усеченного конуса пород при диаметрах 8000 и 45 000 м и высоте 300 м составляет более 4 млрд. м³. При интенсивной углубке шахт еще на 200 м депрессионная воронка увеличится примерно еще на 2 млрд. м³. При самых минимальных значениях коэффициента водоотдачи, равном 0,01, заключенная здесь вода при ее откачке в течение десяти лет составит в среднем около 60 л/сек, а в течение семи лет, т. е. к сроку окончания подготовительных работ, — 90 л/сек. Безусловно, после завершения углубки шахт и завершения подготовительных работ питание рудничных вод за счет естественных запасов будет постепенно сокращаться до полного прекращения.

Естественные ресурсы (динамические) возобновляются либо в годовом, либо в многолетнем разрезе. Они подразделяются на несколько разновидностей.

а) Инфильтрация и инфлюация атмосферных осадков на территории месторождения. Этот источник формирования рудничных вод бывает в основном в период весеннего снеготаяния и составляет около 53 л/сек (при коэффициенте просачивания 0,47, площади инфильтрации 50 км² и запасе воды в снегу 71 мм).

б) Подток вод по верхней трещиноватой зоне пород со стороны приподнятых водоносных структур — Жанайской и Кенгирской. Расчеты показывают, что постоянный поток подземных вод по верхней трещиноватой зоне пород составляет около 40 л/сек (коэффициент фильтрации 0,05 м/сутки; естественный уклон подтока 0,1; площадь сечения фильтрующего профиля 740 000 м²).

в) Поток вод из глубоких горизонтов по тектоническим нарушениям. Это явление установлено по аномалии химического состава вод на отдельных участках флексурных зон при вскрытии их горными выработками. Этот источник пополнения рудничных вод на Джезказганском месторождении имеет периодическое влияние, что исключает на данной стадии исследований возможность дать ему количественную оценку.

г) Конденсация паров воды из воздуха. Этот источник питания рудничных вод, безусловно, имеет место в условиях принудительной вентиляции горных выработок, особенно в летний период времени.

Искусственные факторы пополнения рудничных вод обусловлены культурной деятельностью человека. Сюда относятся:

а) воды, подающиеся в шахты для производства буровых работ с промывкой (мокрое бурение) и орошения пород; в среднем по руднику этот источник обеспечивает приток воды в размере 23 л/сек;

б) инфильтрация и инфлюация сбросных шахтных и канализационных вод из плохо оборудованных магистральных водотоков, котлованов, карьеров, шахт, логов; потери этих сбросных вод, которые вновь попадают в горные выработки, в среднем по месторождению составляют 56 л/сек.

Общие расчетные водопритoki в горные выработки Джезказганского месторождения составляют 262 л/сек и включают в себя естественные (статические) запасы на семь лет — 90 л/сек, инфильтрацию и инфлюацию атмосферных осадков — 53 л/сек, поток вод по верхней трещиноватой зоне — 40 л/сек, технические воды, подающиеся в шахты, — 23 л/сек, инфильтрацию возврата — 56 л/сек.

Фактические среднегодовые водопритoki шахт Джезказганского рудника за 1942—1964 гг. приведены в таблице 9.

Как видно из данных этой таблицы, водопритoki в горные выработки центрального рудного поля по годам постепенно увеличивались от 40 до 250 л/сек. В 1964 г. они были близки к расчетным.

В 1956 г. водоприток в горные выработки резко возрос. В предыдущие же годы он увеличивался пропорционально интенсивности разработки месторождения как в глубину, так и по площади. При этом приведенный к условиям эксплуатации модуль подземного стока с 1942 по 1964 г. повысился с 1,54 до 4,46, т. е. почти в три раза, тогда как при сравнительно одинаковых климатических условиях в эти годы он должен был оставаться постоянным. Площадь депрессионной воронки за это время увеличилась всего лишь в два раза, достигнув глубины в центральной части 250 м.

При анализе имеющегося материала установлено, что приведенный модуль подземного стока изменился вследствие сработки естественных запасов и влияния искусственных факторов в формировании шахтных вод, особенно с 1956 г., т. е. с момента ввода в эксплуатацию Кенгирского и Жанайского водопроводов.

Депрессионная воронка во времени и по площади развивалась также неравномерно. Если в течение 15 лет (с 1942 по 1956 г.) площадь депрессии увеличивалась примерно со скоростью 1 км²/год, то за последние семь лет (1957—1964 гг.) скорость ее развития составила около 2 км²/год. При этом отмечена взаимосвязь скорости развития и конфигурации воронки от объемов водопритокков на отдельных горизонтах горных выработок и условий питания рудничных вод. Так, при пересечении горными выработками флексурных нарушений резко увеличивающиеся водопритoki вызывали интенсивное падение уровня подземных вод на прилегающих к этому участку территориях. И наоборот, наличие в рудном поле постоянно действующих искусственно созданных очагов питания подземных вод способствовало образованию по периферии воронки своеобразных вогнутостей к центру депрессии, а в ее контурах — куполов, иногда довольно значительных размеров.

Сделана попытка оценки размеров общих прогнозных водопритокков, ожидаемых к концу производства горноподготовительных работ (1970 г.). При расчетах средних значений гидрогеологических параметров принималось во внимание отсутствие напорности вод в различных пластах песчаников. Иначе говоря, учитывалось, что на всей расчетной мощности толщи отдельные водоносные слои гидравлически связаны между собой, т. е. образуют единый водоносный

Фактические среднегодовые водопритoki

Шахта	Г о									
	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951
№ 1	3,25	1,89	1,89	0,72	0,65	1,1	1,30	—	—	—
№ 15	3,76	2,60	2,15	1,89	1,93	2,6	3,53	5,56	—	—
№ 3 (Кресто- Запад)	9,63	4,03	2,53	2,30	3,36	4,6	5,66	13,55	16,60	16,50
№ 3-бис	2,50	1,19	4,10	3,00	4,09	10,5	14,75	20,80	—	—
Покро-Центр	0,58	0,27	0,14	0,18	1,14	4,2	6,40	4,66	4,75	6,12
№ 31—32	2,64	2,38	2,36	2,78	1,69	1,0	—	—	5,45	3,62
№ 18	2,27	2,58	2,00	1,41	—	—	—	—	—	—
№ 29	2,91	2,00	1,19	1,38	1,75	—	—	—	—	—
Петро-2	9,13	3,57	5,29	1,83	2,55	2,3	2,27	1,91	—	—
Петро-Центр	0,50	2,22	2,08	2,09	2,19	3,3	—	4,50	0,50	4,45
№ 41	—	—	—	—	1,19	—	—	—	—	1,38
№ 42	—	—	—	—	—	—	—	—	1,66	2,77
№ 43	—	—	—	—	1,22	1,2	1,40	1,40	—	—
№ 44	—	—	—	—	0,94	2,1	3,02	3,07	3,50	9,73
№ 45	—	—	—	—	—	—	—	—	2,22	4,17
№ 51	—	—	—	—	—	—	—	—	2,50	2,77
№ 50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
№ 58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
№ 55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
№ 57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Итого	37,17	22,73	23,73	17,58	22,70	32,9	38,33	55,45	37,18	51,51

горизонт со сводным зеркалом подземных вод. Это условие обосновывалось наличием на участке месторождения достаточно густой сети секущих разломов и флексурных зон с повышенной трещиноватостью пород.

Для прогнозных расчетов водоприток в подземные горные выработки центрального рудного поля Джезказгана использовались следующие параметры: существующая глубина отработки — 240 м; проектная глубина отработки — 500 м; водоприток за счет искусственных факторов формирования — 56 л/сек; технические и питьевые воды, попадающие в шахты, — 23 л/сек; коэффициент уровня проводности — 1035—1100 м²/сутки; коэффициент фильтрации — 0,05 м/сутки; коэффициент водоотдачи — 0,01.

Количественный прогноз водоприток в горные выработки составлялся разными методами. По приближенному методу или удельному среднегодовому дебиту водоотлива рудничных вод прогноз вод приток составил 489 л/сек — 1796 м³/час; по методу экстраполяции — 433 л/сек — 1558 м³/час; по гидродинамическому методу — 500 л/сек — 1800 м³/час.

Следовательно, на основании полученных данных можно с уверенностью сказать, что при отработке месторождения до глубины 500 м максимально возможные водоприток в горные выработки даже при совпадении максимумов всех источников питания составят не более 500 л/сек. В обычных условиях они будут иметь несколько меньшие размеры.

Следует сказать, что взаимодействие шахт в отдельные периоды эксплуатации месторождения будет способствовать неизбежному перераспределению водоприток в горные выработки, сокращая или увеличивая их, но и тогда общие водоприток в среднегодовых зна-

шахт Джезказганского рудника, л/сек

д ы

1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18,00	16,60	16,60	17,50	16,10	18,60	29,00	14,36	14,36	19,40	13,95	21,70	27
10,00	10,00	9,45	9,19	3,34	9,19	6,68	5,88	5,07	4,50	3,70	—	—
1,00	5,56	0,50	1,50	2,77	3,62	3,75	3,77	4,06	5,85	7,77	8,42	15
—	—	—	—	—	—	—	8,34	5,56	1,80	2,06	2,24	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,95	8,06	8,34	7,07	7,50	5,56	4,31	—	11,58	3,97	5,36	4,24	2
—	—	—	—	—	—	—	2,50	10,66	10,72	2,23	4,00	5
3,34	14,13	13,90	16,20	14,42	16,40	13,38	3,60	—	12,00	9,60	27,50	6
2,70	—	—	—	—	—	—	22,20	22,61	15,61	13,00	28,14	5
6,95	7,23	8,34	7,84	10,00	11,11	5,61	4,91	13,33	13,05	13,15	20,90	30
4,45	5,00	5,56	11,00	10,20	10,00	8,92	3,37	6,19	10,22	13,69	11,10	25
6,95	18,00	18,60	19,15	17,20	16,60	1,27	4,70	2,47	2,11	1,27	3,09	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,80	5,00	20
—	—	—	—	—	—	—	—	—	69,50	70,00	25,16	27
—	—	—	—	—	10,80	15,60	25,26	33,70	55,00	48,00	33,00	25
—	—	—	—	—	27,40	34,60	33,80	54,00	6,00	3,40	4,50	60
60,34	84,58	81,29	89,45	81,53	129,27	123,12	132,69	183,59	229,73	212,98	198,99	252

чениях будут оставаться более или менее постоянными. Максимум водопритоков приходится, как правило, на весну, когда они увеличиваются на 20—30 %, минимум — на зиму.

Наиболее опасными в смысле обводненности являются тектонические разломы. Поэтому при подходе к ним горных выработок необходимо практиковать бурение опережающих скважин в сторону ожидаемых нарушений длиной до 10—50 м. На случай возможных значительных прорывов вод на таких участках необходимо создать защитные перемычки и предусмотреть резерв откачивающих средств.

По минерализации и химическому составу в подземных водах Джезказганского месторождения отмечается довольно четкая вертикальная гидрохимическая зональность.

1. Зона гидрокарбонатно-кальциевых вод с минерализацией до 1,0 г/л развита на локальных участках, тяготеющих к положительным структурам. Мощность ее 20—30 м.

2. Зона сульфатно-натриевых вод с минерализацией до 2,5 г/л с глубиной распространения нижней границы на 150—200 м.

Обе гидрохимические зоны в гидродинамическом отношении относятся к зоне активного водообмена, приуроченной к верхней части разреза, наиболее разрушенной выветриванием.

3. Зона хлор-натриевых вод с минерализацией от 2,5 до 30 г/л и более. Нижняя граница вод этого типа не установлена. Вероятно, она приурочена к соленосным песчаникам джезказганской серии и известнякам нижнего карбона, залегающим в районе месторождения на глубине от 500 до 2500 м.

4. Зона вод хлор-кальциевого типа залегает также на значительных глубинах в известняках визейского и турнейского ярусов. Для

этой зоны характерна относительно невысокая минерализация (10—15 г/л) по сравнению с водами хлор-натриевого типа.

На различных участках рудного поля вертикальная гидрохимическая зональность неодинакова и меняется в зависимости от залегания пород, их вещественного состава, приуроченности к тектоническим нарушениям и т. д. Необходимо отметить, что в зонах развития пород с повышенной трещиноватостью мощность слоя вод с наименьшей минерализацией достигает наибольших значений.

В центральной части месторождения воды первых двух зон практически сдrenированы.

В связи с размахом фронта горнопроходческих работ как в глубину, так и по площади стали меняться минерализация и химический состав рудничных вод, а в соответствии с этим изменилась вертикальная и площадная гидрохимическая зональность. На отдельных участках были обнаружены хлор-натриевые воды высокой минерализации (до 35 г/л).

Среднезвешенная минерализация шахтных вод при существующем водоотливе составляет 2,3 г/л с содержанием SO_4 0,74 г/л, $\text{Na} + \text{K}$ 0,45 г/л, Cl 0,61 г/л. Содержание микроэлементов в воде следующее: меди — не более 0,06 мг/л, цинка и свинца при чувствительности анализа 0,003% — не обнаружено, железа двухвалентного — до 0,7 мг/л, железа трехвалентного — до 0,3 мг/л, фтора — до 1,0 мг/л.

Бактериологические исследования рудничных вод показали, что они характеризуются низким показателем колититра (0,4—60). Что касается агрессивности шахтных вод, то, по данным специальных исследований, они не обладают углекислотной агрессивностью. Из семи исследованных проб лишь в одной (шахта № 60) обнаружен углекислотный вид агрессивности (по отношению к бетону). Содержание агрессивной CO_2 в ней равно 2,2 мг/л, что является допустимым по ГОСТу 4796-49.

Такое качество шахтных вод в годовом разрезе, согласно любым ГОСТам, позволяет отнести их к числу пригодных для использования технических вод, в частности для поливов лесонасаждений, огородов и удовлетворения некоторых нужд промышленного водоснабжения.

Уровень подземных вод в естественных условиях по периферии месторождения находится на глубине 5—12 м. На южных склонах Кенгирской и Жанайской антиклиналей имеются родники. Годовая амплитуда колебания уровня подземных вод в них составляет в среднем 3 м.

Термальный режим подземных вод имеет довольно четкую закономерность. По термокаротажным диаграммам 33-х скважин, выведенная средняя геотермическая ступень составляет 49,5 м при минимуме 34 м и максимуме 65,9 м. Диапазон колебания температур (у поверхности водоносного горизонта) при этом составляет около 8°, т. е. от 7,5 до 13,5°C.

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ДЖЕЗКАЗГАНСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА ПИТЬЕВОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДОЙ

Джезказганский промышленный район объединяет рудник Джезказган с его шахтами и карьерами, город Джезказган с обогащательными фабриками и будущим медеплавильным заводом, поселки Карсакпай, где находится медеплавильный завод, и Джезды с марганцевым рудником и обогащательной фабрикой.

Техническое и питьевое водоснабжение промышленных и сельскохозяйственных предприятий, городов и поселков с их почти двухсоттысячным населением в условиях пустынного климата представляет серьезную проблему. Потребность в воде только Джезказганского горно-металлургического комбината по проработкам на 1965, 1970 и 1980 гг. соответственно составляет 110,4; 159,3 и 176,7 млн. м³ в год, в том числе на орошение 14,5; 50,5 и 51,6 млн. м³ в год. Необходимо указать, что эти объемы не учитывают потребностей в воде горных предприятий Джиландинской группы, а также поселка Джезды с марганцевой обогатительной фабрикой. Более или менее надежно годовая потребность этих объектов может быть определена в 12—15 млн. м³, что к 1980 г. увеличит общую потребность в воде промышленного района в целом до 190 млн. м³ в год.

Водоснабжение может быть осуществлено либо за счет подвода воды из внешних дальних источников, либо за счет местных ресурсов. Проработки многочисленных проектных организаций (Водоканал-проекта, Гидропроекта и др.) показали полную невозможность подвода воды из Сыр-Дарьи, Ишима, оз. Балхаш и других водоемов вследствие нерентабельности и большой дороговизны воды. Вариант, рассматриваемый в настоящее время, это подача иртышской воды по водоводу Караганда — Джезказган. Но осуществление этого варианта также сопряжено с немалыми трудностями. Во-первых, по данным Гипроцветмета, стоимость водовода будет равна 100—150 млн. руб., во-вторых, по нему будет подаваться всего 1,9 м³/сек воды, или 60 млн. м³ в год, что от фактической потребности за 1960 г. (110 млн. м³) составляет всего лишь 55%, а от потребности на 1980 г. — 30%.

Надежды на то, что вода в водоводе будет высокого качества, также малосостоятельны, так как, пройдя цепь водохранилищ до Караганды, вода по своим химическим, физическим и санитарным свойствам резко ухудшится.

Что касается местных источников водоснабжения, то здесь следует рассмотреть два варианта: водоснабжение за счет поверхностных и подземных вод.

1. Обеспечить Джезказган водой за счет поверхностных вод можно путем зарегулирования поверхностного стока рек Каракенгир и Джезды. В настоящее время функционирует гидроузел в г. Джезказгане на р. Каракенгир при полезной водоотдаче водохранилища 42 млн. м³ в год.

Строительство водохранилища на р. Джезды, вблизи г. Джезказгана, в настоящее время находится в стадии проектирования. По предварительным данным, его объем составит около 25 млн. м³, который ежегодно может быть полностью использован для сельскохозяйственного и частично промышленного водоснабжения.

2. Обеспечение Джезказганского промышленного узла водой за счет подземных вод может быть осуществлено вовлечением в эксплуатацию огромных запасов вод, заключенных в геологических структурах северной части Джезказганского района.

Предположения о наличии здесь подземных вод высказывались разными авторами, но лишь в 1949—1957 гг. работами, проведенными под руководством С. К. Калугина (Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева АН КазССР), удалось доказать, что на подземных водах можно базировать промышленное водоснабжение. Водовмещающими отложениями здесь служит мощная, сильно закарстованная карбонатная толща, датируемая от верхов фаменского до низов

визейского яруса. Эта толща слагает ядра антиклинальных складок или окаймляет в них древние отложения. К их числу относятся Жанайская, Уйтасская, Айдосская, Эскулинская, Уртакагыльская, Аяккагыльская, Кожамситская, Которжалская, Таиншаадырская и другие брахиантиклинали.

В результате поисковых и разведочных на воду работ, проводившихся Джезказганской геологоразведочной экспедицией Министерства геологии КазССР и Институтом геологических наук им. К. И. Сатпаева АН КазССР (исполнители С. К. Калугин, И. А. Баркалов, М. А. Хордикайнен) начиная с 1947 г., особенно с 1959 г., к настоящему времени разведаны и утверждены в ГКЗ большие запасы высококачественных подземных вод, объемы которых приводятся в таблице 10.

Таблица 10

Разведанные и утвержденные ГКЗ запасы подземных вод, л/сек

Структура	Запасы, утвержденные в ГКЗ				Запасы, разведанные и подготовленные к утверждению в ГКЗ			
	A	B	C ₁	A+B+C ₁	A	B	C ₁	A+B+C ₁
Жанайская	265	110	125	500	—	—	—	—
Айдосская	497	403	—	900	—	—	—	—
Уйтасская	94	65	152	311	218	129	263	615
Эскулинская, участок «Марганец»	159	142	199	500	—	—	—	—
Эскулинская, восточное крыло	42	23	124	186	400	300	100	800
Эскулинская, западное крыло	—	—	—	—	600	400	200	1200
Баскагыльская	—	143	81	224	—	—	—	—
Уртакагыльская	—	352	59	411	—	—	—	—
Аяккагыльская	88	9	93	187	—	—	—	—
Шотыбасская	—	—	—	6	20	50	30	100
Всего	1145	1247	833	3225	1238	679	598	2715

Кроме водоносных структур, перечисленных в таблице 10, сравнительно недалеко от Джезказгана имеются другие перспективные водоносные структуры, сложенные этими же закарстованными известняками турнейского яруса. К ним относятся брахиантиклинали Кожамсеит, Котуржал, Таиншаадыр. Прогнозные запасы подземных вод по ним составляют 1,5—2 м³/сек. Следовательно, реально доступные для эксплуатации подземные воды хорошего качества по 12 водоносным структурам составляют около 7 м³/сек, или свыше 220 млн. м³, которые могут быть использованы для водоснабжения Джезказганского промышленного узла, а также объектов сельского хозяйства в Джезказганском и Улутауском районах.

Если к этому добавить полезную водоотдачу Кенгирского водохранилища, равную 42 млн. м³ в год, то общие местные ресурсы воды составят более чем 260 млн. м³ в год. На эту цифру следует ориентироваться при расчете обеспеченности баланса водопотребления.

Химический состав подземных вод Джезказганского района приведен в таблице 11.

Химический состав подземных вод Джезказганского района

Структура	Средневзвешенная жесткость, Н°	Средневзвешенная минерализация, мг/л	Средневзвешенное содержание, мг/л	
			Cl'	SO ₄ ''
Эскулинская	17,3	616	77	203
Уртакагыльская	—	400	—	—
Аяккагыльская	—	700	—	—
Жанайская	44,7	1100	186	389
Айдосская	28,2	1130	230	403
Уйтасская	47,2	1120	267	516
Баскагыльская	3,4	115	13	29

По химическому составу подземные воды северной части Джезказганского района являются гидрокарбонатными, гидрокарбонатно-сульфатными, сульфатно-гидрокарбонатными и сульфатными по анионному и кальциево-натриевыми и натриево-кальциевыми по катионному составу. Спорадически в районе развиты гидрокарбонатно-натриевые (Баскагыльская антиклиналь) и сульфатно-кальциевые воды (Аяккагыльская антиклиналь).

Общая жесткость подземных вод незначительна и не превышает норм ГОСТа. Исключение составляют лишь воды Уйтасской структуры. Что касается физических свойств воды и присутствия в ней вредных микроэлементов — меди, свинца, цинка, мышьяка, фтора, железа, марганца, нитратов, нитритов и других компонентов, то они также отвечают требованиям ГОСТа.

Санитарное состояние подземных вод изменяется в зависимости от времени года. Зимой промерзший слой почвы защищает подземные воды от поверхностного загрязнения, и колититр бывает выше 333, а летом его значение на некоторых структурах иногда снижается до 90—120 и лишь в исключительных случаях — до 30—40.

Исходя из изложенного, следует сказать, что подземные воды Джезказганского района, оцениваемые в количестве 7 м³/сек, по физическим свойствам и содержанию микроэлементов удовлетворяют требованиям ГОСТа 2874-54. По содержанию хлора и сульфата они также отвечают требованиям ГОСТа 2761-57, за исключением воды Уйтасской структуры, где средневзвешенное содержание сульфата равно 516 мг/л при норме 500 мг/л.

Общая минерализация воды Жанайской, Айдосской и Уйтасской структур несколько превышает нормы ГОСТа, а на остальных участках ее величина менее 1000 мг/л.

Жесткость воды указанных трех структур несколько превосходит нормы, но при строительстве смягчительных станций и смешении ее с более пресными вода будет пригодна для питьевых нужд. Воды других структур характеризуются низкой жесткостью (3—15 Н°).

Минерализация воды Кенгирского водохранилища колеблется от 500 мг/л в весенний период до 1300 мг/л в зимний. Тип воды сульфатно-хлоридно-натриевый.

Поверхностные воды р. Джебды имеют сульфатно-натриево-магниевый состав и общую минерализацию до 2500 мг/л, которая весной снижается до 500—800 мг/л. Атмосферные осадки района также характеризуются повышенной минерализацией, достигающей для снеговых 110—120 мг/л и дождевых — 180—200 мг/л.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Общие сведения о разведанности рудного поля

Как уже указывалось, геологическое изучение Джезказганского рудного поля возобновилось только в советский период, в 1929 г. Начиная с этого года разведка Джезказгана целиком перешла в руки вновь созданной геологоразведочной организации, которая в разное время носила различные названия. В 1929—1932 гг. она называлась геологоразведочным отделом (ГРО) треста «Атбасцветмет» (потом — Карсакпайского комбината). Позже в связи с переходом в подчинение Главгеологии Наркомцветмета эта организация была переименована в Джезказганскую геологоразведочную контору (ГРК). Еще позже она получила название Джезказганской геологоразведочной партии (ГРП) и стала подчиняться тресту «Казцветметразведка» Главгеологии МЦМ СССР. В 1957 г., объединившись с другой геологоразведочной экспедицией, работавшей на северных площадях рудного поля, получила новое название — Джезказганской комплексной геологоразведочной экспедиции с подчинением Центрально-Казахстанскому геологическому управлению Министерства геологии и охраны недр КазССР.

За длительный период своего существования геологоразведочная служба Джезказгана систематически обновлялась, численно росла, но теоретические и методические основы ее работ, заложенные еще ее организатором академиком К. И. Сатпаевым, сохранились полностью, что, несомненно, положительно отразилось на практических результатах ее деятельности.

Одной из отличительных особенностей деятельности геологоразведочной службы Джезказгана является комплексность разведочных работ, что отражено в таблице 12, характеризующей структуру всех затрат на геологоразведочные работы за 40 с лишним лет — с 1927 по 1967 г.

В таблице 12, как и в последующих, пересчет денежных затрат с цен разных лет в цены, введенные с 1961 г., произведен в соответствии с «Временной методикой определения стоимости разведки единицы запасов твердых полезных ископаемых», утвержденной Государственным геологическим комитетом СССР 28 апреля 1964 г.

В затратах на разведку флюсов вошли затраты на разведку Карсакпайского железорудного месторождения, изучавшегося как возможная флюсовая база Джезказганского медеплавильного комбината.

Затраты на разведку редких металлов включают все затраты последних лет на так называемые ревизионные работы, т. е. на изучение элементов-спутников в основных рудах.

Таблица 12

Структура затрат на геологоразведочные работы в Джекказганском районе

Объект затрат	Сумма затрат в ценах различных лет, тыс. руб.	Сумма затрат в ценах, введенных с 1.I 1961 г., тыс. руб.	% от итога
Медь	293758,3	59332,0	81,07
Полиметаллы	4749,9	482,4	0,66
Редкие металлы	2707,6	562,9	0,77
Никель и кобальт	5842,5	638,0	0,87
Марганец	10116,7	1829,7	2,50
Флюсы, строительные материалы	3404,2	829,2	1,13
Уголь	1480,2	506,2	0,69
Вода	22515,9	5557,9	7,59
Асбест	22023,9	3197,7	4,38
Алюмофосфаты	414,2	92,9	0,13
Боксит	114,1	114,1	0,16
Соль	40,0	40,0	0,05
Итого	367167,5	73183,0	100,00

Свинец в рудах Джекказганского месторождения как сопутствующий компонент меди по затратам на его разведку отнесен к меди, тогда как другие свинцовые месторождения, например Кургасын, отнесены к полиметаллам.

Как видно из данных таблицы 12, 81% всех затрат Джекказганской ГРЭ приходится на разведку медных и свинцово-медных руд Джекказганского рудного поля и района.

В абсолютных цифрах эти затраты за 41 год геологического изучения района (1927—1967 гг.) составили 59,3 млн. руб.

Анализируя отдельно цифры общих затрат на геологическое изучение района и затрат на разведку и объем разведочного бурения на медные руды, можно выделить шесть периодов в истории геологического изучения Джекказганского месторождения и района, характеризующихся резко отличными показателями (табл. 13).

Первый после Октябрьской революции этап геологической разведки Джекказганского месторождения, охватывающий трехлетний период (с 1927 по 1929 г.), отличался весьма слабыми темпами разведочных работ, что обуславливалось, во-первых, сезонным характером разведочных работ, выполнявшихся в то время силами бывшего Геолкома, и, во-вторых, неоправданно пессимистической оценкой исполнителями этих работ перспектив Джекказганского месторождения. Общие геологические результаты этого периода разведочных работ оказались весьма скромными.

Второй этап длительностью в три года (с 1930 по 1932 г.) совпал по времени с организацией самостоятельной и стационарной геологоразведочной службы при Карсакпайском медеплавильном комбинате. Он характеризуется резким повышением темпов геологоразведочных работ на месторождении и в районе. Достаточно отметить, что за этот период общие денежные затраты на геологическое изучение района возросли в девять раз, а объем разведочного бурения на медные

Затраты на разведку и объем буровых работ по периодам
(в ценах, введенных с 1.I 1961 г.)

Период	Годы	Кол-во лет	Общие затраты, тыс. руб.		Затраты только на разведку медных руд, тыс. руб.		Объем бурения на медь	
			всего за период	в среднем за год	всего за период	в среднем за год	всего за период	в среднем за год
Первый	1905—1915	—	—	—	—	—	17300	—
Второй	1927—1929	3	511,4	170,5	434,2	144,7	4886	1629
Второй	1930—1932	3	4931,0	1643,7	3390,0	1296,7	40334	13611
Третий	1933—1937	5	2161,0	432,4	1704,2	340,8	25670	5134
Четвертый	1938—1944	7	2331,6	318,8	1744,3	249,2	93462	13352
Пятый	1945—1954	10	5440,9	544,1	4528,2	452,8	226357	22639
Шестой	1955—1967	13	57806,1	4446,6	47031,1	3617,8	1478255	113712
Всего за 1927—1967 гг.		41	73182,0	1785,0	59332,0	1447,1	1886794	45600

руды собственно Джезказганского месторождения увеличился в два раза. Результаты работ, проведенных в эти годы, позволили положительно оценить перспективы Джезказгана и выдвинуть его в число крупнейших меднорудных месторождений Союза.

Выявленные к тому времени запасы медных руд послужили тогда основанием для проектирования нового крупного медеплавильного комбината в Джезказгане с производительностью 75 тыс. т черновой меди в год. Однако этому проекту тогда не суждено было осуществиться.

Третий этап, охватывающий 1933—1937 гг., характерен резким снижением темпов и объемов разведки месторождения и прекращением работ по проектированию и строительству нового комбината. Причиной этого было полное прекращение со стороны вышестоящих организаций финансирования геологоразведочных работ в Джезказгане.

Однако благодаря выдающимся организаторским способностям и большой энергии К. И. Сатпаева, руководившего тогда геологоразведочной службой комбината, разведочные работы в Джезказгане в этот период не были полностью остановлены. Они велись, хотя и в скромных масштабах, за счет средств, сэкономленных от различных договорных работ, но имели высокую эффективность.

Четвертый этап, охватывающий 1938—1944 гг., ознаменовался новым резким увеличением объемов разведочных работ на Джезказгане, что было связано с иным отношением вышестоящих планирующих организаций к Джезказгану. К сожалению, этот подъем работ был сильно замедлен событиями Великой Отечественной войны. Однако с 1938 по 1944 г. среднегодовой объем бурения в Джезказгане все же увеличился по сравнению с показателями предыдущего периода в 2,5 раза. Эффективность разведочных работ в это время была очень высока и составила в среднем 500 тыс. т ежегодного прироста запасов металлов по категории А+В+С₁.

Пятый этап развития геологоразведочных работ в Джезказгане, охватывающий 1945—1954 гг., показателен еще более значительным усилением темпов разведочных работ при относительно меньшей их

эффективности. Последнее обстоятельство было обусловлено чисто геологическими причинами — общим снижением продуктивности вовлеченных в разведку периферийных площадей рудного поля (уменьшением числа фактически рудоносных горизонтов) и увеличением на этих площадях глубины залегания рудных тел.

Причина такого вполне закономерного снижения эффективности геологоразведочных работ геологами Джезказгана была предвидена своевременно, что сказалось на дальнейшем планировании геологических исследований в районе.

Шестой этап в истории геологического изучения рудного поля, охватывающий период с 1955 по 1967 г., характеризуется исключительно высокими темпами комплексных поисковых и разведочных работ на медные руды, выполняемых в районе. Так, например, среднегодовой объем общих фактических затрат, связанных с поисками и разведкой медных руд, достиг в это время колоссальных размеров — 3617,8 тыс. руб., тогда как за все предыдущие 28 лет было затрачено всего 12,3 млн. руб. Среднегодовой объем бурения за эти 13 лет составил 113,6 тыс. пог. м, тогда как на 1 января 1955 г. было пробурено в Джезказгане всего 243,7 тыс. пог. м. Ценой таких больших усилий размер среднегодового прироста новых запасов металлов в целом по району сохранен на уровне около 650,0 тыс. т.

Перейдем к краткой характеристике отдельных видов геологоразведочных работ в Джезказгане.

Топографические работы

В Джезказганском рудном поле выполнен в разное время и различными организациями целый ряд топографических работ (табл. 14).

Геологосъемочные работы

Объем и виды геологосъемочных работ приведены в таблице 15.

Геологосъемочные работы производились на инструментальной топографической основе и сопровождалась горными работами легко-го типа с целью обнажения и документации контактов пород на сильно задернованных площадях, а также опробования зоны окисления рудных тел.

Геофизические работы

Виды и объем геофизических исследований, выполненных за весь период изучения Джезказганского рудного поля, приведены в таблице 16.

В результате работ получен большой материал по тектонике и глубинному строению Джезказган-Сарысуйской впадины. Вся ее площадь исследована гравиметрической съемкой масштаба 1:200 000 и аэромагнитной съемкой масштаба 1:100 000—1:1 200 000, а также пересечена сейсмическими и электроразведочными профилями, состоящими один от другого на расстоянии 15—20 км (за исключением южной части). На основании данных съемки составлены тектонические схемы впадины, по которым видно, что глубинное строение ее в разных частях неодинаково. Отмечается очень сложное строение западной части, где развиты мощные соленосные толщи и солянокуп-

Объем и виды топографических работ

Масштаб съемки	Площадь, км ²	Год съемки	Организация, выполнившая съемку
1:1000	5,25	1938	Госстройпроект
»	11,60	1942—1948	Геотехконтора Гипроцветмета
»	2,75	1947	Главнефтегазстрой
»	1,70	1950	Промэнергопроект
Итого	21,30		
1:2000	16,00	1950—1951	Промэнергопроект
1:5000	30,00	1939	
»	270,00	1955—1960	Топогеодезическая экспедиция ЦКГУ
»	744,00	1955—1960	Госпромтрансстрой и геотехконтора Гипроцветмета
Итого	1060,00		
1:10000	25,00	1940	Казгеолтрест
»	30,00	1942	Джезказганская ГРП
»	247,00	1954—1956	»
»	65,60	1955—1956	Топопартия Центральной поисково-реvisionsной экспедиции
»	61,20	1960	Топогеодезическая экспедиция ЦКГУ
Итого	428,00		
1:25000	1570,00	1955—1960	Топогеодезическая экспедиция ЦКГУ

Таблица 15

Объем и виды геологосъемочных работ

Масштаб съемки	Площадь, км ²	Год съемки	Организация, выполнившая геологосъемочные работы
1:2000	10,0	1930—1955	Джезказганская ГРП
1:5000	190,1	1930—1955	»
1:5000	62,0	1958—1964	»
1:10000	388,0	1958—1964	»

польные структуры, и сравнительно спокойное залегание пород в восточной части.

Границей между западной и восточной областями впадины служит выявленная и прослеженная линейная зона нарушения (Едыгейская зона разлома).

Кроме того, во впадине выделен ряд тектонических блоков меридионального и широтного простираний. В блоках по опорным сейсмическим и электрическим горизонтам картируются пологие положительные и отрицательные структуры.

Южнее куполов Рахметнура, Бурейнак, Коктюбе субмеридиональное простирание структур в западной части впадины меняется на северо-западное. Здесь же намечается приближение к дневной поверхности (150—200 м) пород джезказганской серии.

Объем и виды геофизических работ

Методы геофизических исследований	Масштаб съемки	Единица измерения	Объем работ
-----------------------------------	----------------	-------------------	-------------

Детальные геофизические исследования, выполненные в 1926—1932 гг.* на месторождении

Электроразведка			
а) по методу эквипотенциальных линий		км ²	115,00
б) по методу индукции		»	16,80
в) по методу интенсивности		»	181,05
г) по методу естественного и постоянного тока		»	16,83
Магнитометрия		точки	525,00
Гравиметрия		км ²	6,90
Сейсмометрия		»	28,00

Геофизические исследования, выполненные в 1955—1964 гг. в рудном районе

А. Региональные геофизические исследования

Сейсморазведка (КМПВ, МОВ)	1:500 000	км	4649
		»	1084
Электроразведка (ВЭЗ, ДЭЗ)	1:200 000	км ²	22270
		»	4802
		»	2157
Гравиразведка	1:200 000	»	110550
		»	988
Магниторазведка	»	км	16 ⁹
		км ²	17477
		»	200
Металлометрическая съемка	»	»	1322

Б. Поисково-геофизические детальные исследования

Сейсморазведка (КМПВ, МОП, РНП)		км	1804
Электроразведка	1:50 000	км ²	17110
	1:25 000		
	1:10 000	»	628
Профильные электроразведочные работы (ВП, СЭН, КЭП, ВЭЗ)	—	км	1279
Гравиразведка	1:50 000	км ²	17174
	1:25 000		
Гравиразведка профильная		км	1258
Магниторазведка	1:50 000	км ²	13168
	1:10 000	»	1118
Металлометрическая съемка	1:50 000	»	30288
	1:10 000	»	1271

* Масштабы геофизических исследований за 1926—1932 гг. не установлены.

По бортам впадины выявлены очень сложные в тектоническом отношении структуры, состоящие из ряда складок второго порядка, осложненные разрывами сплошности пород и характеризующиеся неглубоким залеганием джезказганской свиты. Данные геофизических исследований частично были проверены бурением в пределах Жаманайбатской антиклинали и центральной части Кумолинской синклинали скважинами Ю-4, Ю-2, Ю-26, которые подтвердили интерпретации геофизических материалов.

Из других структур, выявленных по бортам впадины, интерес с поисковой точки зрения представляют восточный борт впадины, Тогайское и Дюсембайское поднятия блокового типа.

Структурно-поисковыми работами установлено сложное строение центральной и западной частей Джезказганской мульды и подтверждено сравнительно простое строение ее восточного борта. Выявлена опрокинутость западного борта на широте участка Кокдомбак, прослежено поднятие кровли джезказганской свиты.

Поиски полиметаллов проводились с помощью ряда геофизических методов. В результате обнаружено большое количество рудопроявлений свинца в докембрийском комплексе пород (Улутауская группа) и карбонатной толще фамена — турне. Улутауская группа ореолов получила отрицательную оценку в связи с малыми размерами тел и убогостью руд. Большое количество выявленных ореолов рассеяния полиметаллов в карбонатных отложениях еще требует проверки. Работы по их оценке продолжаются.

Поиски месторождений железа в Карсакпайском районе осуществлялись комплексом геофизических методов. В результате выявлен ряд тел существенно магнетитового и гематитового состава. Ни одно из найденных рудопроявлений не оценено потому, что объем детальных геофизических работ был недостаточным. В настоящее время поиски железа в Карсакпайском районе продолжаются, а объемы детальных работ резко увеличены.

Поиски марганца проводились в районе месторождения Джезды и на площадях развития красноцветной толщи девона Джезказган-Улутауского района. Металлометрической съемкой обнаружено большое количество рудопроявлений марганца, но все они не имеют промышленного значения. Наряду с поисками марганца геофизическая экспедиция вела работы в пределах Шайтантасского ультрабазитового массива с целью поисков никель-кобальтовых руд. В результате были околонтурены площади коры выветривания и отмечены рудопроявления никеля.

Поиски бокситов проводились в Актаасском районе. Геофизическими работами выявлено большое количество локальных депрессий, приуроченных к контакту алюмосиликатных и карбонатных пород. В этих депрессиях обнаружены рудопроявления бокситов, однако практического интереса они не представляют, так как являются останцами, сохранившимися от пострудного размыва.

Работы в помощь гидрогеологическим изысканиям велись методами электроразведки на площадях развития карбонатных отложений фамена и турне. Выявлен ряд зон трещиноватости в известняках и определены скорости и направление потоков в скважинах.

Горноразведочные работы

В Центральном Джезказгане горноразведочные работы в основном легкого типа (канавы и шурфы) применялись в начальной стадии разведки, главным образом при геологической съемке, для обнажения контактов, а также опробования окисленных выходов рудных тел на дневную поверхность. Позже подобные работы были продолжены на северных площадях рудного поля (месторождения Джиладинской группы). За весь период разведочных работ в Джезказгане пройдено всего 1465 канав и неглубоких шурфов общим объемом вынутой массы в 31 970 м³.

Горноразведочные работы тяжелого типа в Джезказгане не менялись.

Буровые работы

Как известно, почти единственным и исключительно эффективным средством разведки Джезказганского месторождения является колонковое бурение. После предыдущего генерального подсчета запасов (1953 г.) по настоящее время доминирующим видом разведочных работ осталось колонковое бурение. В последние годы оно широко применяется на всех этапах и стадиях геологического изучения и разведки Джезказганского рудного района. Общий объем разведочного бурения за все годы составил около 1 млн. пог. м.

Картировочное бурение

При геологическом картировании рудного поля (1 : 25 000, 1 : 50 000) успешно применяется картировочное бурение иногда в комбинации с горноразведочными работами легкого типа.

Объем выполненного в Джезказгане картировочного бурения в 1957 г. составил 9943 пог. м, в 1960 г.—2099 пог. м, в 1961 г.—2637 пог. м, в 1963 г.—2131 пог. м, в 1965 г.—3240 пог. м, всего — 20 050 пог. м.

Методика буровой разведки

В общем балансе разведочного бурения в Джезказгане основное место занимает колонковое бурение.

Перейдем к краткой характеристике методики буровой разведки на Джезказгане.

Разведка, осуществляемая способом колонкового бурения, в настоящее время делится на четыре стадии.

Стадия поисковой разведки в последнее время продиктована жизнью в связи с широким вовлечением в разведку так называемых «закрытых» структур района.

В методическом отношении поисковая буровая разведка осуществляется или путем закладок (по результатам предварительных геофизических исследований) одиночных скважин с целью выявления благоприятных купольных структур второго порядка в Джезказган-Сарысуйской впадине и Джезказганской мульде или же путем проходки профилей скважин через интервалы до 1500 м между профилями, 600—900 м между скважинами в профилях, в пределах более или менее перспективных для оруденения структур типа Спасского блока.

В стадии поисковой буровой разведки обычно выявляются общие перспективы закрытых площадей, а иногда представляется возможность учитывать запасы по категории С₂.

Стадия предварительной разведки способом колонкового бурения нередко следует за поисковой и состоит в сгущении поисковой сети скважин на рудных площадях до 300 м (например, Спасский блок). Чаще на заведомо перспективных площадях ранее изученных структур предварительная буровая разведка по 300-метровой сети осуществляется как первая стадия разведки (например, рудные участки Златоуст, Анненский), но обычно не в «чистом» виде до полного свое-

го завершения, а лишь несколько опережая и обеспечивая фронт для следующей стадии промышленной детальной разведки месторождения или его участков.

В этой стадии разведки в Джезказгане преимущественно применяется ромбическая или треугольная форма (по Д. А. Зенкову) разведочной сети, когда разведочные скважины располагаются в вершинах равносторонних треугольников. Такая форма наиболее рациональна как в стадии предварительной разведки участков месторождения (а не залежи), так и в стадии следующей детальной разведки месторождения, стратиграфический разрез которого включает до девяти отдельных рудоносных горизонтов, в которых рудные тела имеют различные простирания и размеры. В Джезказгане при удовлетворительной увязке разрезов соседних скважин 300-метровая сеть скважин позволяет учитывать запасы по категории С₁.

Стадия детальной разведки. Детальная буровая разведка Джезказганского месторождения осуществляется в два приема: 1) сгущение разведочной сети предварительной разведки до 150 м, что позволяет учитывать запасы на внутриконтурной площади по категории В; 2) дальнейшее сгущение сети до 75 м, что позволяет относить запасы на внутриконтурной площади к категории А.

На заведомо перспективных площадях месторождения, намечаемых к вскрытию горными работами и к освоению, разведка по 150-метровой сети нередко осуществляется как первая стадия, минуя стадии поисковой и предварительной разведок (например, многие участки центрального рудного поля Джезказгана).

Разведка по 150-метровой сети в условиях Джезказгана не всегда обеспечивает решение основных задач, связанных с проектированием горнодобывающего предприятия.

Взаимовязка разрезов соседних скважин в сильно нарушенных в тектоническом отношении участках месторождения при сети 150×150 м нередко бывает очень затруднена. Таким образом, рассматриваемая разведочная сеть в условиях Джезказганского района имеет переходное значение от предварительной к детальной разведке.

Исключительно важное место как по удельному весу, так и по своей значимости для эксплуатации месторождения занимает в Джезказгане *детальная буровая разведка* по сети 75×75 м, представляющая собой, по существу, переход к эксплуатационной разведке или даже заменяющая ее.

Подавляющее большинство рудных тел в Джезказгане имеет пологие углы падения, не превышающие 10—15°. Крутые углы падения отмечаются в сравнительно узких зонах флексурных перегибов, поэтому основная масса скважин задается вертикально. Редкие, в общем незначительные, отступления от принятых размеров разведочной сети бывают обусловлены влиянием топографии местности, наличием поверхностных сооружений, горными работами и другими факторами. Относительно небольшое количество скважин во флексурных зонах в ранние периоды разведки задавалось наклонно, под углами 60—80° к горизонту.

До 1939 г. в Джезказгане применялось исключительно алмазное бурение. В годы Отечественной войны использовалось алмазное и дробовое бурение, причем доля дробового бурения в общей проходке с каждым годом все возрастала, и с 1945 г. Джезказганская ГРЭ целиком перешла на этот тип бурения.

Конструкция разведочных скважин колонкового бурения

Конструкция разведочных буровых скважин в общем простая. В различные периоды разведки она несколько видоизменялась в зависимости от типа применяемых истирающих материалов и глубины скважин. Чрезвычайная устойчивость и высокая плотность разбуриваемых пород в Джезказгане освобождают от крепления стенок скважин обсадными трубами. Обсадка обычно производится лишь до глубины начального диаметра бурения. Это сильно упрощает конструкцию скважин.

Наиболее типичные конструкции скважин, существующие в настоящее время, перечислены в таблице 17.

Таблица 17

Типичные конструкции скважин

Группа скважин	Глубина скважины, м	Интервал глубин, м	Диаметр скважины, мм
I	150	0—5	150
		5—150	110
II	300	0—5	150
		5—300	110
III	500	0—10	150
		10—500	110
IV	700	0—10	162
		10—300	130
		300—700	110
V	1000	0—20	219
		20—300	150
		300—800	110
		800—1000	91
VI	1200	0—20	219
		20—300	168
		300—700	130
		700—1200	110

Данные об искривлении скважин и методы измерения

Искривление скважин в Джезказгане до 1958 г. измерялось с помощью инклинометра Полякова. Для контроля измерение велось одновременно двумя приборами в одном патроне. Начиная с 1958 г. искривление замеряется прибором ИП-4Т, установленном на каротажной станции. Точки наблюдения искривления скважин, заданных вертикально, принято располагать через интервалы в 20 м, а заданных наклонно — через 10 м. При вертикально заданных скважинах замеры производятся после забурки на глубине 50—100 м и далее через каждые 100 м, при наклонно заданных скважинах — на глубине 30, 50, 100 м и далее через каждые 50 м углубки.

На участках, где джезказганская рудоносная толща залегает практически горизонтально и обнажается на дневной поверхности, разведочные скважины колонкового бурения проходились сравнительно мелкими — глубиной обычно 200—300 м (не более 400 м). Вследствие очень пологого залегания слоев максимальное зенитное искривление скважин в этом случае не превышало 2—3°. Искривления скважин достигают значительных размеров преимущественно только на тех участках, где рудоносная толща, сложенная чередующимися пластами аргиллитов и песчаников, залегает наклонно (15—

30°) и, кроме того, бывает согласно перекрыта мощной толщей алевролитов жиделисайской свиты. При незначительном повышении давления бурового снаряда на забой искривление скважин наблюдается даже в начальной стадии бурения, причем обычно в направлении восстановления пластов. Такое явление характерно для участков Анненский, Юго-Западный, Акчий-Спаский. Степень искривления различна и меняется от 1 до 5° на каждые 100 м углубки.

Данные о выходе керна

Выход керна никогда не лимитировал буровую разведку Джезказганского месторождения, и процент выхода керна как по вмещающим породам, так и по руде был всегда достаточно высоким. Так, например, средний выход керна за период с 1945 по 1952 г. в целом по месторождению составил: по вмещающим породам — 92,5%, а по рудной зоне — 83,5%. С 1953 по 1967 г. выход керна по годам представлен в таблице 18.

Таблица 18

Выход керна по Центральному Джезказгану (без Джиландинской группы месторождений)

Год	Общий выход керна			Выход керна по рудной зоне		
	Проходка, м	Поднято керна, м	% выхода керна	Проходка, м	Поднято керна, м	% выхода керна
1953	30440	27396	90,0	7500	6900	92,0
1954	37860	34881	91,0	10274	9692	94,3
1955	43857	41664	90,5	7567	7046	93,1
1956	53720	48375	90,0	11457	10511	92,0
1957	62293	53720	86,2	14041	12914	92,0
1958	61047	51391	84,2	12685	11705	92,3
1959	61068	51905	85,0	10968	9835	89,7
1960	54281	56024	87,2	9285	8143	88,0
1961	78262	66886	85,5	16505	14582	90,0
1962	82782	69179	83,6	14905	13166	88,3
1963	75031	62438	83,2	10605	9363	88,3
1964	71627	58019	81,0	14615	12504	85,5
1965	92850	78545	84,5	21471	19273	89,7
1966	85993	69594	80,9	15367	13475	87,6
1967	74812	61879	82,7	12334	10547	85,5
Итого	965923	831894	85,2	189579	169661	89,6

Приведенные в таблице данные свидетельствуют об удовлетворительном выходе керна. Некоторое снижение выхода керна главным образом по вмещающим породам за последние четыре года объясняется влиянием гидроударного бурения.

Высокий выход керна позволяет производить опробование только по керну, пренебрегая мутью и шламом.

Специальные контрольные горноразведочные работы для проверки разведочных данных в Джезказгане не применялись. Лучшим контролем является долголетний опыт работы Джезказганского рудника. В условиях Джезказгана разведанные буровыми скважинами запасы медных руд уже давно берутся за основу планирования добычи без предварительной детализации их горными работами. Последняя в отдельных случаях производится в порядке эксплуатационной разведки подземным бурением.

Как известно, колонковое бурение в Джезказгане является единственным видом разведочных работ, обеспечивающим прирост промышленных запасов месторождения. Следовательно, единственным материалом для отбора проб при разведке месторождения служит керн, извлекаемый из скважин. На участках, где ведутся эксплуатационные работы, применяется также шпуровое опробование уступов, почвы и кровли, бороздовое опробование стенок горных выработок, а на открытых работах — опробование по шламу, извлекаемому из скважин при ударно-канатном бурении.

Опробование стенок горных работ при очистной выемке производится вертикальными бороздами сечением 30×5 мм. Каждая бороздовая проба, длина которой определяется обнаженной высотой забоя, обычно делится на секции длиной от 0,5 до 3 м в зависимости от характера и интенсивности минерализации. Ранее пробы отбирались по оси очистной камеры через интервал в 5 м. Теперь это расстояние увеличено вдвое, т. е. до 10 м, что практически не отразилось на качестве опробования. Максимальная длина шпуровых проб редко превышает 3 м. Они обычно делятся на секции длиной 0,5 м. Скважины ударно-канатного бурения опробуются через каждый метр по шламу.

Опробование скважин колонкового бурения производится исключительно по керну в следующем порядке. Весь керн разведочных скважин колонкового бурения со всех буровых агрегатов полностью доставляют в коллекторскую, где его подвергают тщательному геологическому описанию. Горизонты серых пород (песчаников и конгломератов), к которым приурочено оруденение, анализируют качественно на присутствие меди через интервалы в 1 м при помощи азотной кислоты и аммиака.

Если качественным анализом устанавливается присутствие хотя бы следов рудной минерализации, то серые полимиктовые песчаники направляют в химическую лабораторию ГРЭ на количественный анализ. Для этого рудный керн предварительно раскалывают на кернах пополам вдоль оси пополам. В случае более или менее интенсивной и неравномерной минерализации, которая определяется визуально, по половинки керна, по длине отвечающие метровой мощности руды, образуют одну частную лабораторную пробу. В случае же рассеянной, убогой и равномерной минерализации в одну частную пробу объединяют половинки керна столбика, соответствующие двухметровому интервалу мощности рудного тела. Вторые половинки рудного керна этикетировывают, упаковывают в ящики и сдают в архив каменных материалов ГРЭ.

Керновые пробы в разные периоды разведки месторождения обрабатывались различными способами.

До 1952 г. пробы пропускали через щековую дробилку для дробления до размера не более 10 мм. Затем полученный материал поступал на дисковый истиратель для помола до 150—200 меш. После этого производили квартование пробы на делителе Джонса до веса 120—150 г. Измельченную таким образом пробу после отбора точечным способом аналитической навески (постоянный вес 1 г) направляли в архив для хранения на неограниченное время.

С 1952 по 1962 г. керновые пробы обрабатывали по более упрощенной схеме.

По характеру минерализации руды разделяли на две основные группы: богатые и бедные.

Богатые руды характеризуются неравномерным распределением рудных минералов. Длина проб таких руд была принята 0,5 м. Следовательно, начальный вес проб в зависимости от диаметра бурения мог меняться от 1,7 кг (при диаметре 75 мм) до 6 кг (при диаметре 130 мм). Такие пробы обрабатывали при коэффициенте, равном 1. Весь материал пробы после дробления до величины 5—7 мм поступал на валковую мельницу, отрегулированную на крупность помола примерно в 1 мм. После такого помола материал пробы на специальном делителе сокращали до веса примерно 1 кг. Затем оквартованный материал пропускали через дисковый истиратель, отрегулированный на помол в 150—200 меш.

После помола материал пробы еще раз делили до веса примерно в 0,5 кг. Одну половину пробы после отбора аналитической навески сдавали в архив для хранения, а другую в случае необходимости использовали для составления групповых проб или выбрасывали.

Бедные (убогие) руды характеризуются равномерным распределением рудных минералов. Длина проб для этих руд была принята равной 1 м, а исходный вес их зависел от диаметра бурения и менялся от 3,4 кг (при диаметре 75 мм) до 12 кг (при диаметре 130 мм). Эти пробы обрабатывали при коэффициенте 0,1, что позволяло после дробления до крупности кусков не более 7 мм сократить пробы до веса 2,5 кг. После первого крупного помола, дающего максимальную крупность зерен в 150—200 меш, и отбора аналитической навески остающийся материал пробы направляли в архив.

Ввиду резкого увеличения объема буровых работ обработка проб при коэффициенте, равном 1, стала непроизводительной и трудоемкой. Поэтому с 1957 по 1961 г. велись опытные работы по обработке проб большого веса (50—80 кг), чтобы установить для джезказганских руд рациональный и вместе с тем минимальный коэффициент.

Для этого каждую пробу большого веса дробили до размера частиц в 4 мм. Затем ее делили на две части. Одну из них обрабатывали при значении коэффициента 1, а вторую — последовательно при 0,1; 0,3; 0,4.

После дробления до 0,5 мм каждую пробу разделяли последовательно на делителе Джонса на 32 или 16 проб. Затем каждую из этих 16 (или 32) проб доизмельчали на стержневой мельнице до получения порошка для аналитической пробы. Результаты обработки проб приведены в таблице 19.

Из данных таблицы 19 видно, что в пяти пробах из шести расхождения между содержанием меди в пробах, обработанных при различных коэффициентах, незначительны и не превышают 4,6%, и лишь в одной пробе (№ 9) с ультравысоким содержанием меди (16,67%) расхождения при коэффициенте 0,2 составляют 7,4%, при 0,1—7,8%.

Основываясь на том, что в месторождении преобладают руды с содержанием меди 0,4—5% и что пробы с содержанием 16—20% практически не влияют на конечный результат подсчета запасов, для обработки всех проб с марта 1962 г. принят коэффициент, равный 0,2. При этом коэффициенте все пробы дробят последовательно в трех щелевых дробилках до размеров частиц 50, 25 и 4 мм.

После дробления на малой дробилке пробу просеивают на сите 4 мм и сокращают до веса не менее 3,2 кг. Сокращенную пробу направляют в валковую дробилку, где измельчают ее до 2 мм.

Результаты обработки проб при различных значениях коэффициента

№ пробы	Значение коэффициента	Сумма содержания по 16 или 32 пробам	Среднее содержание	Сумма отклонений от значения коэффициента	Среднее отклонение	Отклонение в относительных процентах
1 (1—32)	1	312,05	9,75	—	—	—
	0,4	310,58	9,71	3,58	0,11	1,13
	0,3	308,40	9,64	4,43	0,14	1,43
	0,2	306,31	9,57	5,90	0,16	1,64
	0,1	308,81	9,64	3,86	0,12	1,24
2 (1—32)	1	55,81	1,74	—	—	—
	0,4	56,72	1,77	1,32	0,04	2,30
	0,3	55,12	1,72	1,42	0,05	2,87
	0,2	55,12	1,72	1,58	0,05	2,87
	0,1	55,51	1,73	0,99	0,03	1,73
3 (1—16)	1	85,53	5,35	—	—	—
	0,4	85,37	5,34	0,32	0,02	0,37
	0,3	85,46	5,34	0,33	0,02	0,37
	0,2	86,08	5,38	0,71	0,04	0,75
	0,1	85,97	5,37	0,70	0,04	0,75
6 (1—16)	1	17,40	1,09	—	—	—
	0,2	18,05	1,13	0,69	0,04	3,67
	0,1	17,58	1,10	0,26	0,01	0,92
	0,05	18,14	1,13	0,74	0,05	4,60
7 (1—16)	1	57,85	3,62	—	—	—
	0,2	57,73	3,61	0,68	0,04	1,10
	0,1	58,70	3,67	0,95	0,06	1,66
	0,05	58,18	3,64	0,87	0,05	1,38
9	1	266,68	16,67	—	—	—
	0,2	289,15	18,07	22,47	1,40	8,40
	0,1	287,73	17,98	21,05	1,32	7,90

После просеивания и сокращения до веса не менее 0,8 кг пробу закладывают в дисковый истиратель и доводят до размеров частиц 0,5 мм. После сокращения до 200—300 г пробу истирают до состояния аналитического порошка в стержневой мельнице. Из готовой пробы отбирают часть, которую отправляют в химическую лабораторию, а дубликат аналитической пробы оставляют на постоянное хранение.

Начальный вес обрабатываемых проб зависит от диаметра и выхода керна, а также от длины проб.

Вес метровой пробы колеблется от 8,7 до 5,3 кг при диаметре 130 мм и от 5,7 до 3,5 кг при диаметре 110 мм.

Содержание благородных металлов в рудах Джезказгана исследовалось по групповым кернавым пробам, составленным отдельно для каждого сечения залежи с учетом типа минерализации. Всего для анализов на золото и серебро отобрано 1102 групповые пробы по Центральному Джезказгану, 104 пробы по Джиландинской группе месторождений, представляющих все основные типы руд во всех рудоносных горизонтах. Результаты анализа этих проб положены в основу подсчета запасов серебра в рудах Джезказгана. Золото здесь, как уже отмечалось, практически не установлено.

Что касается других элементов-спутников, то до 1957 г. присутствие их контролировалось полными спектральными анализами тех же групповых проб, которые брались для анализа на благородные металлы.

В связи с обнаружением в рудах Джезказгана повышенных концентраций рения более детальное исследование закономерностей распределения этого элемента приобрело актуальное значение.

Закономерности распределения рения и других сопутствующих компонентов джезказганских руд с 1959 г. систематически изучают в Институте геологических наук АН КазССР в тесном сотрудничестве с Джезказганской комплексной экспедицией.

В основу изучения редких и рассеянных элементов в джезказганских рудах положено использование разнообразных методов анализа. Но главным является разработанный под руководством С. К. Калинина метод количественного спектрографического определения рения и других рассеянных элементов непосредственно в рудных пробах.

Это позволило применить в Джезказгане площадной метод отбора проб по равномерной сети разведочных выработок всего месторождения. Материалом для проб служили дубликаты (порошки) керновых проб, хранящихся в архиве. Пробы отбирали по разведочным скважинам, образующим равномерную 300-метровую сеть на всей территории Центрального Джезказгана и 200-метровую на площади месторождения Сарыоба (Джиландинская группа).

Затем по каждой разведочной выработке и каждому рудоносному горизонту (рудной пачке) составляли групповые пробы. Пробы одного рудоносного горизонта (рудного тела) объединяли с учетом их минералогического состава и интенсивности оруденения.

Групповые пробы составляли по следующим типам руд: халькопиритовый, халькопирито-борнитовый, борнитовый, борнито-халькозиновый, халькозиновый, галенитовый, сфалеритовый и халькопирито-борнито-сфалерито-галенитовый.

В зависимости от интенсивности оруденения (по содержанию меди или свинца) пробы группировались таким образом: с содержанием до 0,4%, от 0,4 до 0,7%, от 0,7 до 5,0%, от 5,0 до 10,0%, от 10% и выше.

Количество материала в частные пробы бралось пропорционально их длине. Общий вес объединенной (групповой) пробы в зависимости от количества и длины проб составлял 50—100 г. Из слабоминерализованных (безрудных) интервалов в лежащем и висячем боках рудных тел выделяли самостоятельные пробы. Минералогический состав и тип групповой пробы определяли по журналам первичной документации керна.

Минералого-технологические пробы отбирали в контурах балансовых руд всех основных залежей медных месторождений Джезказган, Сарыоба, Итауз, Кипшакпай по сети разведочных скважин, близкой к 300×300 м.

Пробы составляли путем объединения частных проб по мощности от 1 до 5—7 м, реже 10—15 м в зависимости от мощности рудного пласта. Средняя длина одной групповой пробы была 4—5 м.

Частные пробы объединяли отдельно по собственно медным, медно-свинцовым, медно-свинцово-цинковым и медно-цинковым естественным типам руд. Нередко медные руды соединяли еще и по минералогическим разновидностям. Границы групповых проб обычно соответствуют промышленной мощности рудного пласта.

Материалом для проб служили дубликаты и в отдельных случаях — отходы дробления частных проб. Дубликаты керна (половина) раскалывали керноколом. Четверть его полностью шла в пробу, а половину оставляли для документации.

Вес групповых проб колебался от 0,5 до 25 кг в зависимости от длины пробы, содержания основного компонента и минералогического состава пробы.

Методика производства анализов на основные компоненты и результаты внутреннего и внешнего контроля

Массовые и рядовые анализы на основные компоненты (медь, свинец и цинк) выполнялись в химической лаборатории Джезказганской ГРЭ.

Медь в керновых пробах определяли в основном объемным иодометрическим методом, а в последнее время в ускоренном варианте — так называемым иодофтористым методом. Эта методика проверялась в центральной лаборатории Центрально-Казахстанского геологического управления применительно к рудам Джезказгана и в свое время была рекомендована для широкого использования взамен предшествовавшего трудоемкого классического метода определения меди с отделением ее от сопутствующих элементов.

С 1953 по 1961 г. для массовых анализов на медь и цинк частично применялся визуально-полярометрический метод в сочетании с внутрилабораторным контролем анализов и анализами других методов, в частности объемным иодометрическим методом определения меди и объемным методом с внешним индикатором определения цинка.

Свинец в этот период определялся объемным биохроматным иодометрическим методом.

Химическая лаборатория Джезказганской ГРЭ оснащена установкой для спектрального анализа проб — спектрографом ИСП-28. Спектральный анализ оказывает существенную помощь в отборе проб, предназначенных для анализа на свинец и цинк. Он дает возможность быстро и легко отделять пробы, в которых эти металлы практически отсутствуют. Поэтому все пробы Джезказганского месторождения, поступающие в химлабораторию, подвергаются предварительному спектральному анализу на свинец, цинк, а также на кобальт и никель.

Анализы на медь, свинец и цинк сопровождаются внутренним контролем зашифрованных проб.

Сводные данные сравнения основных анализов и анализов внутреннего контроля за период с 1 января 1958 г. по 31 декабря 1963 г. приведены в таблице 20.

Случайные погрешности в анализах на медь для проб с содержанием металла ниже промышленного минимума высокие. Для балансовых руд они не превышают нормы. Влияние случайных ошибок в определении свинца и цинка на цифры запасов этих металлов практически весьма незначительное.

Внешний контроль степени точности массовых химических анализов на медь, свинец и цинк, выполненных химической лабораторией Джезказганской ГРЭ в 1953—1963 гг., осуществлялся разными, достаточно авторитетными лабораториями.

В сводной таблице 21 приведены результаты внешнего контроля анализов по металлам.

Таблица 20

Сравнительные результаты основных и контрольных анализов на медь, свинец и цинк

Металлы	Содержание компонентов в классе	Кол-во анализов	Среднее содержание, %		Арифм. сумма отклонения	Случайная погрешность		Допустимое отклонение, %
			Основные анализы	Контрольные анализы		абсолютная, %	относительная, %	
На медь	0,05—0,20	1661	0,10	0,10	66,82	0,04	40,0	10—15
	0,2—0,4	662	0,29	0,28	40,36	0,06	20,7	10—15
	0,4—0,55	291	0,46	0,46	17,74	0,06	13,0	10—11
	0,55—3,00	1232	1,32	1,30	114,31	0,09	6,8	7—11
На свинец	3,00 и более	644	8,43	8,33	168,25	0,26	3,1	3—7
	0,4—0,6	77	0,50	0,49	4,14	0,05	10,0	12
	0,6—6,0	350	1,92	1,91	32,74	0,09	4,7	6—12
	6,0—15,0	29	10,06	9,22	4,55	0,16	1,6	3—6
На цинк	15,0 и более	12	18,96	18,74	3,14	0,26	1,4	2—4
	0,05—10,0	220	0,94	0,94	26,45	0,12	12,8	6—15
	10,0—25,0	3	12,14	12,04	1,33	0,44	3,6	3—6

Таблица 21

Данные внешнего контроля анализов на медь, свинец и цинк

Содержание компонен- тов в клас- се	Кол-во проб	Сумма		Среднее содер- жание. %		Систематическая погрешность	
		основная	контроль- ная	основное	конт- рольное	абсолют- ная	относи- тельная
Медь							
0,05—0,20	723	84,89	86,15	0,12	0,13	—0,01	8,3
0,20—0,40	730	209,47	199,03	0,28	0,27	+0,01	3,57
0,40—0,55	550	252,54	241,98	0,46	0,44	+0,02	4,35
0,55—3,00	3222	4290,80	4222,45	1,33	1,31	+0,02	1,50
3,00 и более	1106	8336,79	8193,31	7,54	7,41	+0,13	1,72
Свинец							
0,4—0,6	156	76,36	89,66	0,49	0,57	—0,08	16,33
0,6—6,0	711	1208,57	1272,50	1,70	1,79	—0,09	5,29
6,0—15,0	35	313,92	318,15	8,97	9,09	—0,12	1,34
15,0 и более	16	219,85	220,98	13,74	13,81	—0,07	0,51
Цинк							
0,55—10,0	222	403,11	425,05	1,81	1,91	—0,10	5,5
10,0—25,0	11	140,24	135,31	12,75	12,30	0,45	3,5

Как видно из данных таблицы 21, отклонения контрольных анализов по всем трем металлам и всем классам проб находятся в пределах нормы (за исключением самого низшего класса по свинцу), что свидетельствует о достаточной точности анализов.

Методика производства анализов на редкие элементы и результаты контроля

Как указывалось выше, количественное определение рения непосредственно в руде (в дубликатах порошковых керновых проб) про-

изводилось на дифракционном спектрографе ДФС-3 методом, впервые разработанным С. К. Калининым.

В основу методики определения взята сверхтонкая структура линии рения, особенно отчетливо видная на спектрограммах, полученных на спектрографах большой дисперсии. Это обстоятельство учитывалось при выборе аппаратуры и условий проведения анализа. На спектрографе ИСП-28 (дисперсия $22 \text{ \AA/мм}$) все составные компоненты линий рения полностью сливаются. При дисперсии $6 \text{ \AA/мм}$ сверхтонкое расщепление выражается в отчетливом расширении указанных линий, принимающих вид узких, резко ограниченных полосок. При дисперсии $2 \text{ \AA/мм}$, особенно $0,53 \text{ \AA/мм}$, отдельные компоненты сверхтонкой структуры линий рения уже четко разделяются. Благодаря этому при большой дисперсии линии рения приобретают характерный вид, позволяющий легко отличить их от линий мешающих элементов и избежать ошибок при анализе. Специальные исследования показали, что в ряде случаев рений можно определять на спектрографе ИСП-28, однако лучшие результаты получаются на спектрографах большой дисперсии ДФС-3 и ДФС-13, так как они позволяют достигнуть более высокой чувствительности анализов и освободиться от ряда наложений.

Для анализа наиболее сложных минералов и определения предельно малых концентраций рения желательно иметь большую дисперсию, чем ту, которую имеют серийно выпускаемые спектрографы ДФС-13 и ДФС-3. Поэтому лабораторией Института геологических наук АН КазССР, где анализировались пробы джекказганских руд, была заказана спектральная решетка 1200 угтр/мм , которая дает возможность работать во втором и третьем порядках с дисперсией 1 и $0,53 \text{ \AA/мм}$ соответственно.

Ввиду малой распространенности рения он определялся в большинстве случаев по наиболее интенсивным линиям — 3460,465 и 3464,726 $\text{\AA}$.

В качестве буферного вещества, предназначенного для разбавления проб, выбрана окись свинца (PbO), которая при нагревании до высокой температуры разлагается с выделением кислорода, т. е. обладает свойством образовывать кислородные соединения, которые в противоположность металлическому рению отличаются летучестью. Полное испарение рения и наиболее быстрое поступление его в светящееся облако дуги может быть осуществлено только при условиях, обеспечивающих энергичное окисление пробы и предотвращающих восстановление рения до металла. Ввиду того, что металлический рений является одним из самых труднолетучих элементов, даже частичное восстановление в кратере электрода приводит к его неполному испарению и снижению чувствительности и точности анализов.

Из пробы, разбавленной окисью свинца, рений испаряется намного быстрее и почти полностью завершается в первые 30 сек, после чего в спектре обнаруживаются лишь слабые линии этого элемента. Кроме того, присутствие в пробе больших количеств свинца понижает температуру расплава в кратере электрода и задерживает испарение элементов, температура кипения которых выше температуры кипения свинца (1751°C). К ним относятся железо, марганец, медь, стронций и другие, которые поступают в разряд в основном только после испарения свинца. Благодаря этому в начальный период горения дуги из спектра удаляются мешающие элементы и элементы, со-

здающие фон спектрограмм. Излучение самого свинца в области расположения аналитических линий рения также незначительно.

Таким образом, разбавление пробы окисью свинца позволяет разделить спектры рения и других элементов и создать благоприятные условия для определения рения.

В качестве внутреннего стандарта был выбран кадмий, близкий по летучести к рению и сравнительно мало отличающийся от него по потенциалу ионизации.

После ориентировочного установления валового состава проб, подлежащих анализу, и интервала определяемых концентраций изготавливалась серия эталонных образцов. Исходным эталоном служила богатая рением проба, тщательно проанализированная в нескольких лабораториях различными методами.

Исходный эталон разбавляли свободной от рения породой или рудой, близкой по составу к анализируемым пробам. Концентрация рения в соседних эталонах отличалась между собой в 2—2,5 раза, например: 0,1; 0,05; 0,02; 0,01; 0,005; 0,002; 0,001; 0,0005; 0,0002; 0,0001.

Для изготовления буферной смеси в окись вводили 1% кадмия в виде CdS . Затем 8 г этого образца и 192 г PbO тщательно перемешивали в механической ступке. При этом окись свинца добавляли частями, последовательно увеличивающимися в 2—2,5 раза (без взвешивания), и каждый раз размешивали в течение 1,5—2 часов. Такой порядок приготовления буферной смеси обеспечивал ее достаточную равномерность, что очень важно для получения правильных результатов.

Буферную смесь проб и эталоны разбавляли в отношении 1 : 4 (120 мг пробы или эталона + 480 мг буферной смеси). Навеску пробы и буферной смеси помещали в фарфоровый тигель, который устанавливался в специальное приспособление для механического перемешивания. Одновременно ставилось 40—50 тиглей, и механизм включался на 30—40 минут.

Все это обеспечивало быстрое приготовление для анализа любого количества проб и исключало операцию растирания малых навесок в ступках. Полученную смесь набивали в угольные электроды, имеющие кратер глубиной 3,5 мм и диаметром 5 мм. Для ослабления молекулярных полос циана стенки кратера обычно делают тонкими (0,3—0,5 мм). Навеска 600 мг полностью расходовалась на набивку четырех электродов для четырех параллельных определений.

Пробы испарялись в дуге постоянного тока при 10 а с выдержкой 30 сек. Ширину щели, систему освещения и тип фотопластинок подбирали так, чтобы почернение фона составляло не менее 0,20—0,30. Все образцы снимали на две фотопластинки по два раза на каждую из них. Средняя вероятная ошибка определения составляет ± 6 —8%.

Для установления точности спектрографических определений рения была изучена воспроизводимость анализов, а также проведен внутренний и внешний контроль химическим методом.

Чтобы определить воспроизводимость анализов, сделано 50-кратное фотографирование одного из образцов на спектрографе ДФС-3 при дисперсии 0,53 Å/мм. Результаты определения концентрации рения по каждому спектру приведены в таблице 22.

Из таблицы видно, что относительная средняя погрешность равна 10,1%.

Результаты многократного определения содержания рения в одном образце

№ измерения	Содержание рения, г/т	Отклонение от среднего значения	№ измерения	Содержание рения, г/т	Отклонения от среднего значения
1	21	-5	26	28	+2
2	24	-2	27	22	-4
3	21	-5	28	25	-1
4	21	-5	29	23	-3
5	25	-1	30	25	-1
6	27	+1	31	27	+1
7	23	-3	32	26	0
8	23	-3	33	24	-2
9	23	-3	34	27	+1
10	24	-2	35	25	-1
11	28	+2	36	30	+4
12	29	+3	37	27	+1
13	25	-1	38	23	-3
14	28	+3	39	33	+7
15	26	+3	40	35	+9
16	26	0	41	26	0
17	24	-2	42	26	0
18	23	-3	43	28	+2
19	27	+1	44	26	0
20	24	-2	45	30	+4
21	28	+2	46	32	+6
23	26	0	48	31	+5
24	20	-6	49	31	+5
25	28	+2	50	25	-1
			Сумма	1903	131
			Среднее	26	$\pm 2,62$

Для полного учета всех случайных ошибок воспроизводимости, возникающих при спектральном анализе проб с разным содержанием рения, производился внутренний контроль зашифрованных проб. Обработанные результаты этих определений приведены в таблице 23.

Величины случайных погрешностей включают ошибки, связанные с подготовкой проб к анализу и их неоднородностью.

Внешний контроль спектральных анализов был осуществлен только химическими методами, так как другие спектрографические лаборатории не занимались количественным определением рения непосредственно в руде. Часть проб анализировалась параллельно в трех-четырех лабораториях (Гиредмета, КазИМСа, ИГН АН КазССР и ЦКГУ).

В таблице 24 приводятся обработанные результаты сопоставления спектральных анализов со средними значениями данных четырех химических лабораторий.

Данные сравнения спектральных анализов с результатами внешнего контроля по каждой химической лаборатории в отдельности без разбивки проб на классы приводятся в таблице 25.

Как видно из приведенных данных, при концентрации рения выше 0,001% результаты химических анализов различных лабораторий согласуются между собой и близки к результатам спектральных анализов. При содержании рения менее 0,001% точность химических определений заметно снижается, а в интервале 0,0005—0,0002% от-

Таблица 23

Результаты контрольного определения рения в зашифрованных пробах

Содержание рения в классе	Кол-во анализов	Среднее содержа- ние, г/т		Арифм. сумма от- клонений	Случайная по- грешность	
		основное	конт- рольное		абсолют- ная	относи- тельная, %
От 0,0004—0,0001 % (0,4—1 г/т)	30	0,63	0,60	4,5	0,15	23,80
0,0001—0,0005 % (1—5 г/т)	62	2,53	2,39	29,3	0,47	18,58
Более 0,0005 % (более 5 г/т)	34	9,74	10,11	41,3	1,21	12,42

Таблица 24

Результаты внешнего контроля анализов на рений

Содержание рения в классе	Кол-во опреде- лений	Сумма содержа- ния, г/т		Среднее содержа- ние, г/т		Систематическая погрешность	
		Спектраль- ное опре- деление	Контроль- ное хими- ческое опре- деление	Спектраль- ное	Контроль- ное хими- ческое	абсолютная	относи- тельная, %
Более 0,001 % (более 10 г/т)	68	1562	1502	22,97	22,10	—0,87	3,79
0,0005—0,001 % (5—10 г/т)	34	237,6	233,7	6,99	6,87	—0,12	1,79
0,0002—0,0005 %	Данные химических лабораторий имеют резкие расхождения						

Таблица 25

Результаты внешнего контроля, полученные в различных лабораториях

Лаборатория	Кол-во проб	Сумма содержа- ний, г/т		Среднее содержа- ние, г/т		Систематическая погрешность	
		спектраль- ное основ- ное	химиче- ское конт- рольное	спектраль- ное основ- ное	химиче- ское конт- рольное	абсолютная	относи- тельная, %
Гиредмета	114	1845,2	1645,3	16,19	14,43	—1,76	—10,9
КазИМСа	126	2182,0	2242,8	17,32	17,80	+0,48	+2,78
ЦКГУ	124	2426,6	2375,0	19,57	19,15	—0,42	—2,15
ИГН АН КазССР	108	1821,6	1854,8	16,87	17,17	+0,30	+1,80
Итого по всем лабораториям	472	8275,4	8117,9	17,53	17,20	—0,33	—1,88

мечаются резкие расхождения между данными отдельных химических лабораторий.

Систематические расхождения в результатах спектрографических определений и данных контрольных химических анализов лабораторий Гиредмета, КазИМСа, ЦКГУ и ИГН АН КазССР невелики и составляют соответственно 10,9; +2,78; -2,15; +1,80. В среднем для четырех лабораторий расхождение равно -1,88.

Таким образом, принятая методика спектрографического определения рения достаточно надежна и может быть положена в основу подсчета запасов этого элемента.

ГЛАВА VI

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ

Общие сведения об эксплуатации месторождения

Как указывалось выше, эксплуатация Джезказганского месторождения началась еще в 1928 г. Развитие добычи руды и меди в Джезказгане показано в таблице 26. Сведения о добыче в ней приводятся по отдельным характерным периодам различной продолжительности.

Как видно из таблицы 26, объем добычи руды возрос от 19,6 тыс. т в 1928 г. до 14 050 тыс. т в 1967 г. Но это еще далеко не предел производительности Джезказганского горно-металлургического комбината. Наивысшая проектная производительность его рудников определена в объеме 18,8 млн. т годовой добычи руды. За весь период функционирования Джезказганских рудников (с 1928 по 1967 г. включительно) всего добыто 133 911,5 тыс. т руды (без разубоживающей массы), меди — 2699,6 тыс. т, свинца — 65,8 тыс. т со средним содержанием в руде меди 2,01%, свинца 1,68%.

Содержание свинца относится только к добытым медно-свинцовым рудам в количестве 3911 тыс. т.

С 1928 по 1967 г. потери руды в недрах составили 10 130 тыс. т с валовым содержанием меди 229,7 тыс. т и свинца 15,1 тыс. т.

Официально списанные потери руды от всех погашенных запасов составляют 7%. Однако они не отражают действительного положения вещей с потерями, так как значительное количество руды, заключенное в опорных и панельных целиках, пока числится в так называемых «неактивных» запасах, а не в потерях. Размеры фактических потерь, вероятно, превысят приведенные цифры не менее чем в 2,5 раза.

Разубоживание при отбойке в условиях Джезказгана вследствие проектируемой здесь выборочной отработки относительно более богатых руд, по существу, происходит за счет так называемых бедных руд, или забалансовых, которые в виде ореола обволакивают балансовые руды со стороны почвы и со стороны кровли. Эти бедные руды по новой кондиции теперь относятся к балансовым.

Система эксплуатации месторождения

Джезказганское месторождение отрабатывается в основном подземным способом. Из общего количества добытых руд за период 1928—1967 гг. на подземный способ приходится 81,5%, на открытый — 18,5%.

Добыча руд открытым способом в период 1967—1980 гг. будет находиться на уровне 27—28% от общей добычи. После 1980 г. в связи с отработкой основных запасов Златоуст-Беловского карьера доля добычи открытым способом снизится до 10%.

В настоящее время рентабельность отработки запасов открытым способом определяется отношением вскрыши к руде 5 : 1. Однако в расчете на прогрессивную новую технику Гипроцветмет по двум ныне работающим карьерам (Златоуст-Беловский и Анненский) допустил соотношение вскрыши к руде 7,5 : 1. Вот почему по этим карьерам себестоимость добычи 1 т руды выше, чем на подземных работах.

Основные запасы месторождения имеют соотношение объема вскрыши к объему руды более чем 10 : 1, что обуславливает господствующее положение подземного способа отработки месторождения.

В настоящее время месторождение эксплуатируется восемью шахтами и двумя карьерами. В стадии строительства находятся две самые крупные шахты — № 55 и 57.

Подземная добыча производится камерно-столбовой системой разработок, без обрушения пород кровли и закладки пустот. До 1949 г. эта система широко применялась с рудной подготовкой и нерегулярно расположенными целиками (столбами). С 1950 г. эта система используется с полевой подготовкой и регулярно расположенными целиками. Подготовка осуществляется проходкой под залежами откаточных штреков на расстоянии 100 м один от другого. По длине штреков через каждые 20 м проходятся рудоспуски длиной 5—40 м. По залежи они сбиваются рудными панельными штреками. На каждую очистную камеру приходится один рудоспуск для скреперования руды с двух сторон на расстоянии до 50 м с каждой стороны.

В последнее время для обеспечения надежной вентиляции у кровли залежи посередине панели (между двумя панельными штреками) проходятся вентиляционные штреки. Размеры очистных камер: длина 50 м, ширина 15—20 м, высота зависит от мощности залежи. Расстояние между осями опорных целиков по ширине очистных камер 20 м, а по длине 15—17 м. Техпроектами шахт предусмотрены диаметры опорных целиков от 5 до 7 м в зависимости от мощности залежи. Панельные целики шириной 8—8,5 м оставляются вдоль панельных штреков. В зависимости от мощности залежи применяются следующие варианты камерно-столбовой системы разработки: безуступный (мощность до 5 м), потолкоуступный или с нижней подсечкой (мощность 5—10 м), почвоуступный или с верхней подсечкой (мощность 5—12 м) или с нижней и верхней подсечками (мощность более 12 м).

В настоящее время добыча потолкоуступным вариантом сокращена до минимума по условиям техники безопасности. Проектные потери по этой системе приняты по отдельным шахтам от 14 до 20%, а разубоживание — 5%. Фактические потери по шахтам колеблются от 16 до 25%, разубоживание — от 4,5 до 6%.

На шахтах № 55 и 57, из которых первая вошла в эксплуатацию в начале 1965 г. и вторая — в 1967 г., применена новая панельно-столбовая система разработки с рудной подготовкой и использованием высокопроизводительного самоходного оборудования (буровых кареток, экскаваторов, погрузочных машин, самоходного безрельсового транспорта и др.). Особенностью панельно-столбовой системы разработки является сплошная выемка забоем лавой шириной 100—150 м. Для поддержания кровли выработанного пространства в панели запроектированы рудные опорные целики по сети 20×20 м. Что-

Период	Годы	Кол-во лет	Добыча руды, тыс. т			
			в первый год периода	в последний год периода	всего за данный период	в среднем за год
I	1928—1929	2	19,6	42,4	63,0	31,5
II	1930—1940	11	100,6	248,6	1440,3	131,0
III	1941—1950	10	434,2	1693,0	10372,1	1037,2
IV	1951—1956	6	1938,5	4154,7	20178,3	3363,0
V	1957—1963	7	5204,5	9283,1	51900,8	7414,4
VI	1964—1967	4	10895,0	14050,0 план	49957,0	12489,2
Всего	1928—1967	40	19,6	14050,0	133911,5	3347,8

бы предотвратить обрушение всей толщи пород при глубине разработок более 200 м, в очистном пространстве, кроме опорных целиков, предусматриваются широкие барьерные целики, располагаемые по границам панели. Ширина панели (или расстояние между барьерными целиками) 100—150 м. Размеры целиков устанавливаются в зависимости от мощности залежи и глубины разработки и колеблются в следующих пределах: барьерных — от 6 до 27,5 м по ширине и опорных — от 4 до 7 м в диаметре. Забой лавы при мощности залежи до 12 м ведется безуступно, а при мощности более 12 м — с верхней подсежкой. Проектные потери для этой системы составляют 17 %, разубоживание — 7 %. Панельно-столбовая система будет применена и на других действующих шахтах.

Около 4 % всех запасов руд месторождения, подлежащих подземной разработке, располагается в зонах флексур. На шахте Петро запасы во флексуре отработаны системой маганизирования с межкамерными целиками. На шахтах № 3 и 42 запасы во флексурных зонах готовятся к отработке системой с обрушением, а на других шахтах они разведаны слабо и по ним пока отсутствуют проекты отработки.

Джезказганское месторождение отличается довольно благоприятными условиями для ведения высокорентабельной отработки подземным способом. К этим условиям относятся следующие:

1. Пластообразный характер и значительная мощность рудных залежей.

2. Пологое, почти горизонтальное залегание рудных залежей на основных площадях. Пологое залегание рудных залежей и большие их площадные размеры позволяют вести очистные работы одновременно в разных частях залежи большим числом забоев.

3. Многоэтажность оруденения, выражающаяся в том, что на отдельных площадях перекрывают друг друга от двух до пяти рудных залежей. Многоэтажность оруденения позволяет вести добычу одновременно на двух-трех рудных горизонтах.

4. Вмещающие породы и руды имеют сравнительно высокую крепость. Коэффициент крепости по шкале Протодьяконова для окисленных руд составляет 6—10, смешанных — 8—10, сульфидных — 10—16, серых безрудных песчаников — 10—16, красных песчани-

по отдельным периодам

Добыча меди в руде, т				Среднее содержание меди в руде, %		
в первый год периода	в последний год периода	всего за весь период	в среднем за год	в первый год периода	в последний год периода	в среднем за весь период
2034	3437	5471	2735	10,4	8,1	8,68
7727	12520	77041	7003	7,7	5,0	5,34
21110	45757	322972	32297	4,9	2,7	3,11
52921	92415	483850	80642	2,66	2,25	2,40
110112	171590	962103	137443	2,12	1,85	1,85
185430	235000	818130	212032	1,78	1,67	1,70
2034	235000	2699567	67459	10,4	1,67	2,01

ков — 8—12, алевролитов — 7—10, аргиллитов — 6—8, внутриформационных конгломератов — 6—10, раймундовских — 12—18.

5. Относительно высокая устойчивость пород и руд в кровле горных выработок, которая позволяет применять камерно-столбовую и панельно-столбовую системы очистной выемки без закладки и обрушения пород кровли. Наиболее устойчивы рудные и безрудные серые песчаники. Алевролиты обладают меньшей устойчивостью. Неустойчивыми являются аргиллиты и внутриформационные конгломераты с галькой аргиллитов. При обнажении аргиллиты легко поддаются выветриванию и превращаются в дресву.

Устойчивость серых и красных песчаников, а также алевролитов в кровле выработок зависит от их монолитности. На участках смятия, зон флексур и сильной трещиноватости песчаники и алевролиты становятся менее устойчивыми.

Горнопроходческие выработки в основном оставляются без крепления. Крепятся интервалы штреков, в кровле которых залегают аргиллиты, алевролиты, а также трещиноватые песчаники.

Камерно-столбовая, а в будущем панельно-столбовая система разработки имеет одну теневую сторону — ведение работ под обнаженной кровлей, при которой часты случаи падения кусков даже очень устойчивых пород и руд, что вызывает несчастные случаи. Такая опасность устраняется или сокращается до минимума хорошей разборкой кровли после взрывных работ, производимой в начале каждой смены.

Менее устойчивые аргиллиты, а иногда и алевролиты, обнажаясь в кровле очистных выработок, отслаиваются по трещинам или плоскостям наслоения. Площадь отслоения иногда достигает 300 м², реже более, мощность — 1—2 м, в единичных случаях — 3—4 м. Для безопасности работ под аргиллитами и алевролитами в кровле очистных камер с начала ведения подземной добычи оставляется рудная предохранительная корка мощностью 1,5—2 м. Красные песчаники крепче и устойчивее алевролитов и аргиллитов, но, переслаиваясь с последними, они также могут создать опасность из-за мелких отслоений. Поэтому и здесь в большинстве случаев необходимо оставлять рудную предохранительную корку. Однако она не всегда гарантирует от мелких отслоений пород кровли. При оставлении корки менее чем

1,5 м она отслаивалась по слабому контакту с красноцветными породами либо по пластовым трещинам.

В настоящее время для безопасного ведения горных работ кровля очистных камер повсеместно подвергается болтовому креплению.

Значительные мощности залежей позволяют применять при добыче руд мощное высокопроизводительное самоходное оборудование.

Процент потерь от общих запасов месторождения при мощности залежей до 3 м составляет 18, при 3—6 м — 23, при 6—12 м — 35 и более 12 м — 24.

6. Отсутствие газоносности пород и руд.

7. Слабая обводненность месторождения.

8. Высокие технологические свойства руд. Извлечение меди в концентрат из сульфидных руд достигло 93 %.

Джезказганское месторождение имеет, кроме того, и отрицательные стороны. Дело в том, что породы и руды содержат от 10 до 25 % свободной кремнекислоты, которая в виде кварцевой пыли проникает в легкие горнорабочих и вызывает легочную болезнь — силикоз. Для снижения запыленности рудничной атмосферы на Джезказгане применяется ряд профилактических мер: мокрое бурение шпуров, орошение отбитой горной массы и улучшение вентиляции горных выработок.

За длительный период ведения подземной добычи на месторождении образовались огромные пустоты. На 1 января 1964 г. объем их достиг 27 869 тыс. м³ на площади 3807 тыс. м². Проблема ликвидации пустот путем закладки или принудительного обрушения пород кровли на отработанных площадях залежей до сих пор не нашла положительного решения. От увеличения объемов пустот растет горное давление пород кровли на опорные целики. Это давление передается на действующие очистные забои, способствуя отслоению пород и падению кусков. На глубоких горизонтах эксплуатации отмечались случаи горных выстрелов кусками пород, что может вызвать человеческие жертвы. Явления горных выстрелов еще детально не изучены. Они требуют повышения бдительности горного надзора шахт за безопасным ведением работ. Ежегодное нарастание объемов пустот и многоэтажное их расположение создают угрозу внезапных массовых обрушений пород кровли, которые могут привести к тяжелым последствиям от воздушной волны обрушения и прекращению на длительный период очистных работ на больших площадях. На руднике уже происходило обрушение пород кровли средних масштабов. На шахте № 3 горное давление пород кровли, развившееся на участке совмещения двух горизонтов, привело к внезапному обрушению до поверхности 90-метровой потолочины на площади 30 тыс. м². Этому способствовали тектонические нарушения в зоне флексуры, к которой примыкала отработанная площадь. Возможные обрушения пород кровли отработанного пространства в условиях сопряженных шахтных полей могут привести к большим потерям запасов меди в районе обрушения. Ликвидация пустот и нейтрализация горного давления при подземном способе отработки являются важной проблемой, требующей неотложного решения.

Открытые горные работы ведутся на верхних горизонтах залежей, выходящих на дневную поверхность. До 1957 г. добыча открытым способом велась большим числом мелких карьеров глубиной до 30 м с соотношением вскрыши к руде от 1 : 1 до 2,5 : 1.

На мелких карьерах руда добывалась без явно выраженных уступов, так как обычно взрывалась почва карьеров. В настоящее

время работают два крупных карьера: Златоуст-Беловский и Анненский.

Златоуст-Беловский карьер является самым большим карьером на месторождении, где разрабатываются верхние горизонты самой мощной залежи Джекказгана — Златоуст-2-IV-V. Максимальная проектная глубина южного борта карьера 280 м, средняя глубина близка к 140 м. Карьер работает уступами высотой 15 м и имеет две выездные траншеи — восточную и западную. Порода вывозится электровозами, а на временные отвалы — автосамосвалами грузоподъемностью 25 т. В дальнейшем для перегрузки основного объема породы на железнодорожный транспорт внутри карьера предусматриваются 40-тонные автосамосвалы. Отбойка горной массы здесь ведется в основном путем многорядного бурения и короткозамедленного взрывания. Для бурения скважин используются станки ударно-канатного (БУ и БС-2) и ударноротационного (типа БМК) бурения. В дальнейшем основным буровым оборудованием на карьере будут станки шарошечного бурения. Эксплуатация горной массы ведется экскаваторами ЭКТ-6 (емкость ковша 6 м³), ЭКТ-4 (емкость ковша 4 м³), в небольшом объеме — СЭ-3 (емкость ковша 3 м³). Соотношение объемов вскрыши к руде по первоначальному проекту было 7,6 : 1. Фактическое же соотношение составило около 8 : 1 вследствие вынужденного выполаживания бортов карьера, так как при подготовке восточной и западной выездных траншей на участках флексурных зон произошло около десяти оползней.

Строение златоустовской флексуры в свете последних данных горных и разведочных работ довольно сложное. В ней развиты надвиговые нарушения с суммарной амплитудой смещения пород до 70—90 м. Породы в зоне флексуры сильно перемяты, имеют интенсивную трещиноватость, подвергаются выщелачиванию и каолинизации. Обрушение и оползание пород в бортах карьера и траншеи в основном происходили либо по контактам наслоения, либо по трещинам большого протяжения, падающим в сторону выемки.

По причине недостаточной изученности трещинной тектоники и горно-механических свойств пород на площади карьера, особенно в зонах флексур, первоначальным проектом были приняты необоснованно крутые углы наклона бортов карьера, которые впоследствии были заменены более пологими. Проектные потери по карьере Златоуст-Беловский определены в 4%, а разубоживание — в 11%. Фактические потери колеблются по годам от 3 до 5%, разубоживание — от 8 до 11%.

Карьер Анненский имеет максимальную проектную глубину 120 м с соотношением вскрыши к руде 7,3 : 1. На этом карьере также проявлялись оползни. Наиболее крупный оползень произошел в северо-западном борту по плоскости напластования пород, падающих в сторону выемки под углами 15—18°. Здесь оползневая масса представлена красными алевролитами, разрушенными выветриванием, которые сползли по слабому контакту с нижележащим пластом крепкого серого песчаника при буровзрывных работах.

Проектные потери по Анненскому карьере приняты в размере 5%, а разубоживание — 10%. Фактические потери изменяются по годам от 3 до 5%, а разубоживание — от 10 до 13%. Повышенное разубоживание на Анненском карьере обусловлено использованием совместной отбойки пород и руд с последующей их сортировкой.

Фактическая себестоимость добычи руды подземным и открытым способами за 1963 г. и шесть месяцев 1966 г. отражена в таблице 27.

Себестоимость добычи руды, руб.

Способ разра- ботки	Г о д ы			
	1963	1964	1965	1966
Подземный	3,44	3,62	3,71	3,89
Открытый	3,82	4,07	3,23	—

В проектном задании расширения рудной базы Джезказганского горно-металлургического комбината в результате применения новой технологии очистных работ и освоения комбинатом полной проектной мощности проектная себестоимость добычи одной тонны руды Гипроцветметом на подземных работах определена в 1 руб. 81 коп., на открытых — в 2 руб. 33 коп.

Результаты сравнения запасов и параметров рудных тел по данным разведки и эксплуатации

Сравнительный анализ данных разведки и эксплуатации Джезказганского месторождения был выполнен в 1959—1962 гг. [55, 146]. Мы приведем краткие сведения об объемах и методике выполненных работ и основных их результатах.

Сравнение данных разведки и эксплуатации проводилось по всем пачкам 13 рудных залежей в полях восьми действующих шахт Джезказганского рудника.

Основой для анализа эксплуатации послужили материалы бороздового и шпурового опробования и геолого-маркшейдерской документации эксплуатационных горных работ, а в качестве исходных данных разведки были приняты геологические материалы генерального подсчета запасов по состоянию на 1 января 1953 г., утвержденные ГКЗ. Тщательно проанализированы, обработаны и использованы паспорта 568 разведочных скважин, химические анализы 7500 керновых проб, геолого-маркшейдерская документация 1500 очистных камер общей площадью 2471 тыс. м².

Из отдельных бороздовых и шпуровых проб эксплуатационного опробования составлено 13 000 свободных, нарощенных проб, которые послужили основой для составления 51 плана опробования очистных горных выработок. Для проверки качества эксплуатационного опробования проведено контрольное бороздовое опробование охраняемых целиков и кромок камер общим объемом около 4000 пог. м.

Сравнительным анализом охвачено 64% всей добытой руды на Джезказганском руднике по состоянию на 1 января 1962 г. (43,3 млн. т руды, 955,0 тыс. т меди).

Сравнительный анализ запасов и параметров рудных тел по данным разведки и эксплуатации проводился следующими четырьмя способами.

1. Сопоставлением параметров и запасов рудных тел, установленных по данным разведки, с запасами и параметрами их, вычисленными по результатам рудничного опробования и геолого-маркшейдерской документации очистных горных выработок.

2. Сравнением данных по добыче, потерям и разубоживанию, подсчитанных по результатам эксплуатационного опробования и геолого-маркшейдерской документации горных выработок, с данными официального статистического учета рудоуправления.

Сопоставление данных разведки с результатами эксплуатационного опробования

№ п/п	Названия залежи по старой номенклатуре	№ шахты	Сравниваемый запас металла, по данным разведки, т	Доля от суммы средних запасов %	Средняя плотность разведки, м ²	Кол-во подчетов	Отклонение в относительных процентах			
							по мощности	по площади	по содержанию меди	по запасам меди
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Категория А*										
1	Кресто-2-3	3	1898	0,3	726	22	+11,9	—	+5,7	+18,4
2	Кресто-4	3	48022	8,6	2464	36	—1,8	0,7	—8,4	+11,2
3	Кресто-5	3	48353	8,7	1689	39	—9,7	—	—5,0	—13,9
4	Кресто-8	42	7974	1,4	2456	—	+26,3	—	—4,8	+20,1
5	Кресто-9	42,51	109759	19,7	5382	40	—8,1	—0,7	+3,0	—5,3
6	Петро-1	Петро	20745	3,7	1295	36	—11,5	—4,7	+12,9	—3,5
7	Петро-2	»	8225	1,5	833	32	—9,6	—	+7,9	—2,7
8	Петро-5	»	1372	0,2	1431	1	—36,7	—	+24,4	—52,0
9	Покро-1а	44,45	12012	2,2	2578	32	—10,6	—	+7,3	—4,1
10	Покро-4д	44,45	135932	24,5	3340	92	—9,0	—	+9,8	+0,2
11	Покро-5	31	16847	3,0	3340	15	+22,3	—3,7	+19,0	+40,8
12	Покро-5	31	76848	13,8	1635	78	+10,0	—0,3	—0,8	+2,4
13	Покро-7	Покро	68972	12,4	2565	21	+9,4	+5,2	±1,9	+17,3
Среднее значение			556960	100	2642	—	—2,9	—0,1	+3,3	±0,5

Категория В

1	Кресто-2	3	1463	1,0	2704	7	—19,1	—	+12,8	—7,9
2	Кресто-2	3	579	0,4	2375	4	—8,3	—	—	—7,9
3	Кресто-5	3	579	—	—	—	—	—	—	—
4	Кресто-8	42	4475	3,3	3521	3	+15,6	—0,6	—10,7	+2,5
5	Кресто-9	42,51	86327	60,2	6793	31	—6,6	—9,4	+4,4	—11,8
6	Петро-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Петро-2	42,51	928	0,6	1597	3	13,1	—8,4	—28,9	—26,5
8	Петро-5	42,51	12863	8,9	2976	9	—20,1	+1,9	—29,5	—42,5
9	Покро-1а	44,45	6262	4,4	3100	9	—2,8	—5,0	+17,09	+9,6
10	Покро-4д	44,45	6869	4,8	3656	14	—2,3	—	+29,8	+26,9
11	Покро-5	44,45	34	—	—	—	—	—	—	—
12	Покро-5	31	2562	1,8	759	9	—30,0	—	+9,2	—23,4
13	Покро-7	Покро	20734	14,4	5273	7	—8,6	—	—21,5	—28,2
Среднее значение			143368	100	4163	—	—8,4	6,3	—1,0	—13,5

Категория С₁

1	Кресто-2-3	3	7745	3,0	5079	23	—26,0	+2,1	—18,9	—32,9
2	Кресто-4	3	11230	5,6	4160	21	—7,4	—0,14	—4,4	—11,6
3	Кресто-5	3	17661	6,9	3646	22	—23,2	—13,8	—9,2	—4,8
4	Кресто-8	42	23298	9,0	11334	9	+3,8	—35,1	+9,7	—21,5
5	Кресто-9	42,51	31682	12,1	9673	18	—5,7	—11,5	—16,4	—30,0
6	Петро-1	Петро	13495	5,3	2751	16	—6,8	+21,9	—0,8	+19,8
7	Петро-2	»	13201	5,2	1970	28	—19,3	+44,5	—4,3	+11,6
8	Петро-5	»	11484	4,5	7209	9	—10,3	+21,8	—8,2	+0,5
9	Покро-1а	44,45	27605	10,7	4670	34	—7,8	—9,5	+27,7	+5,8
10	Покро-4д	44,45	36032	14,0	4890	37	—13,2	+3,1	+11,1	—0,8
11	Покро-5	44,45	16748	6,6	4295	11	—4,0	—10,1	—28,4	—36,1
12	Покро-5	31	44535	17,1	1507	59	—22,7	—1,3	—20,4	—39,5
13	Покро-7	Покро	—	—	—	—	—	—	—	—
Среднее значение			254717	100,0	5486	—	—13,5	—0,2	—2,4	—15,0

* Данные разведки приняты за 100%.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Категория А+В+С ₁										
1	Кресто-2-3	3	11106	1,1	5313	42	-20,1	+8,4	-8,4	-20,8
2	Кресто-4	3	59832	6,3	5645	67	-3,7	-0,5	-7,4	-11,2
3	Кресто-5	3	66014	6,9	3886	85	-15,2	+5,3	-1,0	-11,4
4	Кресто-8	42	36018	3,8	11200	69	+16,4	-23,7	-1,0	-9,1
5	Кресто-9	42,45	277767	23,9	12567	112	+6,8	-5,6	-1,0	-11,2
6	Петро-1	Петро	34320	3,6	2386	38	-10,4	+8,2	+6,4	+2,7
7	Петро-2	»	22354	2,3	2341	37	-16,7	+27,9	-1,5	+4,8
8	Петро-5	»	25719	2,7	8528	41	-15,5	-13,7	-20,7	-23,9
9	Покро-1а	44,45	45879	4,8	6200	92	-7,5	-6,2	+30,0	+3,7
10	Покро-4д	44,45	178833	18,8	6923	131	-9,4	+0,6	+10,8	+1,1
11	Покро-5	44,45	33630	3,5	5988	136	+12,1	-6,1	-2,2	+4,4
12	Покро-5	31	123945	12,9	2723	82	-3,4	-0,7	-9,2	-13,2
13	Покро-7	Покро	89706	9,4	8248	158	+4,2	+3,8	-1,2	+6,8
Среднее значение			955044	100,0	6842	—	+6,6	-1,2	±1,8	-5,7

3. Способом последовательного разрежения разведочной сети и сопоставления результатов с данными эксплуатации.

4. Аналитическим способом.

Итоги сопоставления данных разведки с результатами эксплуатационного опробования приведены в таблице 28.

В приведенной таблице обращают на себя внимание следующие данные.

1. Средние значения результирующих отклонений всех параметров по запасам категории А незначительны. Запасы металла подтверждаются данными эксплуатации с превышением всего на 0,5%. Размах колебаний погрешностей по отдельным залежам составляет -13,9, +40,8% (в одном случае 52,0%, что относится к одному многоугольнику, опирающемуся на одно подсечение).

2. Запасы меди по категории В в целом по месторождению дают среднее отклонение в -13,5%, имея размах колебаний погрешностей по отдельным залежам от -42,5 до +26,9%. Здесь минусовые отклонения как по количеству случаев (семь из десяти), так и по значению преобладают.

3. Запасы категории С₁ по плотности разведки почти не отличаются от запасов категории В, так как занимают площади, примыкающие к запасам категории А, полученные способом ограниченной экстраполяции между рудными и безрудными скважинами при густоте сети 75×75 м. Поэтому не удивительно, что размах колебаний погрешностей при этой категории близок к размаху колебаний при категории А. Разница заключается лишь в том, что значения максимальных отрицательных и положительных отклонений меняются местами (-39,5+12,8%). Среднее отклонение по запасам металла составляет -15,0%.

4. Средние значения погрешностей по сумме трех категорий (А+В+С₁) для всех параметров невелики и вполне допустимы, поэтому запасы можно считать вполне надежными.

5. Оптимальной густотой разведочной сети, в основном удовлетворяющей требуемой точности учета запасов и обеспечивающей нормальное функционирование рудника, является ромбическая сеть 75×75 м. Дальнейшее сгущение сети не повышает степени точности учета запасов. Некоторое умеренное разрежение ее почти не ухудшает результатов количественной оценки запасов.

Сравнение данных по добыче, потерям и разубоживанию, вычисленных по результатам геолого-маркшейдерской документации, с данными официального статистического учета рудоуправления дало следующие результаты.

Потери. Проектные потери при существующей камерно-столбовой системе разработки приняты в размере 12—14%. Фактические потери руды и меди только в балансовых рудах, по данным рудоуправления, по состоянию на 1 января 1964 г. составляют: руды — 9699,5 тыс. т (10,42% от общих запасов), меди — 222 597 т (10,73%), свинца — 15 125 т (22,46%) при средних содержаниях меди 2,30% и свинца 2,09%.

Приведенные цифры фактически списанных потерь сильно занижены.

По материалам сравнительного анализа, потери в целиках и кровле очистных камер по 13-ти исследованным залежам по состоянию на 1 января 1962 г. отражены в таблице 29.

Таблица 29

Данные о потерях руд по материалам сравнительного анализа

Показатели	Балансовые запасы, тыс. т		Балансовые и забалансовые запасы, тыс. т	
	руды	меди	руды	меди
Всего погашено	31460,6	838,5	36743,7	865,7
Потери в целиках	3431,7	89,4	3759,5	91,1
Потери в кровле	2251,7	41,8	3592,0	49,0
Всего потерь	5683,4	131,2	7351,5	140,0
% потерь	18,1	15,6	20,0	16,1

Разубоживание. По проекту горных работ величина разубоживания принята равной 5% для подземных и 12% для открытых работ. Фактическое разубоживание за последние несколько лет, по официальным данным, приведено в таблице 30.

Таблица 30

Разубоживание по годам

Год	Разубоживание, %	
	при подземной добыче	при открытых работах
1957	4,4	—
1958	4,4	—
1959	5,2	7,8
1960	5,3	8,9
1961	4,9	7,8
1962	4,9	6,8
1963	5,0	8,8
1964	4,8	7,0
1965	5,4	8,0
1966	4,5	8,0

В разубоживаемую массу принято относить пустую породу или забалансовую руду, прихваченную в очистных камерах не только со стороны почвы или кровли залежи, но и породу, прихваченную в зоне выклинивания залежи на ходу продвижения забоя. Прослойки пустых пород и забалансовых руд внутри залежи к разубоживанию обычно не относятся.

Для проверки величины фактического разубоживания были детально исследованы две отработанные залежи: Покро-5 (шахта № 31) и Покро-4д. Первая из них эксплуатировалась до 1953 г. при принятом тогда бортовом содержании меди в руде 0,4%, а вторая — после 1953 г., когда бортовой минимум для балансовых руд был установлен в 0,7%. В разубоживаемую массу отнесены пустые породы почвы и кровли, прихваченные при отбойке руды.

Результаты исследования приведены в таблице 31.

Официальные данные о разубоживании за счет забалансовых руд почвы и кровли почти в два раза занижены.

Разубоживание по данным сравнительного анализа

Название залежи по старой номенклатуре	Добыто			Разубоживаемая масса			Разубоживание, %
	руды, тыс. т	содержание меди, %	меди, тыс. т	Руда, тыс. т	Содержание меди, %	Медь, тыс. т	
Покро-5	4481,4	2,25	100,73	389,1	0,47	1,84	8,68
Покро-4д	6162,4	2,66	163,83	539,0	0,52	2,79	8,75
Всего	10643,8	2,48	264,56	928,1	0,50	4,63	8,72

Долголетняя практика эксплуатации Джезказганского месторождения показала, что руда разубоживается не только в процессе непосредственной отбойки руды в камерах. Такое разубоживание за счет прихвата вмещающих пород кровли и почвы поддается документации и учету. Наряду с этим существует ряд причин, влияние которых на величину разубоживания практически не учитывается. Эти причины следующие:

1) принудительное отслаивание (снятие заколов) пустых пород или забалансовых руд из кровли камер в целях обеспечения безопасных условий работы в очистных камерах; эта операция производится после каждой отпалки;

2) подборка из почвы камер пустых пород в процессе скреперования руды;

3) подача пустой породы из горнопроходческих выработок в рудный подземный бункер вместо выдачи ее на-гора в породный отвал.

Влияние этих скрытых факторов разубоживания на качество добываемой руды весьма существенное, что дает расхождения между данными позабойного бороздового опробования, повагонного товарного опробования и опробования по сливам обогатительной фабрики.

Данные забойного и вагонного опробований в относительных процентах к результатам опробования сливов приведены в таблице 32.

Таблица 32

Сравнение результатов вагонного и забойного опробований и сливов

Год	Данные опробования сливов (принято за 100 %)	Данные вагонного опробования	Данные забойного опробования	Разница между вагонным и забойным опробованием
1954	100	102,9	105,0	2,10
1955	100	97,9	110,3	12,40
1956	100	100,5	109,0	8,50
1957	100	100,9	108,9	7,00
1958	100	101,0	108,9	7,80
1959	100	102,4	108,8	6,40
1960	100	101,0	106,8	5,80
1961	100	101,8	108,2	7,15
1962	100	103,7	107,4	3,70
1963	100	104,0	108,1	4,10

Среднее расхождение между данными вагонного и забойного опробований составляет 7,15%, а между вагонным опробованием и данными сливов обогатительной фабрики — 1,1%.

Добыча. Сравнение объема добычи, вычисленного по объективным данным геолого-маркшейдерской документации и опробования очистных камер, с официальными данными статистического учета рудоуправления выполнено по отработанным участкам восьми залежей в пределах семи шахтных полей (табл. 33).

Таблица 33

Сравнение объемов добычи руды по данным статистического учета и сравнительного анализа

Показатели	По данным статистического учета	По данным подсчета	Разница в абсолютных числах	Разница в относительных показателях
Добыча руды, тыс. т	26448,8	24291,0	+2157,8	+8,9
% меди	2,18	2,13	0,13	-5,6
Добыча меди в руде, тыс. т	576464	560552	15912	+2,83

Из таблицы 33 видно, что по исследованным залежам добыча руды по данным статистического учета на 8,9%, или на 2157,8 тыс. т, больше по сравнению с данными подсчета, выполненного с учетом выемочного пространства, тогда как количества металла в руде очень близки. Следовательно, эта «лишняя» горная масса действительно вовлекалась из других источников — вероятно, из горно-подготовительных выработок, что и явилось одной из главных причин расхождения между имеющимися данными забойного и товарного опробований.

Способ последовательного разрежения сети и сопоставления результатов с данными эксплуатации позволил в какой-то степени оценить принятую в Джезказгане более редкую разведочную сеть в 150×150 м для учета запасов по категории В и отчасти сеть 300×300 м по категории С₁.

В отличие от общепринятых способов подобного анализа разведочной сети, когда за эталон принимаются результаты подсчета при наиболее густой сети, в данном случае за основу приняты фактические данные эксплуатации. Это значит, что при различной степени разрежения запасы подсчитывались на одной и той же площади, ограниченной контурами очистных, отчасти горноподготовительных работ.

В таблице 34 приведены результаты сопоставления запасов, подсчитанных при различной степени разрежения сети. Из данных этой таблицы видно, что разрежение разведочной сети до размеров 150×150 м во всех случаях дает более высокую погрешность по запасам металла, чем сеть 75×75 м. Предельные значения отклонений составляют — 50,0 и +22,8%. Наблюдается резкое расхождение в результатах подсчета двух вариантов (смещения) сети, что свидетельствует о высокой изменчивости основных параметров рудных залежей.

Разрежение сети до размеров 300×300 м дает также более высокие отклонения от истины (—41,0; +26,3%), чем сеть 75×75 м. В одном случае (I вариант залежи Кресто-5) погрешность по запасам металла, учтенным по данным восьми подсечений (категория С₁), оказалась меньше (—11,0%), чем при 41 подсечении (+15,3%).

По залежи Покро-7 запасы, учтенные по четырем подсечениям (категория С₁), имеют значительно меньшую погрешность, чем при сети 150×150 м.

Отклонения запасов и других параметров от данных эксплуатации,

Название залежи по старой номенклатуре	Вариант разрезания	Данные эксплуатации	Сеть 75×75 м (категория А)					
			Кол-во подсечений	Площадь на одно подсечение	Отклонение от данных эксплуатации, %			
					мощность	запасы руды	содержание меди	запасы меди
Кресто-5	I	100	41	3496	+10,2	+10,6	+5,0	+15,3
	II	100	—	—	—	—	—	—
Покро-7	I	100	17	2838	-3,0	-3,1	-4,0	-7,1
	II	100	—	—	—	—	—	—
Покро-1а		100	56	3875	+12,7	+12,4	-7,0	+3,7
Покро-5 (31-32)		100	85	2609	+3,5	+3,5	+10,0	+14,7
Покро-4д		100	97	4600	+10,8	+19,1	-10,1	-1,0

Эти факты, если не определяют минимального количества выработок, необходимого для надежного учета запасов металлов вообще, то, пожалуй, делают обоснованной принятую давно в Джезказгане «опору минимум на три подсечения» для отнесения запасов внутри контура этих подсечений к соответствующей категории в зависимости от расстояния между подсечениями (75×75 м — А; 150×150 м — В; 300×300 м — С₁).

Аналитический способ заключался в следующем.

а) Составление графиков изменчивости внешних (морфологических) и внутренних (содержание меди) свойств двух типовых рудных тел вдоль и вкрест их простираия. Одно из этих рудных тел является представителем пластообразных (Покро-4д), другое — лентообразно-вытянутых (Покро-5) залежей.

Установлено, что мощность рудных тел характеризуется наличием раздувов и пережимов. Изменчивость содержания металла по мощности рудных тел скачкообразная и прерывистая, а в плане — чаще непрерывистая, но скачкообразная (по Д. А. Зенкову).

б) Вычисление коэффициентов вариации мощности и содержания по девяти рудным залежам, что необходимо для определения количественного выражения изменчивости этих свойств.

Кроме того, вычислены также общие, относящиеся к линейным запасам, коэффициенты вариации. Их значения по залежам приведены в таблице 35.

Данные по залежи Златоуст-1 и 2 характеризуют степень изменчивости незначительной части этих залежей и не могут быть распространены на все рудное тело.

Из таблицы 35 видно, что коэффициенты вариации для отдельных залежей колеблются по мощности от 38,7 для плащеобразных залежей до 91,2 для лентообразных, по содержанию — от 53,9 до 96,2 и общий коэффициент — от 71,8 до 122,4.

Эти данные позволяют отнести часть залежей Джезказганского месторождения ко второй группе (по В. М. Крейтеру) с неравномерным распределением компонентов.

Л. В. Копяткевич [103] вычислила ошибки определения среднего значения мощности и содержания для тех залежей, по которым выявлены значения фактической погрешности определения этих параметров, причем число измерений принято равным фактическому

Сеть 150×150 м (категория В)						Сеть 300×300 м (категория С ₁)					
Кол-во подсечений	Площадь на одно подсечение	Отклонение от данных эксплуатации, %				Кол-во подсечений	Площадь на одно подсечение	Отклонение от данных эксплуатации, %			
		мощность	запасы руды	содержание меди	запасы меди			мощность	запасы руды	содержание меди	запасы меди
18	7963	+17,2	+7,6	+14,0	+22,8	8	17918	-23,5	-17,4	+43,2	+11,0
18	8432	+24,5	+24,2	-32,1	-15,6	8	17918	-2,0	-1,4	-38,7	-41,0
8	5588	-8,5	-8,6	-28,7	-36,6	4	11177	-24,4	-24,2	-6,6	-29,3
7	6387	-22,5	-22,1	-35,4	-50,0	4	11177	-24,9	-24,0	-6,0	-29,8
34	6382	+13,2	+13,2	-21,5	-11,8	23	9435	+12,2	+12,2	-27,7	-18,9
41	5409	+0,5	+0,5	+15,8	+16,2	18	12320	-11,2	-11,2	-15,2	-25,1
47	9548	+16,5	+16,5	-8,0	+8,0	19	23618	+16,8	+11,8	+8,0	+26,3

Таблица 35

Коэффициенты вариации мощности рудных тел и содержания металла по типовым залежам Джезказгана

Название залежей по старой номенклатуре	Залежь	Количество подсечений	Мощность	Содержание металла	Общий коэффициент вариации
Покро-4д	Плащеобразная изометричная	90	38,7	96,2	103,7
Покро-5 (шахта 31)	Узкая лентообразная	81	60,7	69,9	92,3
Златоуст-1	Пластообразная	54	44,2	56,6	71,8
Златоуст-2	»	58	62,8	53,9	82,7
Покро-1	Лентообразная	35	64,6	78,6	101,7
Петро-2	»	33	91,2	81,8	122,4
	Сумма	351	362,2	437,0	574,6
	Среднее		60,3	72,8	95,8

Таблица 36

Значения фактической и вычисленной погрешности в определении мощности рудных тел и содержания металла, %

Название залежи по старой номен- клатуре	Погрешности, %				Количество подсечений
	по мощности		по содержанию		
	фактиче- ские	вычислен- ные	фактиче- ские	вычислен- ные	
Покро-4д	— 9,0	4,0	+ 9,8	10,1	90
Покро-1	—11,5	10,7	—11,8	13,1	35
Петро-2	— 9,6	15,7	+ 7,6	14,1	33
Покро-5 (шахта 31-32	— 3,4	6,7	— 9,2	7,7	81
Среднее	8,4	9,3	9,6	11,2	60

количеству подсечений (скважин), участвующих в сравнительном анализе по каждой залежи или части ее. В таблице 36 приводятся результаты этих исследований.

Из данных этой таблицы видно, что средние фактические погрешности, выявленные в результате сравнительного анализа, несколько ниже вычисленных по формуле.

Некоторые данные сравнительного анализа по комплексным рудам

Отработка комплексных руд (с участием свинца) производится в Джезказгане в небольших масштабах, что видно из общего объема добычи и потерь свинца. По состоянию на 1 января 1967 г. в Джезказгане всего добыто 65,8 тыс. т свинца и потеряно в недрах 15,1 тыс. т. Чаще отрабатывались небольшие изолированные участки комплексных руд, установленных внутри контура медных руд одной-двух скважинами, запасы которых учитывались способом многоугольников. Известно, что запасы отдельно взятого многоугольника имеют большие погрешности даже по такому более выдержанному компоненту, каким является медь. Поэтому сравнительный анализ запасов и других параметров отработанных комплексных руд в единичных многоугольниках не имел бы никакого смысла.

Для анализа был выбран участок залежи Покро-5-I, частично отработанный, частично детализированный скважинами эксплуатационного бурения, площадью около 59 тыс. м². Этот участок разведан по 50-метровой сети 15-ю разведочными скважинами. Позже он был опробован бороздовым способом или детализирован подземными скважинами эксплуатационной разведки.

Общее количество измерений всех параметров по равномерной сети доведено до 69.

В таблице 37 приводятся сравнительные результаты подсчетов по нормальной и густой сети.

При сравнительном анализе результаты подсчета по наиболее густой сети принимаются за 100%, как и результаты эксплуатации и эксплуатационной разведки.

Как видно из таблицы 37, в данном случае погрешность нормальной 75-метровой сети в участках комплексных руд в определении мощности достигает 17%, а по содержанию меди почти равна нулю. Но зато погрешность в определении процентного содержания свинца почти в два раза больше (33,3%). Это значение, складываясь с погрешностью в определении значения мощности рудного тела, дает отклонение от истинного по запасам свинца на 44,5%, что совершенно недопустимо.

Следовательно, на участках комплексных руд изменчивость медной минерализации остается почти такой же, как и на площадях чисто медных руд, поэтому запасы меди в комплексных рудах могут быть оставлены в градациях, принятых для медных руд. Свинец в комплексных рудах требует (для отнесения запасов к одной и той же категории) по сравнению с медью более густой разведочной сети. Необходимо было выяснить нужную и достаточную плотность разведочной сети для отнесения запасов свинца к категории А. Для этого наиболее густая разведочная сеть выбранного опытного участка комплексных руд была разрежена вдвое только в направлении длинной оси этого участка. В результате вместо 69 осталось 48 подсечений. Данные подсчета приведены в таблице 36. Они оказались очень близ-

Результаты подсчетов по нормальной и густой сети

Число изме- рений	Общая пло- щадь, м ²	Средняя пло- щадь на одно измерение	Средняя мощ- ность рудных тел, м	Запасы руды, т	Запасы, т			Содержание, %		
					меди	свинца	цинка	меди	свинца	цинка
15	58720	3915	12,52	1911452	79516	17585	765	4,16	0,92	0,04
69	58720	851	15,02	2297714	96274	31708	2298	4,19	1,38	0,10
Разность в абс. ед.			-2,53	-386262	-16758	-14123	-1533	-0,03	-0,46	-0,06
в %			-16,80	-16,80	-17,40	-44,50	-66,70	-0,70	-33,30	-60,0
69	58720	851	15,05	2297714	96274	31708	2298	4,19	1,38	0,10
48	58720	1223	14,66	2238172	92213	29544	2014	4,13	1,32	0,09
Разность в абс. ед.			-0,39	-59542	-4061	-2164	-283	-0,017	-0,06	-0,01
в %			-2,60	-2,60	-4,20	-6,80	-2,30	-1,70	-2,90	-10,0

кими с результатами подсчета по наиболее густой сети (69 подсечений). Еще большее разрежение (до 27 скважин) дали результаты, очень близкие с данными 75-метровой разведочной сети (15 скважин).

Таким образом, из приведенных данных следует, что комплексные руды для отнесения запасов их к категории А нуждаются в более плотной, чем медные руды, разведочной сети. Для этого достаточно примерно двукратное уплотнение сети.

ГЛАВА VII

КАЧЕСТВЕННАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУД

Химический состав и физические свойства руд

Средний химический состав руд по отдельным шахтам и типам руд, по данным опробования вагонных проб за несколько лет, представлен в таблице 38.

Таблица 38
Средний химический состав руд Джезказгана

Шахта	№ рудоносно-го горизонта	Cu	Pb	Zn	SiO ₂	S	FeO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Re	Руда
Покро	3—4	4,10	0,08	Сл.	63,38	1,22	3,03	4,32	14,33	5,00	1,53	2,80	Сульфидная медная
№ 51	5—6	1,60	0,08	0,10	65,66	0,97	2,85	4,07	14,45	5,55	1,60	1,85	»
№ 44	5	3,08	0,08	Сл.	64,09	1,29	3,14	4,48	15,04	5,04	1,50	3,80	»
№ 45	5	1,62	0,08	»	67,23	0,56	2,97	4,25	14,70	4,24	1,97	1,85	»
№ 15	3—4	2,65	1,73	0,70	64,01	1,64	2,97	4,25	14,10	4,36	2,00	4,55	Сульфидная комплексная
№ 32	4	1,95	0,08	Сл.	67,50	0,62	2,80	4,00	14,34	5,21	1,63	Нет	Сульфидная медная
№ 3	7	1,08	0,08	Нет	66,58	0,42	3,22	4,60	14,34	7,33	1,65	0,6	»
№ 42	5—6	1,87	0,08	»	66,20	0,69	3,08	4,39	13,83	5,96	1,50	1,1	»
Петро	5	1,40	0,24	0,17	66,35	0,85	2,99	4,28	13,64	5,52	1,65	1,1	»
Златоуст	2	Нет данных			70,95	0,50	1,76	3,98	14,78	1,28	1,10	Нет данных	Окисленная медная

Из таблицы 38 видно, что содержания отдельных элементов и окислов меняются в пределах: Cu — от 1,08 до 4,10%, Pb — от 0,08 до 1,73%, Zn — от следов до 0,70%, SiO₂ — от 63,38 до 70,95%, S — от 0,42 до 1,64%, FeO — от 1,76 до 3,32%, Fe₂O₃ — от 3,98 до 4,60%, Al₂O₃ — от 13,64 до 15,04%, CaO — от 1,28 до 5,96%, MgO — от 1,10 до 2,00%, Re — до 3,80 г/т (верхний предел может быть больше). Однако эти данные не отражают действительных пределов концентрации основных металлов.

Состав джезказганских руд, с точки зрения комплексности и наличия редких и рассеянных элементов систематически изучался ранее с применением различных методов. С 1953 по 1967 г. исследования были продолжены еще в более широких масштабах и увенча-

лись открытием в рудах Джекказгана промышленных концентраций рения. Характеристика установленных в джекказганских рудах попутных компонентов была дана выше, в соответствующем разделе книги.

В таблице 39 в сводном виде приводятся результаты полуколичественных спектральных анализов групповых проб, выполненных с 1953 по 1967 г. и характеризующих все рудоносные горизонты и рудные участки Джекказганского месторождения.

Таблица 39

Результаты полуколичественных спектральных анализов руд Джекказгана на редкие и рассеянные элементы

Элемент	Общее коли- чество проб	Количество проб, в кото- рых не обна- ружен компо- нент	Количество проб, в которых обнаружен элемент								Всего проб, в которых об- наружен ком- понент
			следы	до 0,00001 %	до 0,0001 %	до 0,001 %	до 0,01 %	до 0,1 %	до 1,0 %	более 1,0 %	
Кобальт	8431	7	3	—	2285	6038	98	—	—	—	8424
Никель	467	—	—	—	—	467	—	—	—	—	467
Германий	8431	6936	1388	—	107	—	—	—	—	—	1495
Мышьяк	467	463	4	—	—	—	—	—	—	—	4
Стронций	8431	8423	—	—	—	—	—	8	—	—	8
Иттрий	8431	4869	—	—	—	—	3562	—	—	—	3562
Молибден	8431	97	405	—	6662	1210	53	4	—	—	8334
Серебро	8431	48	200	2335	3993	1432	417	5	1	—	8383
Кадмий	8431	5140	1297	—	895	444	23	2	—	—	3291
Олово	7946	180	374	—	6908	454	22	7	1	—	7766
Сурьма	8431	6162	1318	—	1320	932	14	2	1	—	2269
Индий	8431	8428	3	—	—	—	—	—	—	—	3
Барий	15	—	—	—	—	—	—	13	—	—	15
Рений	8431	5340	547	—	2070	462	12	—	—	—	3091
Висмут	8431	6268	1261	—	881	16	5	—	—	—	2163
Марганец	22	—	—	—	—	—	—	13	9	—	22
Цирконий											
Ванадий											

Во всех пробах—тысячные доли процента
0.003—0.01 % во всех пробах

Во всех пробах—тысячные доли процента
0,003—0,01 % во всех пробах

Крепость окисленных руд по шкале Протодяконова 6—10, смешанных — 8—10, сульфидных — 10—16. Объемный вес сульфидных руд в массиве 2,6 т/м³, коэффициент разрыхления 1,6. Кусковатость руд значительная. Выход кусков диаметром 0,5 м и более составляет около 25—40%. Влажность руд невысокая и колеблется в пределах 0,5—2,0%. Как видно из данных анализа, кремнистый состав руд (кремнезема — 63—70%) и малосернистость (серы — менее 2%) совершенно исключают возможность возникновения подземных пожаров.

Типы и сорта руд

Выделяются следующие основные типы (сорта) руд:

- 1) медные сульфидные, содержащие не более 10% окисленной меди;
- 2) медные смешанные, содержащие медь в окисленной форме от 10 до 20%;
- 3) медные окисленные, содержащие более 20% окисленной меди;
- 4) комплексные, в которые входят медно-свинцовые, медно-свинцово-цинковые и медно-цинковые;

5) свинцовые, куда относятся свинцовые, цинковые и свинцово-цинковые.

Сульфидные медные руды образуют основные запасы Джезказганского месторождения (97% всех запасов руд) и локализуются в зонах первичных руд и вторичного сульфидного обогащения всех рудных залежей, начиная с глубины 20—40 м и ниже.

Удельный вес смешанных и окисленных руд незначителен (соответственно — около 1 и 2% от всех запасов). Окисленные руды приурочены к выходам отдельных рудных залежей и прослеживаются до глубины 4—15 м.

Смешанные руды образуют подзону на границе зоны окисления с нижележащей зоной вторичного сульфидного обогащения. Возникновение этой подзоны обусловлено периодической сменой характера среды в связи с колебанием уровня грунтовых вод.

Комплексные и свинцовые руды приурочены преимущественно к нижней половине рудоносной толщи (к таскудукской свите и низам джезказганской свиты). Так, например, в рудоносном горизонте № 2 комплексные руды занимают всю восточную часть залежи Златоуст-2 в виде обширного поля, представляющего восточное продолжение крупной пластообразной залежи.

В рудоносных горизонтах № 3, 4 и 5 комплексные руды представлены в виде менее крупных обособленных тел среди меднорудной залежи. Эти линзы и пятна комплексных руд чаще бывают приурочены к северной периферийной части залежи, обычно по ее восстанью. Удельный вес запасов комплексных и свинцовых руд от общих запасов месторождения составляет 16,2%.

Данные о методах обогащения

В настоящее время Джезказганский комбинат перерабатывает следующие типы и сорта руд: медные (сульфидные и окисленные) и комплексные (медно-свинцовые, сульфидные).

В ближайшем будущем обогатительные фабрики будут перерабатывать медные смешанные руды, комплексные медно-свинцово-цинковые, медно-свинцовые, а также свинцовые, к которым относятся чисто свинцовые руды, содержащие незначительные количества медных и цинковых минералов.

По всем типам руд институтом «Механобр» проведены исследования на обогатимость и рекомендована следующая технология обогащения.

Медные сульфидные руды Джезказганского месторождения перерабатываются на обогатительной фабрике с 1953 г. по схеме, предусматривающей трехстадийное дробление руды, двухстадийное измельчение и флотацию медных минералов с получением медного концентрата и отвальных хвостов.

Руда поступает с подземного рудника (крупностью 600—900 мм) и карьера (крупностью 1000—1300 мм), дробится в дробилках УЗТМ 900 и 1500 мм до крупности 140—300 мм. Дробленая руда через систему транспортеров поступает на склад, а затем проходит стадии среднего и мелкого дробления в дробилках УЗТМ 2200 мм. Готовый продукт дробления крупностью 20 и 30 мм идет в главные корпуса № 1 и 2 на измельчение руды в мельницах 3200×3100 и 3600×4000 мм. Измельчение руды проходит в две стадии с классификацией как в классификаторах, так и в гидроциклонах.

Слив гидроциклонов, содержащий 65—70 % продукта крупностью класса 0,074 мм, поступает на основную и контрольную флотацию с получением черного медного концентрата и отвальных хвостов. Черновой концентрат подвергается трем перечисткам, в результате чего получается 35 %-ный медный концентрат.

Концентраты первой перечистки и промпродукт контрольной флотации доизмельчаются до получения 90—95 %-ного продукта крупностью класса 0,074 мм.

Доизмельченный промпродукт направляется в основную флотацию, а концентрат идет на вторую и третью перечистки концентрата.

Технологические показатели обогащения медной сульфидной руды такие:

1) извлечение меди из медной руды подземной добычи 92,5—93 %;

2) содержание меди в концентрате 35 %;

3) извлечение меди из медной сульфидной руды открытой добычи 90—91 %.

Медные окисленные и смешанные руды. Дробление и измельчение медных окисленных и смешанных руд происходят аналогично бедным сульфидным рудам.

Для обогащения окисленных и смешанных руд Джезказганского месторождения разработана новая комбинированная технология переработки.

Окисленная руда, содержащая в основном медные окисленные минералы без хризоколлы, может перерабатываться по двум схемам.

Первая схема, когда после измельчения производится прямая флотация медных сульфидизированных сернистым натрием минералов, и вторая — комбинированная, с растворением медных минералов серной кислотой, восстановлением растворенной меди с помощью железа и флотацией меди обычным методом в кислой среде.

Окисленная медная руда, содержащая хризоколлу, обогащается только по комбинированному методу.

Смешанные медные руды Джезказганского месторождения, содержащие сульфидные и окисленные медные минералы, будут перерабатываться комбинированным методом с предварительной флотацией сульфидов и легкофлотируемых минералов с последующей обработкой хвостов серной кислотой, восстановлением меди и флотацией восстановленной меди.

Технологические показатели обогащения медных окисленных и смешанных руд: 1) извлечение меди в медный концентрат 70—82 %; 2) содержание меди в медном концентрате 28—33 %.

Комплексные руды. Схема дробления комплексных руд аналогична схемам, описанным выше для медных руд Джезказганского месторождения.

Технологические схемы для этих руд принципиально отличаются от схем для медных окисленных и сульфидных руд.

Технологическая схема измельчения медно-свинцовых руд состоит из операции двухстадийного измельчения с межцикловой флотацией. Измельчение руды в первой стадии должно достигать 32—35 % по классу 0,074 мм, хвосты первой стадии флотации измельчаются до крупности 75—65 % класса 0,074 мм.

Такая схема дает возможность максимально раскрыть тонковкрапленный свинец и одновременно избежать переизмельчения крупных включений этого минерала путем их флотации во второй стадии.

Флотационный процесс состоит из коллективной медно-свинцовой флотации с целью получения коллективного медно-свинцового концентрата и из разделения коллективного медно-свинцового концентрата на медный и свинцовый концентраты.

Коллективная флотация включает в себя первую стадию — получение грубого медно-свинцового концентрата, вторую — получение коллективного медно-свинцового концентрата после второй стадии измельчения, контрольную медно-свинцовую флотацию и две перечистки грубого коллективного концентрата, полученного после двух стадий флотации.

Разделение медно-свинцового концентрата включает основную и две контрольные свинцовые флотации также при перечистке грубого свинцового концентрата.

Селекция коллективного концентрата из-за своеобразного минералогического состава медно-свинцовых руд резко отличается от селекции обычных полиметаллических руд, содержащих свинец. Это своеобразие обусловлено ассоциацией галенита с борнитом.

По этой причине методы разделения, применяемые для других руд, оказались неприемлемыми для руд Джекказганского месторождения.

Технологические показатели: извлечение свинца в свинцовый концентрат — 60—61 %; содержание свинца в свинцовом концентрате — 50—55 %; извлечение меди в медный концентрат — 90—92 %; содержание меди в медном концентрате — 25—30 %.

Для обогащения медно-свинцово-цинковых руд принята схема коллективной флотации сульфидов с последующей селекцией коллективного концентрата.

Цикл разделения предусматривает получение трех концентратов: свинцового, медного и цинкового.

Схема разделения коллективного концентрата осуществляется в две стадии. Вначале получается свинцовый концентрат и медно-цинковый продукт. Последний в дальнейшем подвергается разделению на медный и цинковый концентраты.

Технологические показатели: извлечение меди в концентрат — 91,5 %; содержание меди в концентрате — 33 %; извлечение свинца в свинцовый концентрат — 78,0 %; содержание свинца в свинцовом концентрате — 54,0 %; извлечение цинка в цинковый концентрат — 48,6 %; содержание цинка в цинковом концентрате — 42,4 %.

Медно-цинковые и свинцово-цинковые руды. Специальных исследований по обогащению этих типов руд не проводилось.

Однако по известным методам обогащения комплексных руд Джекказганского месторождения данные руды будут перерабатываться по схемам, принятым для комплексных руд, с получением комплексного медно-цинкового или свинцово-цинкового концентратов и последующим разделением этих концентратов на медный, цинковый и свинцовый.

Свинцовые руды Джекказгана, по данным анализов, содержат в себе незначительные количества меди — 0,2—0,3 % и редко выше.

Для обогащения руд с малым содержанием меди разработана технологическая схема, предусматривающая получение свинцово-медного концентрата, содержащего до 50 % свинца и 8 % меди, и последующего разделения этого концентрата на свинцовый и медный концентраты.

Технологические показатели: извлечение в свинцовый концентрат — 90,0 %; содержание свинца в свинцовом концентрате — 66,8 %;

извлечение меди в медный концентрат — 71%; содержание меди в медном концентрате — 20—22%.

Чисто свинцовые руды обогащаются по схеме двухстадийного измельчения с межцикловой флотацией свинца и тремя перераспределениями свинцового концентрата.

Технологические показатели: извлечение свинца в свинцовый концентрат — до 86%; содержание свинца в свинцовом концентрате — до 55,6%.

Цинковые руды. По цинковым рудам Джекказганского месторождения на обогащение не проводилось.

Для чисто цинковых руд существуют различные технологические схемы обогащения, которые и могут быть применены в производстве.

Для определения технологических данных обогащения чисто цинковых руд или содержащих небольшие количества других минералов требуются специальные исследования.

Возможность извлечения попутных компонентов

Из попутных компонентов в рудах Джекказганского месторождения большое практическое значение, как известно, имеют серебро и рений.

Серебро из джекказганских руд извлекается давно. Извлечение его в концентраты высокое, составляет так же, как и меди, 91—93%. Извлечение серебра в черновую медь при металлургическом переделе также очень высокое и достигает 98—99%.

До настоящего времени недостаточно изучены пути извлечения рения из джекказганских руд.

Постановление Совета Министров СССР № 444—200 от 23 апреля 1954 г., предусматривающее организацию производства рения на Балхашском и Джекказганском комбинатах, выполняется очень медленно. В настоящее время исследованиями по технологии извлечения этого элемента из джекказганских руд занимается ряд научно-исследовательских институтов Алма-Аты, Москвы и Ленинграда.

Что касается данных о распределении рения по продуктам обогащения джекказганских медных руд, то они исследованы начальником спектральной лаборатории Джекказганского комбината им. К. И. Сатпаева Э. В. Каллиомой и представлены в таблице 40.

Таблица 40

Распределение рения по продуктам флотации, г/т

Год	Руда		Концентрат		Хвосты	
	В среднем за год	Колебания по месяцам	В среднем за год	Колебания по месяцам	В среднем за год	Колебания по месяцам
1958	4,0	3,0—5,9	38,0	31,8—46,7	1,6	0,8—3,6
1959	4,3	3,5—4,3	40,8	36,1—50,0	1,2	0,7—0,6
1960	3,9	1,6—5,0	33,0	25,1—40,0	1,6	0,3—2,5
1961	3,8	2,4—4,9	29,5	24,0—38,6	2,7	2,4—3,5
1962	3,2	2,8—3,7	30,0	28,0—33,0	1,5	1,3—1,6
1963	3,4	2,7—4,2	30,9	27,8—32,9	1,8	1,7—2,2
1964	2,6	2,0—3,5	25,5	23,0—28,5	1,1	0,8—1,5
1965	1,1	1,9—2,7	22,6	18,3—25,0	1,05	0,7—1,4
1966	1,6	1,0—2,3	23,5	17,0—28,0	1,0	1,0—1,5
1967	1,1	1,8—2,7	26,5	21,0—32,0	1,0	1,0—1,8

Для сравнения заметим, что в коунрадской окисленной и смешанной руде среднее содержание рения составляет 0,25 г/т, а содержание рения в балхашском медном концентрате, полученном из коунрадской руды, стабильно и равно 2 г/т, а в концентратах джезказганской руды составляет около 30 г/т.

В металлургическом переделе при отражательной плавке извлечение рения крайне низкое. Основное количество рения, извлекаемого в медные концентраты из джезказганской руды, почти целиком теряется.

При запланированной для Джезказганского медеплавильного завода электроплавки с пылеулавливанием и очисткой всех газов можно ожидать значительного повышения улавливания и извлечения рения.

В настоящее время Джезказганский медеплавильный завод только строится и там нет опытно-промышленной установки, на которой можно было бы воспроизвести весь технологический цикл будущего Джезказганского завода и изучить технологию получения рения и ее результаты.

В большей степени исследована технология получения рения выщелачиванием из концентратов. Главным недостатком всех вариантов этой схемы являются невысокая степень извлечения рения (порядка 50—60%) и необходимость значительных капитальных вложений и эксплуатационных затрат на переработку большого количества концентратов.

По расчетам института «Гипроцветмет», для Джезказгана речь идет о переработке 675 тыс. т концентрата в год и о капиталовложениях порядка 10—12 млн. руб. При получении же рения из пылей и промывкой кислоты медеплавильного и сернокислотного производства количество перерабатываемых для этого продуктов, объем капиталовложений и другие затраты будут во много раз меньше.

Наряду с исследованиями ряда специализированных институтов для отработки технологии извлечения рения из джезказганских концентратов по методу выщелачивания горячей водой в автоклавах (схема Гиредмета) решено по совместному проектному заданию Гипроцветмета и Гиредмета построить на опытном заводе комбината опытно-промышленную установку производительностью 10,5 тыс. т в год исходных медных концентратов, которая должна дать 268,2 кг рения в перренате калия.

Для проведения полного цикла металлургической переработки джезказганских концентратов по схеме электроплавки, принятой для будущего Джезказганского медеплавильного завода, в составе опытного завода комбината запроектирован пирометаллургический корпус с установкой пылеулавливания.

Несмотря на имеющиеся неясности, достигнуть прогресса в этом вопросе можно только путем намеченных экспериментальных работ в достаточно крупных масштабах.

ГЛАВА VIII

ЗАПАСЫ РУДНОГО ПОЛЯ

Кондиции, положенные в основу учета запасов

Проект кондиций для очередного подсчета запасов был разработан в 1961 г. институтом «Гипроцветмет» и утвержден комиссией по рудоминеральному сырью Госплана СССР 19 января 1963 г.

Проект кондиций разрабатывался исходя из следующих положений:

1. Месторождение Джекказган по своим масштабам является уникальным объектом, на базе которого построено крупное горно-обогательное предприятие, мощность которого в дальнейшем должна быть резко увеличена.

2. Экономическая оценка месторождения произведена на основании учета всех запасов, включая и прогнозные, отраженные геологами Джекказгана в отчете за 1953 г.

3. Переработка руд предусматривалась на действующих обогачительных фабриках № 1 и 2 Джекказганского горно-металлургического комбината.

4. Metallургический передел медных концентратов предусматривалось осуществить на проектируемом Джекказганском медном заводе.

5. Бортовое содержание определялось на основании проработки технико-экономических показателей эксплуатации месторождения при различных вариантах бортового содержания и нахождения оптимального уровня последнего.

6. Расчет минимального промышленного содержания выполнен в условиях безубыточности с учетом затрат на metallургический передел.

7. Себестоимость продукции определялась на основании проектов (при их наличии) и укрупненных расчетов.

Кондиции разрабатывались для руд Центрального Джекказгана отдельно для подземных и открытых работ, а также месторождения Сарыоба, входящего в Джекказганское рудное поле.

Основные технико-экономические показатели, принятые при расчете кондиций для Центрального Джекказгана (для подземной добычи), приведены в таблице 41.

До разработки этих новых кондиций в Джекказгане был принят первый вариант кондиций с бортовым содержанием меди 0,7%.

Из двух новых вариантов экономически наиболее выгодный вариант с бортовым содержанием меди 0,5%. При этом варианте за весь срок эксплуатации будет получено прибыли больше, чем при

Основные технико-экономические показатели

Статья учета	Единица измерений	Бортовое содержание меди, %			Фактически за 1963 г.	По проекту расширения комбината
		0,7	0,4	0,5		
Геологические запасы руды	млн. т	334,6	525,7	391,2	—	644,5
Среднее содержание меди	%	2,43	1,72	2,16	—	1,70
Запасы меди	тыс. т	8119,9	9056,0	8443	—	10944
Разубоживание	%	7	7	7	5,0—8,8	—
Потери	%	17	17	17	14	—
Извлекаемые запасы руды	млн. т	298,8	469,5	349,3	—	462,3
Содержание меди в извлекаемых запасах	%	2,28	1,62	2,02	—	1,67
Извлекаемые запасы меди	тыс. т	6796	7581	7064	—	7742
Годовой масштаб добычи руды	тыс. т	9000	12700	10400	9263,1	18800
Срок эксплуатации	лет	33	37	34	—	33
Извлечение меди:						
а) при обогащении	%	94,5	93,3	94,0	92,37	94,0
б) металлургическое сквозное	%	98,0	98,0	98,0	95,99	97,7
	%	92,6	91,4	92,1		
Количество извлекаемой меди	млн. руб.	4311	4746	4456	—	—
То же с учетом попутной продукции	»	4625	5093	4782	—	—
Отпускная цена меди с учетом попутной продукции	руб.	735	735	735	—	—
Эксплуатационные расходы						
Добыча 1 т руды	руб.	1—98	1—77	1—88	3—44,3	1—96
Транспортировка на фабрику	»	0—19	0—19	0—19	—	0—10,5
Обогащение на 1 т руды	»	1—10	1—10	1—10	1—40	1—42
Итого на 1 т руды	руб.	3—27	3—06	3—17		
Стоимость металлургического передела на 1 т меди	»	70—00	70—00	70—00	122—97	43—85
Суммарные эксплуатационные расходы	млн. руб.	1417,5	1921,7	1562,7	—	—
Прибыль	»	3208	3171	3219	—	—
Себестоимость 1 т дополнительной меди	руб.	—	794	681	—	—
Себестоимость 1 т меди	»	225	277	240	—	—

остальных вариантах, а дополнительно полученная медь будет стоить на 7% ниже отпускной цены, принятой с учетом стоимости попутной продукции.

Вариант запасов с бортовым содержанием меди 0,4% дает максимальный прирост извлекаемых запасов, а именно: 636 тыс. т выплавляемой меди по сравнению с бортовым содержанием 0,7%. Учитывая большие потребности народного хозяйства СССР в меди, а также относительно небольшое удорожание дополнительно получае-

мой меди (на 8%) и низкую среднюю ее себестоимость (277 руб. за 1 т) при добыче из руды, включающей блоки с содержанием 0,4% меди, для генерального подсчета запасов медных сульфидных руд Джекказганского месторождения, подлежащих добыче подземным и открытым способами, было утверждено бортовое содержание меди 0,4% при минимальном промышленном содержании ее в подсчетном блоке 0,55%.

Этот вариант кондиции с некоторыми изменениями принят за основу учета запасов Джекказганского месторождения. Изменение состоит в том, что бортовое содержание меди в руде, равное 0,4%, применялось только для оконтуривания рудных тел по мощности.

Оконтуривание же рудных тел в плане производилось не по бортовому, а по минимальному промышленному содержанию меди, принятому равным 0,55%.

Для месторождений Джиландинской группы (Сарыоба, Итауз, Карашошак, Кипшакпай, Джартас и др.) бортовое содержание меди принято 0,5% при минимальном промышленном содержании меди в подсчетном блоке 0,7%.

О принятых границах подсчета и новой номенклатуре залежей

Запасы рудного поля учтены в границах всего Джекказганского рудного поля, включая все разведанные площади Центрального Джекказгана и Джиландинской группы месторождений (Карашошак, Кипшакпай, Сарыоба, Джартас, Итауз и др.), с целью наиболее полного учета всех разведанных участков рудного поля и прогнозной оценки всех его ресурсов. Границы эти полностью отвечают задачам обеспечения рудной базой дальнейшего развития Джекказганского горно-металлургического комбината и согласованы как с проектными (Гипроцветмет), так и эксплуатирующими (Джекказганский комбинат) организациями.

Таблица 42

Номенклатура рудных участков Центрального Джекказгана

№ п/п	Принятые названия укрупненных рудных участков	№ п/п	Старые названия рудных участков	Структурные районы
1	Акчий- Спасский	1	Акчий	Спасская зона разлома
		2	Спасский	
		3	Северо-Спасский	
		4	Спасский грабен	
		5	Таскудук	
2	Златоуст	6	Златоуст	Спасский грабен
		7	Раймунд	
3	Покро-Север	8	Петро	
		9	Петро	
4	Покро-Юго-Запад	10	Покро-Юго-Запад	
5	Кресто	11	Кресто-Запад	Покровский купол
		12	Кресто-Центр	
		13	Кресто-Восток	
		14	Покро-Восток	
		15	Ерпиенский	
6	Анненский	16	Никольский	Кресто-купол
		17	Анненский	
		18	Дальний	
				Анненский купол (юго-восточное крыло Кенгирской антиклинали)

№ рудонос- ного горн- зона	Покро-Север		Покро-Юго-Восток		Кресто	
	Приня- тое на- звание за- лежи	Старое на- звание зале- жи	Принятое название залежи	Старое на- звание залежи	Принятое название залежи	Старое на- звание залежи
9	Покро-9	Покро-1 Петро-1 Петро-3 Петро-2, 4 Покро-2, 3, 4	Покро-ЮЗ-9	Покро-1а Кресто-1 Кресто-2, 3 Кресто-4 Кресто-5	Кресто-9	Кресто-1 Карпиенский- -1, 2 Кресто-6, 7, 10 Карпиенский й- -3, 4
8	Покро-8	Покро-5	Покро-ЮЗ-8	Покро-4д Кресто-8 Покро-5-5а	Кресто-8	Кресто-6, 7 Карпиенский й- -4, 5 Покро-4г Кресто-8
7	Покро-7	Покро-6 Покро-5	Покро-ЮЗ-7	Покро-6 Кресто-7а Кресто-7б	Кресто-7	Карпиенский й- -5 Покро-5 Кресто-9
6	Покро-6	Покро-7а Петро-6	—	—	Кресто-6	Карпиенский- -6 Кресто-9
5	Покро-5	Покро-7а Покро-7 Покро-6 Петро-7	Покро-ЮЗ-5	Покро-7а	Кресто-5	Кресто-9 Кресто-9б Карпиенский- -6 Карпиенский й- -7а
4	Покро-4	Покро-8	Покро-ЮЗ-4	Покро-8	Кресто-4	Кресто-1, 2 Карпиенский й- -7
3	Покро-3	Покро-8	Покро-ЮЗ-3	Покро-8	Кресто-3	Кресто-13 Карпиенский- -8
2	Покро-2	Покро-9 Петро-8	Покро-ЮЗ-2	—	Кресто-2	—
1	Покро-1	—	Покро-ЮЗ-1	—	Кресто-1	—

Следует остановиться на принятых нами при генеральном подсчете запасов мероприятий по унификации номенклатуры рудных участков и залежей месторождения. В Центральном Джезказгане ранее было выделено 19 отдельных рудных участков. Это количество теперь сокращено до шести. Сокращение произошло за счет объединения некоторых мелких участков в один более крупный участок, характеризующийся общностью структурных особенностей. В таблице 42 приводятся старые и новые названия объединенных рудных участков Центрального Джезказгана.

Границы рудных участков, как и ранее, не являются строго постоянными. Они могут быть для разных рудоносных горизонтов различными.

Унификация номенклатуры рудных залежей месторождения сводится к следующему:

а) рудные залежи, расположенные на различных рудных участках, сохраняют наименование соответствующего рудного участка,

залежей Центрального Джекказгана

Златоуст		Анненский		Акчий-Спасский	
Принятое название залежи	Старое название залежи	Принятое название залежи	Старое название залежи	Принятое название залежи	Старое название залежи
—	—	Анненский-9	Анненский-1, 2, 3	Акчий-Спасский-9	Акчий-4 Акчий-3
—	—	Анненский-8	Анненский-4, 5	Анненский-Спасский-8	Спаский-1, 2 Акчий-2
—	—	Анненский-7	Анненский-6	Акчий-Спасский-7	Таскудук-1, 2 Акчий-1
Златоуст-6	Раймунд-1, 7 Златоуст-3в	Анненский-6	Анненский-7а	Акчий-Спасский-6	—
Златоуст-5	Златоуст-3в Златоуст-3с Раймунд-2, 3, 4, 6	Анненский-5	Анненский-7а Анненский-7 Дальний-1, 2, 3	Акчий-Спасский-5	—
Златоуст-4	Раймунд-5 Златоуст-3п	Анненский-4	Дальний-4	Акчий-Спасский-4	—
Златоуст-3	Раймунд-5 Златоуст-3п	Анненский-3	Дальний-4	Акчий-Спасский-4 Акчий-Спасский-4	— —
Златоуст-2	Златоуст-1, 2	Анненский-2	Анненский-9	Акчий-Спасский-3	—
Златоуст-1	Златоуст-4	Анненский-1	Никольский-1 —	Акчий-Спасский-1	—

например: Акчий-1, Спасский-3, Златоуст-8, Покро-2, Юго-Запад-1, Кресто-4, Анненский-7;

б) рудные залежи различных рудных участков, но приуроченные к одному и тому же рудоносному горизонту, носят один и тот же номер, т. е. номер соответствующего рудоносного горизонта, обозначаемого после наименования участка, например: Акчий-3, Златоуст-3, Покро-3, Юго-Запад-3, Кресто-3, Анненский-3; рудные залежи различных участков, приуроченные к одному и тому же стратиграфическому рудоносному горизонту № 3 (считая снизу);

в) отдельные рудные пачки (слои) одной и той же залежи, запасы которых подсчитываются дифференцированно, нумеруются римскими цифрами снизу вверх, например: Покро-8-I (нижняя пачка), Покро-8-II (средняя пачка).

С учетом нового расчленения площади Центрального Джекказгана на несколько укрупненных рудных участков принимается приведенная в таблице 43 новая унифицированная номенклатура рудных залежей месторождения.

Обоснование принятых методов оконтуривания подсчета и категоризации запасов

В Дзержинске ранее широко применялся подсчет запасов методом «ближайшего района». Этот метод подсчета запасов и сейчас находит горячую поддержку со стороны работников геолого-маркшейдерской службы Дзержинского горно-металлургического комбината и проектного института «Гипроцветмет» в основном потому, что он существенно облегчает задачи планирования всех геологических параметров добычи на любой отрезок времени при относительно хорошей сходимости этих параметров по группе таких «болдыревских многоугольников». В то же время совершенно ясно и это подтверждено сравнительным анализом данных разведки и эксплуатации Дзержинского месторождения, что разведочные параметры каждого отдельно взятого многоугольника, построенного по методу А. К. Болдырева, как правило, всегда расходятся с фактическими данными эксплуатации. Последнее обстоятельство и определило резко отрицательное отношение ГКЗ СССР к методу «ближайшего района», как к наименее достоверному из всех существующих методов подсчета запасов полезных ископаемых. Поэтому теперь за основу принят метод «геологических блоков», хотя известно, что Гипроцветмет и Дзержинский горно-металлургический комбинат будут заново пересчитывать запасы месторождения по методу «ближайшего района». На отдельных участках, где рудные тела залегают круто (флексурные зоны) и морфология их изучена детально при помощи горных работ, подсчет запасов выполнен методом вертикальных сечений.

Подсчетные геологические блоки строились с соблюдением следующих правил:

а) с учетом плотности разведочной сети, т. е. в один блок включался такой участок месторождения, который имеет на всей площади примерно одинаковую плотность разведки;

б) с учетом типа сорта минерализации (т. е. отдельно для участков медной, свинцовой, медно-свинцовой минерализации или отдельно для окисленных, смешанных и сульфидных руд) там, где эти типы (сорта) руд обособлены в плане и по вертикали; для участков, где разные типы и сорта руд чередуются в плане и по мощности, без какой-либо закономерности строился общий геологический блок;

в) по возможности с учетом степени интенсивности минерализации;

г) с ограничением размеров блоков по запасам руды до 7—10 млн. т;

д) оконтуривание подсчетных геологических блоков балансовых запасов производилось в основном по выработкам, установившим руду с содержанием металла не ниже минимального промышленного; редко включались выработки, показавшие бортовое содержание металла (для меди — 0,4%);

е) блоки строились, как правило, по каждой рудной пачке отдельно; ранее практиковавшееся «прессование» рудных пачек теперь устранено.

Принятые принципы оконтуривания и категоризации запасов сводятся к следующему.

а) Площади рудных залежей, заключенные во внутреннем контуре разведочных скважин, установивших балансовую руду, при плотности разведочной сети в среднем 75 м (пределы отклонения 50—100 м) относились к категории А. Это положение, и ранее неод-

нократно одобрявшееся ГКЗ, теперь подкрепляется следующими фактами:

1) основной вариант подсчета выполнен на базе бортового содержания меди в руде 0,4%, позволяющего включить в подсчет наряду с богатыми полосами руд и переслоенные с ними рядовые вкрапленные руды, в результате чего эта промышленная, в целом минерализованная зона приближается по своему строению к пластовой залежи, достаточно выдержанной на значительном расстоянии;

2) результаты сравнительного анализа разведки и эксплуатации Джезказганского месторождения подтвердили хорошую сходимости всех параметров запасов категории А, подсчитанных по данным разведочных скважин и с соблюдением вышеупомянутых условий в отношении плотности сети и принципов оконтуривания. Расхождение между данными разведки и эксплуатации по запасам металла категории А составило всего 0,5%;

б) запасы комплексных (медно-свинцовых) руд при плотности разведочной сети в 75 м отнесены к категории В, так как при сравнении данных разведки и эксплуатации устанавливаются расхождения, не допустимые для отнесения запасов комплексных руд при такой плотности сети к категории А;

в) изолированные мелкие меднорудные тела, установленные небольшим количеством разведочных скважин по сети 75 м, относятся к категории В;

г) к категории В отнесены запасы медных руд, заключенные также строго в пределах внутреннего (замкнутого) контура в том случае, когда разведочная сеть была более редкой, средняя плотность разведочной сети для отнесения запасов к категории В принята равной 150 м между соседними скважинами; в редких случаях допущено отклонение до 200 м;

д) запасы медных руд категории С₁ исчислены: 1) на площадях предварительной разведки, при густоте разведочной сети в 300 м между соседними скважинами, установившими промышленную руду; 2) на площадях, расположенных за пределами контура запасов категорий А и В, в виде полосы шириной не более 75 м, обрамляющей с внешней стороны площади запасов более высоких категорий (А, В). Внешняя граница на участках, где отсутствуют безрудные оконтуривающие скважины, проведена способом неограниченной экстраполяции на таком расстоянии, на котором необходимо в будущем бурить первый ряд проектных скважин с целью продолжения детальной разведки данного участка. Так как в Джезказгане для детальной разведки рациональная плотность равна 75 м между соседними скважинами при ромбическом расположении их, то ширина полосы категории С₁ обычно равна 65 м, т. е. высоте равностороннего треугольника с длинами сторон в 75 м.

В тех случаях, когда за пределами контура запасов категорий А и В имеются безрудные скважины или скважины, установившие некондиционную минерализацию, контур категории С₁ отстраивался способом ограниченной экстраполяции на половину расстояния между рудной и ближайшей безрудной скважиной, но на расстоянии не более 75 м от контура рудной скважины. При построении контуров балансовых руд скважины, установившие забалансовую руду, приравнивались к безрудным. В условиях Джезказгана рациональность такого принципа оконтуривания рудных тел подтверждается и материалами «сравнительного анализа». Если учесть данные о характере выклинивания рудных тел, то следует признать, что в условиях

Джезказганского месторождения наиболее приемлемым и простым способом определения промышленного контура является способ так называемого элементарного оконтуривания, когда граница промышленной руды проводится на половине расстояния между крайней выработкой, встретившей оруденение, и выработкой с непромышленными содержаниями металлов. При этом предполагается, что разведочная сеть имеет достаточную для данного типа залежи плотность размещения скважин.

Способ элементарного оконтуривания в Джезказгане применяется по наиболее оптимальному варианту, предусматривающему распространение показателей крайней рудной скважины (значение мощности и содержания металла) полностью на половину расстояния между соседними с ней скважинами. Запасы приконтурной полосы при этом, как указывалось выше, относились к категории C_1 . Посмотрим, в какой степени подтвердились основные параметры запасов приконтурной полосы по результатам сравнительного анализа.

Прежде всего нас будет интересовать вопрос о том, насколько фактически подтвердились расстояния, определенные экстраполяцией. В 56 направлениях, составляющих 34,5% всех наблюдений, горными работами зафиксировано прекращение промышленной минерализации, не доходя до принятой границы. В 37 направлениях (22,8%) фактический промышленный контур совпал с принятой границей запасов категории C_1 и в 69 направлениях (42,6%) он оказался больше определенного экстраполяцией.

Из 56 случаев прекращения промышленной минерализации, не доходя до середины расстояния между крайними рудными и оконтуривающими безрудными скважинами, оказалось, что 20 скважин имеют мощность от 6 до 14,4 м, 24 — от 2 до 6 м и только 12 — от 1,5 до 2 м.

В 20 случаях с большой мощностью средний фактический контур промышленной минерализации достиг всего лишь 20 м от крайних рудных скважин при среднем расстоянии до контура ограниченной экстраполяции, равном 33 м, причем средняя мощность по фактическому контуру рудной минерализации осталась равной 3,83 м.

Среднее расстояние ограниченной экстраполяции между крайними рудными и оконтуривающими безрудными или забалансовыми скважинами для 162-х направлений равно 33,8 м, что соответствует средней плотности разведочной сети в 75 м, так как граница промышленной руды проводилась на половине расстояния между рудными и безрудными скважинами. Среднее расстояние от крайней рудной скважины до фактической границы промышленной руды, подтвержденное горными работами в тех же направлениях, равно 39,2 м. Следовательно, несмотря на отклонения в отдельных частных случаях фактической границы руды в ту или другую сторону от принятой, среднее значение этого параметра полностью подтверждается данными эксплуатации.

Интересен также характер изменения средних значений мощности рудного тела и процентного содержания полезных компонентов по мере удаления от крайней разведочной скважины, установившей промышленную руду, в сторону безрудной скважины. Если среднее значение мощности и процентного содержания металла по всем крайним рудным скважинам анализируемых 162-х направлений экстраполяции принять за 100, то по средним данным документации горных работ, проведенных на тех же площадях, наблюдается следующая картина:

- 1) при расстоянии 10 м участвуют 160 направлений, фактическая мощность руды 95,25 м, фактическое содержание меди 89,09%;
- 2) при расстоянии 20 м участвуют 126 направлений, фактическая мощность 98,47 м, фактическое содержание меди 101,36%;
- 3) при расстоянии 30 м участвуют 104 направления, фактическая мощность 100 м, фактическое содержание меди 101,82%;
- 4) при расстоянии около 40 м участвуют 70 направлений, фактическая мощность 95,67 м, фактическое содержание меди 86,19%.

Далее, через небольшой интервал, оруденение резко прекращается. Еще более показательны сравнения средних значений параметров запасов приконтурной полосы, относимых к категории C_1 , по всем подвергнутым анализу 138 блокам с фактическими данными эксплуатации. Если каждый из параметров запасов (мощность, площадь, содержание металла, вес руды, вес металла), вычисленных по данным разведки, принимать соответственно за 100 единиц, то средние фактические данные эксплуатации будут следующие: мощность — 83,9 (меньше против данных разведки на 16,1%); площадь — 104,0 (больше против данных разведки на 4%); запасы руды — 87,4 (меньше на 12,6%); процент металла 99,1 (меньше на 0,9%); запасы металла — 86,7 (меньше на 13,3%).

Таким образом, итоговый показатель — запасы металла, подсчитанные в приконтурной полосе, ограниченной путем экстраполяции на половину расстояния между крайними рудными и следующими безрудными скважинами, с распространением на всю эту площадь результатов крайних рудных скважин, относимых к категории C_1 , подтверждается уменьшением данных разведки всего на 13,3%. Такое, в общем, допустимое расхождение в запасах руды и меди является следствием неподтверждения принятого значения мощности (на 16,1%), что также закономерно, ибо мощность минерализации к границе рудного тела уменьшается.

Приведенные данные о характере «выклинивания» рудных тел в Джезказгане позволяют сделать следующие выводы.

1. В условиях Джезказганского месторождения, характеризуемого неравномерным распределением полезных компонентов и изменением мощности, а также отсутствием четких границ рудных тел с вмещающими породами, применение рекомендуемых в литературе формул интерполяции или способа среднего угла выклинивания для определения опорных точек оконтуривания представляется невозможным.

2. Наиболее простым и в то же время правильно отражающим типичный для Джезказгана характер резкого «выклинивания» рудных тел способом определения промышленного контура является способ элементарного оконтуривания на половине расстояния между рудными и безрудными скважинами. Этот способ при достаточной плотности разведочной сети обеспечивает удовлетворительную точность всех основных параметров запасов. Поэтому на участках, разведанных по сети 75×75 и 150×150 м, минимальный промышленный контур категории C_1 отстраивался на половине расстояния между скважинами, а на участках, разведанных по сети 300×300 м, — на расстоянии, равном минимальному расстоянию между скважинами, т. е. 75 м.

3. Ввиду того, что за совпадение этого контура с фактическими в каждом частном направлении поручиться нельзя, а вероятность совпадения составляет около 23%, запасы приконтурной полосы целесообразно относить к категории C_1 .

е) Запасы медных руд категории C_2 исчислены на основании метода неограниченной экстраполяции на половине расстояния между скважинами 300-метровой разведочной сети. Иначе говоря, внешняя граница запасов категории C_2 проведена на расстоянии 150 м от границ категории А или В и на 75 м от границы категории C_1 в сторону безрудных скважин.

Кроме площадей, обрамляющих контуры запасов категории $A+B+C_1$, запасы категории C_2 учтены и на тех перспективных по рудоносности площадях, которые также строго привязаны к единичным рудным скважинам или выходам рудных залежей.

ж) Учитывая результаты сравнения данных разведки и эксплуатации комплексных руд, содержащих медь, свинец и цинк, подтверждающие большую степень изменчивости мощности, содержания и характер распределения этих компонентов, категоризация запасов комплексных руд произведена со снижением на одну градацию против запасов чистых медных руд, а именно: в контуре запасов категории А для медных руд запасы комплексных руд отнесены к категории В, а в контуре категории В — к категории C_1 и т. д.

Таковы в основном принятые методы категоризации запасов и оконтуривания рудных тел.

Описание принятых способов вычисления средних значений мощности и содержания по выработкам и подсчетным блокам

Подсчет запасов вне зоны горных работ произведен по материалам буровой разведки рудного поля, выполненной способом колонкового бурения. В основу подсчета положены данные 4660 скважин, пробуренных в Центральном Джезказгане, и 970 скважин, пройденных в месторождениях Джиландинской группы.

Средние значения содержаний полезных компонентов (меди, свинца, цинка) по выработкам определялись методом взвешивания содержаний по частным пробам на мощность этих частных проб по формуле

$$C = \frac{C_1 M_1 + C_2 M_2 + C_n \cdot M_n}{M_1 + M_2 + M_n},$$

где C — среднее содержание компонента по данной разведочной выработке, %;

C_1, C_2, C_n — содержание компонента по частным пробам, %;

M_1, M_2, M_n — мощности частных проб.

Применение средневзвешенного способа вызвано тем, что мощности частных проб нередко меняются в зависимости от интенсивности минерализации.

Среднее значение мощности рудного тела в подсчетном блоке вычислялось среднеарифметическим, содержания полезного компонента — средневзвешенным способом.

Как известно, содержание полезного компонента ранее вычислялось среднеарифметическим способом. Однако результаты более поздних исследований, выполненных в ходе сравнительного анализа данных разведки и эксплуатации, показали целесообразность применения в условиях Джезказгана средневзвешенного метода. Так, например, среднее фактическое содержание меди по 13-ти отработанным геологическим блокам, подтвержденное данными эксплуатации, ока-

залось очень близким с его значением, вычисленным средневзвешенным способом, тогда как результаты среднеарифметического способа дали расхождение с данными эксплуатации на 5,2% (относительных).

Наряду с этим выявлялось наличие корреляционной связи между мощностью рудных тел и содержанием меди. Коэффициент корреляции вычислен по десяти крупным подсчетным геологическим блокам, включающим 413 разведочных скважин. Средний коэффициент корреляции по этим блокам оказался равным 0,64. Это свидетельствовало о наличии в Джезказганском месторождении корреляционной связи между мощностью рудных тел и содержанием в них меди, что позволило применить средневзвешенный способ для определения среднего содержания металла в подсчетных блоках.

Учет «ураганных» содержаний

При вычислении средних значений содержания по каждой разведочной выработке так называемые «выдающиеся» пробы учитывались, как и раньше, наравне со всеми пробами, так как они типичны и отвечают природе Джезказганского месторождения. Об этом свидетельствует хорошая сходимостъ средних значений всех параметров запасов, в том числе и процентного содержания металла, в контуре категории А, по данным разведки и эксплуатации.

При вычислении среднего содержания металла в блоке относительно высокое («выдающееся») среднее содержание металла по отдельным разведочным выработкам (скважинам) также принималось без поправки, если эти скважины размещались внутри блока.

Если же скважина с «выдающимся» средним содержанием металла была оконтуривающей, а далее располагался ряд безрудных скважин, тогда значение содержания металла для подобных скважин принималось в целях осторожности в половинном размере. Но таких случаев было очень мало.

Методика подсчета запасов попутных компонентов

К попутным компонентам в рудах Джезказганского месторождения, изученным в достаточной степени и имеющим промышленное значение, относятся серебро и рений.

Методика опробования руд и производства анализов на эти компоненты излагалась довольно подробно в соответствующих разделах данной работы.

Здесь же следует отметить некоторые специфические обстоятельства, связанные с отбором проб на серебро и рений, вызвавшие необходимость применения дополнительных приемов при вычислении средних значений содержания этих компонентов по отдельным выработкам.

Опробование месторождения на эти элементы производилось, как правило, по групповым пробам, составленным из порошковых дубликатов частных керновых проб скважин колонкового бурения. Твердо установлено, что содержание в руде рения и серебра тем больше, чем больше содержание в ней меди и свинца, хотя и нет строгой прямой корреляции между ними, так как характер корреляционной кривой находится в различной зависимости от разных минералов меди, а следовательно, и от различных сочетаний их в руде. Ввиду недоста-

точной изученности этого явления составление единого для месторождения графика корреляционной зависимости содержания в руде попутных компонентов от процентного содержания в ней основных металлов оказалось невозможным. Но использование такой зависимости в пределах каждого отдельно взятого сечения было совершенно необходимо и методически вполне обосновано в том случае, когда состав рудных минералов на всю мощность рудного тела в данном сечении остается неизменным.

Перейдем к изложению приемов и методов подсчета запасов рения и серебра в рудах Джезказганского месторождения.

Вычисление среднего содержания рения и серебра в руде по отдельным выработкам. Здесь может быть три случая.

1. Опробованные на рений или серебро интервалы выработки точно соответствуют интервалам балансовых руд. В данном случае принимались фактические их содержания. Если опробование производилось секционно, то среднее содержание по выработке вычислялось способом взвешивания на мощность частных проб.

2. Опробование на рений (или серебро) горизонтов балансовых и забалансовых руд проводилось вместе.

В этом случае для дифференцированной оценки балансовых и забалансовых интервалов руд использовалась корреляционная зависимость между содержаниями попутных и основных компонентов.

Пример:

Интервал опробования	Мощность, м	Содержание меди, %	Метро- процент	Содержание, г/т
250,00—255,00	5,00	2,00	10,00	X
255,00—259,00	4,00	0,30	1,20	Y
250,00—259,00	9,00	1,24	11,20	5,0

Содержания рения (или серебра) отдельно для балансовых и забалансовых руд вычислялось из отношения.

$$\frac{1,24-2,00}{5,0 X}; X = \frac{5,00 \times 2,00}{1,25} = 8,06 \text{ г/т},$$

$$\frac{1,24-0,30}{5,00 Y}; Y = \frac{5,00 \times 0,30}{1,24} = 1,21 \text{ г/т},$$

где X — содержание рения в балансовой руде;

Y — содержание его в забалансовой руде.

3. Рудный интервал в данном сечении почему-либо был опробован на рений (или серебро) не на полную мощность.

Пример. Опробовано на медь: 184,50—193,50=9,00 м — 3,80%; опробовано на рений: 184,50—190,00=5,50—12,0 г/т.

Для использования корреляционной зависимости между содержаниями в руде попутных и основных компонентов в данном случае необходимо предварительно вычислить содержание меди для интервала, опробованного на рений, что нетрудно определить, имея журнал и колонку опробования скважины на основные компоненты.

Допустим, что для интервала, опробованного на рений, содержание меди равно 5,20% (184,50—190,00=5,00 м; содержание меди 5,20%, содержание рения 12,0 г/т), тогда содержание рения на всю мощность рудного тела может быть определено из пропорции

$$\frac{5,20}{12,00} = \frac{3,80}{X}; X = \frac{12,00 \times 3,80}{5,20} = 8,77 \text{ г/т}.$$

Пробы, в которых рений или серебро не установлены, при вычислении среднего содержания их по выработке участвуют с нулевым значением.

В преобладающем количестве проб, проанализированных на рений, установлено присутствие этого компонента в виде «следов». Среднее значение содержания рения для выработок, которые включают пробы со «следами» рения, вычислялось по двум вариантам. По первому варианту пробы, дающие «следы» рения, принимались с нулевым значением, а по второму варианту «следы» принимались равными половине чувствительности анализа (0,3 г/т), т. е. равными 0,15 г/т.

Общие принципы, положенные в основу подсчета запасов рения и серебра. За основу подсчета запасов рения и серебра принимались уже установленные запасы руды или месторождения в целом или по отдельным его участкам, а в пределах месторождения или участка — по отдельным рудоносным горизонтам, рудным пачкам и рудным залежам. В зависимости от принятого исходного элемента подсчета (месторождение в целом, отдельный участок, рудоносный горизонт, рудная пачка, залежь) вычислялось среднее значение содержания в руде этих компонентов, отдельно для каждого исходного элемента подсчета.

Общие для всех случаев исходные установки подсчета запасов рения и серебра следующие:

а) запасы рения и серебра, заключенные в запасах руды категории $A+B+C_1$, отнесены к категории C_1 , а в запасах руды категории C_2 — к категории C_2 ;

б) подсчет сделан отдельно по типам и сортам руд, а также по группам запасов (балансовые и забалансовые).

Методика подсчета запасов рения. Запасы рения подсчитывались по каждому рудному участку Центрального Джезказгана, а в его пределах — отдельно для каждой рудной пачки. Следовательно, среднее значение рения вычислялось по результатам опробования скважин, расположенных только в данном участке и пересекающих данную рудную пачку.

Выработки, опробованные на рений и дающие отрицательные результаты, учтены при выходе среднего содержания с нулевым значением.

Среднее содержание вычислялось способом взвешивания содержания по каждой выработке на мощность рудного тела.

Скважины, дающие «следы», приравнивались по содержанию рения к половине чувствительности анализа (0,3 г/т), т. е. 0,15 г/т.

Эта методика подсчета запасов рения в основном была выдержана и для Джиландинской группы месторождений.

Методика подсчета запасов серебра. Запасы серебра также подсчитывались отдельно по каждому рудному участку, а в пределах участка — по каждому рудоносному горизонту, а не пачке, так как плотность опробования на этот элемент оказалась недостаточной для раздельного подсчета по каждой пачке. В соответствии с этим среднее значение содержания серебра по каждому рудоносному горизонту, ограниченному в плане границами данного рудного участка, вычислялось по результатам опробования скважин, размещенных в пределах только данного участка, причем учитывались все выработки, пересекающие данный рудоносный горизонт и опробованные на серебро, в том числе давшие отрицательные результаты. Последние принимались в расчет с нулевым значением содержания серебра.

Среднее содержание серебра по рудоносному горизонту вычислялось способом взвешивания содержания в каждом сечении на мощность рудного тела в нем.

Для Джиландинской группы месторождений (Сарыоба, Итауз и др.) ввиду недостаточной плотности опробования на серебро запасы его подсчитывались в целом для всего месторождения, без разделения на отдельные рудные пачки.

Перечисленными принципами определяются особенности методики подсчета запасов попутных компонентов в рудах Джезказганского месторождения.

Принятые значения объемного веса

В качестве объемных весов для всех сортов руд ранее были приняты обработанные результаты более чем 11 500 частных определений удельных весов, относящихся преимущественно к сульфидным медным рудам. Весьма незначительная пористость и слабая влагоемкость сульфидных медных руд Джезказганского месторождения позволили Джезказганскому комбинату успешно пользоваться шкалой удельных весов в качестве объемных весов для практического учета добычи сульфидных медных руд. Позднейшие дополнительные определения объемного веса подтвердили приемлемость ранее составленной шкалы удельных весов для подсчета запасов сульфидных медных руд. Приводимая в таблице 44 шкала остается полностью в силе, но только применительно к сульфидным медным рудам.

Таблица 44

Шкала удельных весов для сульфидных медных руд

Содержание меди, %	Значение удельных весов	Дополнительное определение объемных весов	
		Кол-во проб	Объемный вес
0,0—5,0	2,6	195	2,62
5,1—10,0	2,7	56	2,71
10,1—20,0	2,8	25	2,90
20,1 и выше	3,0	24	3,20

Что касается окисленных медных и сульфидных свинцовых (комплексных) руд, то позднейшие исследования показали, что для них приведенная шкала удельных весов мало пригодна, так как в первом случае она завышает, а во втором занижает запасы. Впрочем, факт некоторого занижения (при приведенных выше значениях объемных весов) запасов комплексных руд известен давно. Некоторое завышение запасов окисленных медных руд стало открытием только последних лет. Дополнительные специальные определения объемных весов, выполненные в лабораториях Джезказганской геологоразведочной экспедиции и Джезказганского рудоуправления, позволили составить две новые шкалы объемных весов: одну — для окисленных медных, другую — для свинцовых (комплексных) руд, которые положены в основу подсчета запасов указанных типов руд месторождения (табл. 45, 46).

Таблица 45

Шкала объемных весов для окисленных медных руд

Кол-во проб	Содержание меди, %	Объемный вес	Вес, принятый для подсчета
4	0,20—0,39	2,28	2,50
155	0,40—1,99	2,50	2,50
107	2,00—4,99	2,55	2,55
33	5,00—9,99	2,65	2,65
5	10,00 и выше	2,71	2,70

Таблица 46

Шкала объемных весов для сульфидных свинцовых и комплексных руд

Количество проб	Содержание свинца, %	Объемный вес (принятые значения)
199	0—4,99	2,70
69	5—9,99	2,80
24	10—15,0	2,95

Принятые значения влажности

Содержание влаги во всех типах руд незначительное и составляет для сульфидных руд в среднем 0,43 %, для окисленных — 1,1 %.

Влажность в сульфидных рудах определялась в химлаборатории Джезказганского рудника. С 1958 по 1963 г. было проанализировано на содержание влаги 1250 проб.

Содержание влаги в сульфидных рудах на всех отрабатываемых горизонтах подземного рудника и в карьерах не превышает 0,43 %.

Окисленные руды также содержат незначительное, но несколько большее количество влаги.

Содержание влаги в окисленных рудах определялось в химлабораториях Джезказганского рудника и Джезказганской ГРЭ, показавших идентичные результаты.

Содержание влаги при подсчете запасов учитывалось только в окисленных рудах (1,1). Поправка на влажность (коэффициент 0,989) вносилась на содержание меди.

Сульфидные руды подсчитывались без учета влажности.

Запасы руды и металлов, выявленные в Джезказганском рудном поле по состоянию на 1 января 1968 г.

Запасы рудного поля, опробованные и утвержденные Государственной комиссией по запасам (ГКЗ) по состоянию на 1 февраля 1965 г., представлены в таблице 47.

С 1965 по 1967 г. в результате выполненных разведочных работ произошли следующие изменения запасов в рудном поле.

Прирост запасов по категории А+В+С₁ (тыс. т): руды — 31 987, меди — 446,5, свинца — 1,1.

Убыль запасов по категории С₂ (тыс. т): руды — 39 209, меди — 438,8.

Запасы Джезказганского рудного поля по состоянию на 1 февраля 1965 г.

Таблица 47

Элемент учета	Единица измерения	Район	А		В		С ₁		А+В+С ₁		С ₂		А+В+С ₁ +С ₂
			кол-во	% со-держ.	кол-во	% со-держ.	кол-во	% со-держ.	кол-во	% со-держ.	кол-во	% со-держ.	кол-во
Руда	тыс. т	Центральный Джезказган	108232	—	210752	—	617062	—	936046	—	211724	—	1147770
		Джиландинская группа	—	—	4642	—	97930	—	102572	—	93812	—	196384
		Всего	108232		215394		714992		1038618		305536		1344154
Медь	»	Центральный Джезказган	1866,9	1,74	3418,7	1,65	8700,1	1,48	13985,7	1,55	2615,7	1,29	16601,4
		Джиландинская группа	—	—	61,7	1,42	1253,7	1,28	1315,4	1,29	1256,5	1,40	2571,9
		Всего	1866,9	1,74	3480,4	1,65	9953,8	1,45	15301,1	1,52	3872,2	1,33	19173,3
Свинец	»	Центральный Джезказган	7,6	1,49	257,9	0,94	1420,9	0,97	1686,4	0,97	96,7	1,12	1783,1
		Джиландинская группа	—	—	—	—	3,6	0,64	3,6	0,64	61,4	1,53	65,0
		Всего	7,6	1,49	257,9	0,94	1424,5	0,97	1690,0	0,97	158,1	1,26	1848,1
Цинк	»	Центральный Джезказган	4,7	0,64	93,5	0,32	793,6	0,55	891,8	0,52	91,8	1,08	983,6
		Джиландинская группа	—	—	—	—	—	—	—	—	2,2	—	2,2
		Всего	4,7	0,64	93,5	0,32	793,6	0,55	891,8	0,52	94,0	0,72	985,8
Серебро	т	Центральный Джезказган	—	—	—	—	24330,9	28,92	24330,9	28,92	4517,9	25,8	28843,8
		Джиландинская группа	—	—	—	—	—	—	—	2,00	2638,0	15,8	2638,0
		Всего	—	—	—	—	24330,9	28,92	24330,9	28,92	7155,9	22,5	31486,8
Рений	»	Центральный Джезказган	—	—	—	—	524,2	2,00	524,2	2,00	1781,2	1,74	2305,4
		Джиландинская группа	—	—	—	—	—	—	—	—	271,5	1,36	271,5
		Всего	—	—	—	—	524,2	2,00	524,2	2,00	2052,7	1,61	2576,9

Примечание. Содержание серебра и рения дано в г/т.

Чтобы составить общий баланс выявленных запасов руды и металлов по рудному полю в целом, необходимо учесть фактическую добычу и фактические потери руды и металлов в недрах.

По состоянию на 1 января 1965 г. суммарная добыча руды и металлов, не учтенная в приведенных выше цифрах утвержденных запасов, составила (тыс. т): руды — 91 535, меди — 2025,0, свинца — 55,5.

Фактические потери в недрах по состоянию на 1 января 1965 г. выразились (тыс. т): руды — 36 636, меди — 557,6, свинца — 36,6, цинка — 6,5.

Следовательно, общие размеры всех запасов Джезказганского рудного поля, выявленных разведочными работами по состоянию на 1 января 1968 г., включая добычу и потери, выражаются в следующих цифрах (тыс. т):

	Категория А+В+С ₁	Категория А+В+С ₁ +С ₂
Руда	1 198 776	1 465 103
Медь	18 330,2	21 763,6
Свинец	1783,2	1941,3
Цинк	893,3	992,3
Сумма трех металлов	21 011,7	24 697,2
Серебро, т	24 330,9	31 486,8
Рений, т	524,2	2576,9

ИТОГИ ПРОВЕРКИ ЛОКАЛЬНОГО ПРОГНОЗА ПЕРСПЕКТИВ РУДНОГО ПОЛЯ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ В ДЖЕЗКАЗГАНЕ

Итоги локального прогноза в Джезказгане

В настоящее время в связи с тем, что резерв так называемых «открытых» месторождений и рудопроявлений в нашей стране практически исчерпан, все более важное значение приобретает задача поисков и разведки участков рудных полей, не выходящих на дневную поверхность. Отсюда вытекает необходимость научно обоснованного прогноза для направления геологических исследований. Министр геологии СССР академик А. В. Сидоренко в своем докладе «Советская геология за 50 лет», прочитанном на юбилейной сессии общего собрания Отделения наук о Земле Академии наук СССР, справедливо отметил, что если региональное прогнозирование в нашей стране поставлено хорошо и в этом деле имеются большие успехи, то с локальным прогнозированием, оценкой масштабов вновь открываемых месторождений, прогнозами при разведке их обстоит дело значительно хуже.

Перед геологами Джезказгана необходимость локальной прогнозной количественной оценки перспектив всего рудного поля возникла еще 15—18 лет тому назад. К этому нас обязывала актуальнейшая задача правильного определения оптимальных контуров и масштабов развернувшегося капитального строительства в Джезказгане. Иными словами, разведчики недр Джезказгана должны были еще 15 лет тому назад взять на себя всю полноту ответственности или за ограничение масштабов капитального строительства размерами только фактически выявленных к тому времени запасов месторождения, или же за резкое увеличение масштабов и темпов строительства, обосновав целесообразность дополнительных больших капитальных вложений прогнозной количественной оценкой возможных новых запасов рудного поля.

Разведчики Джезказгана тогда пошли по второму пути. Локальный количественный прогноз запасов Джезказгана был впервые осуществлен в 1953 г. в ходе обработки и обобщения всех накопленных за многие годы геологоразведочных материалов, выполненных в связи с генеральным подсчетом запасов Джезказганского месторождения по состоянию на 1 января 1953 г. Решение этой сложной и ответственной задачи облегчалось тогда следующими обстоятельствами:

- а) к тому времени в достаточной мере были установлены основные закономерности локализации оруденения в Джезказгане;
- б) имелась хорошая геологическая основа — геологическая карта рудного района, составленная Ф. В. Беспаловым и дополненная

геологами Джезказгана элементами пликативной и разрывной тектоники и новыми рудопрооявлениями, выявленными на поверхности; в) сложившееся определенное твердое представление о генезисе этого месторождения.

Основные критерии, положенные в основу этого прогноза, были следующие.

1. Литологический контроль оруденения, выраженный в локализации промышленных концентраций меди только в серых среднезернистых полимиктовых песчаниках джезказганской рудоносной толщи. Этот критерий считался (и ныне считается) важным, но не единственным. Поэтому рекомендации некоторых геологов о необходимости постановки широких поисково-разведочных работ на медь на всех площадях развития джезказганской толщи были для количественного прогноза не пригодны, так как размеры «перспективной» площади в таком случае расширились бы до нескольких тысяч квадратных километров, что привело бы при поисках к огромным непроизводительным затратам средств.

2. Структурный контроль, характеризуемый приуроченностью не только самой минерализации, но и благоприятных для оруденения серых песчаников джезказганской рудоносной толщи преимущественно к замковым частям антиклинальных структур первого порядка, осложненным складками второго и третьего порядков и глубинными региональными разломами.

3. Размеры и частота рудопрооявлений на поверхности в сочетании с первыми двумя критериями.

4. Специфические закономерности проявления промышленной минерализации, выявленные и детально изученные на разведанных и эксплуатируемых площадях месторождения: предельная глубина проявления рудной минерализации, количество рудоносных горизонтов, их мощность, характер проявления минералогической зональности и др.

Руководствуясь этими основными критериями, геологам Джезказгана удалось тогда выделить на карте и оконтурить сравнительно небольшую площадь (рис. 56), заслуживающую постановки разведочных работ.

Общие запасы выявленных металлов категории $A+B+C_1$ по состоянию на 1 января 1953 г. (сумма балансовых и забалансовых), внесенные на рассмотрение ВКЗ, выразились тогда следующим образом: по Центральному Джезказгану (тыс. т): медь — 7955, свинец — 340, цинк — 79; по Джиландинской группе месторождений: медь — 110 тыс. т; итого (сумма металлов) — 8484 тыс. т.

Такие запасы металлов были выявлены на площади 30 км^2 . Следовательно, средняя продуктивность одного квадратного километра разведанной площади Джезказганского месторождения определяется в 280 тыс. т металлов категории $A+B+C_1$ ($\frac{8484 \text{ тыс. т}}{30 \text{ км}^2} = 280 \text{ тыс. т на } 1 \text{ км}^2$).

Как уже указывалось, из общей площади развития джезказганской свиты в 100 км^2 благоприятные для оруденения структуры установлены на площади 70 км^2 , из которых 30 км^2 уже разведаны. Остальные 40 км^2 являются площадью, перспективной для разведки. Эти перспективные площади расположены (см. рис. 56) к западу от центрального рудного поля, в полосе между рудными районами Спасский — Акчий на западе и Центральным Джезказганом на вос-

токе, а также в полосе на северо-восток от Джезказгана, с установленной рудоносностью в пределах месторождений Таскудук, Соркудук и Джартас. К числу перспективных относятся также площади, тяготеющие к месторождениям и рудопроявлениям Джиландинской группы: Копкудук, Карашошак, Кипшакпай, Айрамбай, Сарыоба и др.

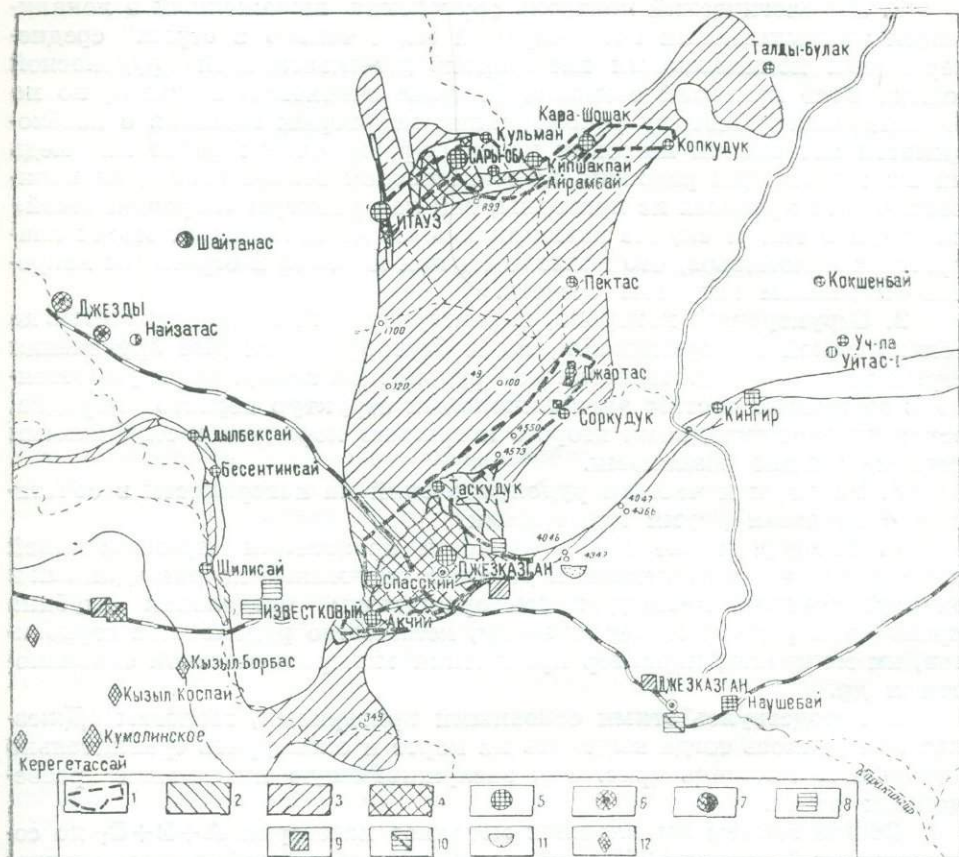


Рис. 56. Карта-схема разведанности Джезказганского рудного поля. 1 — прогнозно-перспективные площади, рекомендованные геологами Джезказгана в 1953 г. под разведку; 2 — площади, охваченные детальной разведкой; 3 — площади поисковых работ, включая глубокое бурение; 4 — площади, фактически оруденелые, в контуре подсчета запасов на 1 февраля 1965 г.; месторождения: 5 — меди, 6 — марганца, 7 — никеля, 8 — известняка, 9 — песка, 10 — мергеля, 11 — поваренной соли, 12 — асбеста.

В числе «других» фигурировало и месторождение Итауз, включенное без указания названия в контур перспективной площади, ибо тогда оно действительно не имело еще названия.

Степень продуктивности упомянутых площадей предполагается значительно ниже величины фактической продуктивности разведанных площадей Джезказгана.

Если коэффициент рудоносности для этих новых площадей Джезказганского рудного поля принять равным 0,25, то возможные дополнительные запасы металлов на этих площадях составят $280 \times 140 \times 0,25 = 9800$ тыс. т.

Следовательно, общие возможные запасы Джезказганского рудного поля с учетом перспектив некоторых, еще недостаточно изученных глубоких горизонтов месторождения были оценены в размере 20—22 млн. т металла, в том числе свинца 1,0—1,2 млн. т.

Наряду с широким применением новейших методов геофизической разведки для выявления на новых площадях благоприятных для оруденения геологических структур важной задачей дальнейших разведочных работ в Джезказганском районе было резкое увеличение объема буровых работ с доведением годовой проходки до 100 тыс. пог. м.

При этом следует помнить, что геологическая эффективность буровых работ на новых площадях, оцениваемая величиной нового прироста запасов на метр бурения, вероятно, с каждым годом будет снижаться. Поэтому выявление и разведка до промышленных категорий новых 10—12 млн. т металлов потребует дополнительного бурения не менее одного миллиона погонных метров скважин против 340 тыс. м фактически пробуренных за весь прошлый период геологического изучения Джезказгана [188].

Этот прогноз был принят тогда вышестоящими хозяйственными и проектными организациями, что возлагало на авторов прогноза очень большую ответственность. Планирующие органы начали давать Джезказганской геологоразведочной экспедиции завышенные годовые планы прироста запасов, и развитие Джезказганского горно-металлургического комбината развернулось с учетом этих прогнозных запасов. Начиная с 1955 г. темпы и объем разведочных работ в Джезказгане превысили рекомендации авторов прогноза.

С тех пор прошло 15 лет напряженных разведочных работ — срок, вполне достаточный для оценки фактических результатов проверки этого прогноза. Справедливости ради следует отметить, что по ряду позиций прогноз оправдался неполностью. Так, например, перспективная суммарная площадь Джиландинской группы месторождений и рудопроявлений, рекомендованная для постановки поисково-разведочных работ (Талдыбулак, Карашошак, Кипшакпай, Айрамбай, Сарыоба, Итауз), была определена в размере 50 км², следовательно, возможные суммарные запасы меди и свинца здесь оценивались в количестве $50 \times 280 \times 0,25 = 3500$ тыс. т. Но в связи с тем, что Талдыбулакское рудопроявление фактически оказалось бесперспективным, размеры прогнозной площади значительно сократились, что отчасти сказалось на новом приросте запасов металлов по Джиландинской группе месторождений. Здесь выявлено по категории В+С₁ всего 1319 тыс. т металлов. Правда, имеется еще резерв запасов в количестве 1320 тыс. т, учтенных по категории С₂.

Если эти запасы окажутся реальными и будут подтверждены последующими разведочными работами, то общие запасы месторождений Джиландинской группы будут также близки к прогнозным. На данной стадии изученности оказалась малоперспективной и Таскудук-Соркудукская полоса. Но нам представляется, что здесь еще не все сделано.

В отдельных случаях фактический контур запасов промышленных категорий частично вышел за пределы очерченного прогнозного контура (Итауз, Сарыоба).

Количество выявленных запасов свинца по категории А+В+С₁ оказалось на 40% больше прогнозных цифр (1800 вместо 1200 тыс. т). Установлены значительные запасы цинка (900 тыс. т), о чем в прогнозе ничего не было сказано. Но факты некоторого отклонения про-

гноза от действительности несущественны, и в главных своих позициях он оправдался целиком, что видно из следующих данных.

1. Основные запасы нового прироста локализуются преимущественно в пределах прогнозных площадей. Нет ни одного случая выявления промышленной рудной минерализации на принципиально новых площадях, отдаленных от прогнозного контура.

2. Общие возможные запасы металлов Джезказганского рудного поля по сумме категорий $A+B+C_1$ оценивались в количестве 20—22 млн. т. Фактически выявленные на 1 января 1968 г. суммарные запасы меди, свинца и цинка по тем же категориям с включением погашенных запасов составили 21,0 млн. т.

Если 50% учтенных запасов категории C_2 в количестве 2,5 млн. т считать реальными, то общие запасы металлов на 1 января 1968 г. составят 23,5 млн. т, что означает полное подтверждение прогноза.

3. Увеличение запасов руды и металлов Джезказганского рудного поля против данных, утвержденных ГКЗ по состоянию на 1 января 1953 г., приводится в сравнительной таблице 48.

Таблица 48

Прирост запасов руды и металлов по трем категориям ($A+B+C_1$)

Элемент учета	Единица измерения	Запасы, утвержденные по состоянию на 1.I 1953 г.	Выявлено по состоянию на 1.I 1968 г. (утвержденные ГКЗ+погашенные)	Увеличение, %
Руда	млн. т	329,6	1198,8	363
Медь	тыс. т	7378,5	18330,2	243
Свинец	»	207,7	1783,2	859
Цинк	»	34,8	898,3	2600
Сумма трех металлов	тыс. т	7621,0	21011,7	275
Серебро	т	3941,6	24330,9	617
Рений	»	—	524,2	—

Запасы категории C_2 по состоянию на 1 января 1953 г. исчислялись: руды — 83,9 млн. т, меди — 1664,8 тыс. т, свинца — 191,0 тыс. т, цинка — 11,2 тыс. т, серебра — 1761,2 т.

Таковы основные итоги разведки, полученные в результате реализации рекомендованных в 1953 г. объемов и направлений геолого-разведочных работ в Джезказгане.

Надо прямо сказать, что полученные итоги разведки за последние годы были достигнуты нелегко. Как сама прогнозная оценка перспектив Джезказгана, так и в особенности рекомендованные в связи с этим высокие темпы разведочных работ в Джезказгане не всегда получали должную поддержку. Временные неудачи и затруднения в реализации плана нового прироста запасов за тот или иной год по Джезказгану часто вызывали нарекания со стороны некоторых вышестоящих организаций по адресу авторов этого прогноза. Все это требовало от геологов Джезказгана большой выдержки и должной настойчивости в осуществлении предложенного ими плана и проекта разведочных работ. Теперь с удовлетворением можно констатировать,

что эти трудности геологами Джезказгана успешно преодолены, и Джезказган по разведанным запасам меди, свинца, серебра и рения еще более упрочил свое значение мирового уникаума.

Некоторые данные, характеризующие эффективность геологоразведочных работ в Джезказгане

Основные исходные данные, используемые для исчисления средней эффективности геологоразведочных работ в Джезказгане за весь период его геологического изучения, следующие.

1. Общие затраты на разведку и геологическое изучение всего рудного поля по состоянию на 1 января 1968 г. в ценах, введенных с 1 января 1961 г., составили 59 332,0 тыс. руб.

2. Всего за весь период разведки рудного поля по состоянию на 1 января 1968 г. в стадиях поисковой, предварительной и детальной разведки пробурено 1886,8 тыс. пог. м. скважин.

3. Всего по состоянию на 1 января 1968 г. в недрах Джезказганского рудного поля выявлены следующие запасы руды и металлов, включая погашенные запасы (тыс. т):

	Категория A+B+C ₁	Категория A+B+C ₁ +C ₂
Руда	1198800	1465100
Медь	18330,2	21763,6
Свинец	1783,2	1941,3
Цинк	898,3	992,3
Сумма трех металлов	21011,7	24697,2
Серебро, т	24330,9	31486,8
Рений, т	524,2	2576,9

Средняя эффективность, выраженная средней стоимостью разведки одной тонны металлов (медь + свинец + цинк), составляет в запасах категории A+B+C₁ 2 руб. 82 коп., а в запасах категории A+B+C₁+C₂ — 2 руб. 40 коп.

Средняя эффективность разведочных работ, выраженная в количестве руды и металлов, приходящихся на 1 пог. м бурения, составляет:

	Категория A+B+C ₁	Категория A+B+C ₁ +C ₂
Руда, т	634	782
Медь, т	9,70	11,60
Свинец, т	0,95	1,03
Цинк, т	0,49	0,53
По сумме трех основных металлов	11,14	13,16
Серебро, кг	132	167
Рений, кг	0,279	1,365

Эффективность геологоразведочных работ по отдельным характерным периодам разведки месторождения, отнесенная только к меди, представлена в таблице 49.

Эффективность геологоразведочных работ по этапам

Период	Отрезок времени	Затраты, тыс. руб.	Объем разведочного бурения, пог. м	Эффективность разведки						
				Металл	Запасы категории А+В+С ₁			Запасы категории А+В+С ₁ +С ₂		
					Общий прирост запасов, тыс. т	Прирост на 1 пог. м, т	Стоимость разведки 1 т, руб.	Общий прирост запасов, тыс. т	Прирост на 1 пог. м, т	Стоимость разведки 1 т металла, руб.
I	1927—1929	434,2	22186	Медь	141,5	6,40	3,07	141,5	6,40	3,07
II	1930—1932	3890,0	40834	»	1129,4	27,60	3,44	2188,9	53,60	1,78
III	1933—1937	1704,2	25670	»	1104,4	43,00	1,54	1545,1	60,20	1,10
IV	1938—1944	1744,3	93462	»	3438,9	36,80	0,51	4934,2	52,80	0,35
V	1945—1954	4528,2	226387	»	3827,4	16,90	1,18	2449,7	10,80	1,85
VI	1955—1967	47031,1	1478255	»	8688,6	5,88	5,42	10504,2	7,13	4,48
	1927—1967	59332,0	1886794		18330,2	9,70	2,82	21763,6	11,60	2,40

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существование двух различных точек зрения на генезис Джезказганского месторождения не могло не повлиять на направление поисковых и разведочных работ, проводимых в Джезказганском рудном районе в весьма крупных объемах. Если разведочное бурение велось в основном с учетом факторов структурного контроля оруденения и в пределах прогнозной площади 1953 г., то при направлении поисковых работ учитывались рекомендации также сторонников гипотезы осадочного генезиса. В частности, геофизические работы, поисковое и разведочное бурение, выполняемые в Джезказганской, Кумолинской, Талдыбулакской синклиналих и Джезказган-Сарысуйской впадине, полностью отвечали задачам, вытекающим из осадочной концепции — искать медь везде, где только распространены породы джезказганской толщи.

Ориентировать все разведочные работы с позиции указанной концепции было неразумно. Но проверка рекомендаций сторонников гипотезы осадочного генезиса руд на наиболее «перспективных», по их мнению, площадях была совершенно необходима в целях избежания в дальнейшем возможных ошибок на основе субъективизма.

Наиболее перспективным из подобных объектов одно время считалось рудопоявление Талдыбулак, приуроченное к мульде одноименного названия, получившей тогда интригующее название «медного котла» Джезказганского рудного поля. Поэтому Талдыбулакское рудопоявление геологами Джезказгана позже было включено в контур прогнозно-перспективных площадей. Однако достаточно широкие разведочные работы (канавы и скважины), выполненные на этой структуре, дали отрицательные результаты. То же самое следует сказать и в отношении целого ряда рудопоявлений на восточном крыле Кумолинской мульды (Адилбексай, Бесентинсай, Шилекудук и др.), где разведочными буровыми работами, выполненными в значительных объемах, установлена бесперспективность этих участков.

Что касается таких «закрытых» структур, как Джезказганская и Кумолинская мульды первого порядка, а также Джезказган-Сарысуйская впадина, где распространение пород джезказганской толщи не вызывало ни у кого особых сомнений, то вероятная рудоносность их могла быть обоснована различно, в зависимости от точки зрения на генезис месторождения. Сторонники гидротермального генезиса руд практическую рудоносность этих структур связывали только с возможным проявлением здесь складчатых структур высших поряд-

ков и сопутствующей им разрывной тектоники, тогда как с позиции приверженцев осадочного генезиса для допущения рудоносности этих структур и, следовательно, обоснования постановки широких поисково-разведочных работ считалось достаточным наличие джезказганской толщи.

На указанных площадях Джезказганского района за последние 12 лет выполнен большой объем геофизических работ всеми известными методами, основная задача которых состояла в выявлении участков, где джезказганская толща залегает на глубинах, доступных для разведки. Кроме того, проводились исследования при помощи колонкового бурения. Позже здесь был пробурен ряд поисковых глубоких структурных скважин, часть из них — по рекомендациям геофизиков, результаты которых излагаются ниже.

Джезказганская синклиналь (центральная часть). Здесь пробурены три поисковые скважины, средней глубиной 1150 м, пересекающие мергели кенгирской свиты, красные песчаники, алевролиты и конгломераты жиделисайской, джезказганской и таскудукской свит. Оруденение, как и серые песчаники в разрезе джезказганской толщи, по данным этих скважин, отсутствуют. Здесь не установлены складчатые структуры высших порядков.

Кумолинская синклиналь (центральная часть). Пробуренная одна скважина пересекла красные песчаники и алевролиты жиделисайской и джезказганской свит. Установлена несколько увеличенная мощность джезказганской свиты, целиком состоящей из переслаивающихся красных песчаников и алевролитов.

Джезказган-Сарысуйская впадина. На различных участках этой обширной впадины пробурено 28 поисковых и структурных скважин глубиной до 120 м.

Скважины, расположенные ближе к северному борту впадины, пересекли жиделисайскую и джезказганскую свиты, представленные здесь исключительно красными песчаниками и алевролитами. В мергелях кенгирской свиты установлены пласты каменной соли. Скважины, пробуренные в центральной части впадины, вскрыли мергели кенгирской свиты, тонкозернистые красные песчаники и алевролиты жиделисайской свиты и мощные залежи в них каменной соли.

На западном борту впадины две пройденные скважины средней глубиной 1100 м встретили красные и серовато-красные песчаники джезказганской и таскудукской свит, зеленовато-серые и серые песчаники и алевролиты нижнего намюра, без каких-либо признаков минерализации.

Лишь в Жаман-Айбатском поднятии и рудопроявлении Таскура пять поисковых скважин пересекли красные песчаники и алевролиты, включающие маломощные пропластки серых песчаников в джезказганской свите. Две скважины обнаружили в последних оруденение: первая — мощностью 30 см с содержанием меди 1,31%, вторая — мощностью 40 см с содержанием меди 1,15%.

Следовательно, на громадной площади Джезказган-Сарысуйской впадины в основном развиты красноцветные породы жиделисайской и джезказганской свит и большой мощности пласты каменной соли жиделисайской и кенгирской свит. Соленосные отложения распространены вплоть до южных границ Джезказганского рудного поля.

Таким образом, на закрытых площадях Джезказганской и Кумолинской синклиналей, а также Джезказган-Сарысуйской впадины на данной стадии изученности не обнаружено благоприятных для оруденения складчатых структур высших порядков в сочетании с отло-

жениями благоприятного литологического состава, каким являются серые песчаники джезказганской толщи. Весьма скромное проявление в этих синклинальных структурах тех и иных весьма важных факторов, обуславливающих локализацию промышленного оруденения джезказганского типа, что подтверждается фактическими результатами буровой разведки и позволяет оценивать перспективы Джезказган-Сарысуйской впадины и Кумолинской синклинали в отношении возможного выявления новых, сколько-нибудь значительных концентраций меди ограниченными.

Из всего сказанного вытекает, что прогнозная оценка перспектив Джезказганского рудного района, данная геологами Джезказгана 15 лет тому назад, сейчас полностью подтвердилась поисковыми и разведочными работами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев Х. М. Генетическая связь оруденения с гранитоидными интрузиями. М., Госгеолтехиздат, 1954.
2. Ажгирей Г. Д., Зенков Д. А. и др. Методы поисков и разведки полезных ископаемых. М., Госгеолтехиздат, 1950.
3. Альбов М. Н. Крупный труд по геологии рудных месторождений, (О книге Пьеар Рутье «Рудные месторождения. Геология и основы поисков»). «Разведка и охрана недр», 1968, № 1.
4. Антропов П. Я. Перспективы освоения природных богатств СССР. М., Госполитиздат, 1959.
5. Арустамов А. А., Есенов Ш. Е., Паршин Г. Б., Штифанов В. И. Геохимия отложений джезказганской толщи. ОНТИ КазИМС, 1968.
6. Аханов М., Джаминов К. Д., Едресов А. Е., Копятевич Л. В., Мычник Г. Б., Нуралин Н. Н., Омаров М. О., Турсунбаев Р. А. Пояснительная записка к подсчету запасов по рудным участкам Центрального Джезказгана по состоянию на 1. II 1965 г., т. II.
7. Ахмедсафин У. М. Методика составления карт прогнозов и обзор артезианских бассейнов Казахстана. Алма-Ата, 1961.
8. Ахметов И. К. Геолого-минералогические особенности месторождений Джиландинской группы Джезказганского рудного района. Рукопись, фонды ИГН АН КазССР, 1967.
9. Бабаев К. А., Шехтман П. А., Шмулевич А. Д. Принципы комплексной оценки рудных районов на основе металлогенических прогнозных исследований Средней Азии. «Ученые записки САИГИМСа», 1961, вып. 6.
10. Бакарасов Е. В., Аргенбаев К. Е., Ахметов И. К. Пояснительная записка к подсчету запасов по медным месторождениям Северной группы по состоянию на 1. II 1965 г., т. III.
11. Баркалов И. А. Гидрогеологические условия и рекомендации по созданию подземной и поверхностной гидрогеологических режимных сетей по центральному рудному полю Джезказганского месторождения. (Расширенный информационный отчет). Фонды Джезказганской ГРЭ, 1963.
12. Баркалов И. А., Джамагарин В. К., Махмудов Т. Т., Якунин В. Н. Гидрогеологические условия центрального рудного поля Джезказганского месторождения и прогноз водопритоков в горные выработки. Фонды ИГН АН КазССР, 1964.
13. Баркалов И. А., Хордикайнен М. А., Махмудов Т. Т., Аринов М. А. Гидрогеологическая и инженерно-геологическая характеристика месторождений Джезказганского рудного района к подсчету запасов по состоянию на 1. II 1965 г., т. IV.
14. Беспалов В. Ф. Геологическая карта района Джезказганских медных рудников. Фонды Джезказганской ГРЭ, 1936.
15. Беспалов В. Ф. То же, 1937.
16. Беспалов В. Ф. Варисская структура Джезказган-Атбасарского района. «Советская геология», 1936, № 11.
17. Вилибин Ю. А. Металлогенические провинции и металлогенические эпохи. М., Госгеолтехиздат, 1955.
18. Богатырев А. С. Марганцевое месторождение Джезды. 1946.
19. Богацкий В. В. Математический анализ разведочной сети. М., Госгеолтехиздат, 1963.

20. Богданов А. А. Тектоника западной части Центрального Казахстана. «Советская геология», 1954, № 41.
21. Богданов Ю. В. Стратифицированные месторождения меди СССР и основы их прогнозной оценки. Автореферат. Л., 1968.
22. Богданов Ю. В., Кочин Г. Г., Кутырев Э. И., Парадеева Л. Н., Травин Л. В., Трифонов Н. П., Феоктистов В. П. Медистые отложения Олекмо-Витимской горной страны. М., «Недра», Ленинградское отделение, 1966.
23. Болл С. Х. Геологический доклад о владениях Атбасарских медных промыслов. Рукопись, фонды ЦНИГРИ, 1910.
24. Боровиков Л. И. Основные черты стратиграфии, вулканизма и тектоники в нижнем палеозое Джезказган-Улутауского района западной части Центрального Казахстана. «ДАН СССР», 1952, т. 85, № 1.
25. Букейханов С. А. Структурные и рудные районы Джезказгана. В сб.: «Большой Джезказган». М.—Л., 1935.
26. Быховер Н. А. Экономика минерального сырья. М., 1967.
27. Быховер Н. А. К вопросу о генезисе рудоносных конгломератов и медистых песчаников. М., «Наука», 1966.
28. Быховер Н. А. Распределение мировых ресурсов минерального сырья по эпохам рудообразования. М., Госгеолтехиздат, 1963.
29. Ведерников Н. Н., Есенов Ш. Е., Будаи И. М. Геология, методика поисков и разведки месторождений родусит-асбеста. Алма-Ата, «Наука», 1965.
30. Верк Д. Л., Есенов Ш. Е. Генеральный проект комплексной разведки в Джезказганском районе на 1956—1960 гг. Фонды ГРЭ, ЦКГУ (ТГФ).
31. Волин А. В. Варисцильская складчатость в Джезказганском районе и ее фундамент. «Изв. АН СССР, сер. геол.», 1947, вып. 6.
32. Вольфсон Ф. И. О спорных вопросах генезиса сульфидных месторождений. «Геология рудных месторождений», 1961, № 5.
33. Вольфсон Ф. И. Проблемы изучения гидротермальных месторождений. М., 1953.
34. Виноградов А. П. Верхняя мантия — земная кора. М., «Наука», 1967.
35. Виноградов А. П. Использование микроэлементов — народнохозяйственная проблема. «Вестник АН КазССР», 1938, № 9.
36. Голоднова Н. В., Есенов Ш. Е., Сейфуллин С. Ш., Штифанов В. И. Геологический отчет к генеральному подсчету запасов Джезказганского рудного поля по состоянию на 1. II 1965 г. Рукопись, фонды ИГН АН КазССР, 1965.
37. Гольфельд А. И. Достоверность запасов в зависимости от плотности сети разведочных выработок. Тр. САИГИМСа, вып. 6, 1965.
38. Герасимов И. Г. Подземные воды Джезказгана и перспективы их использования. Фонды Джезказганской ГРЭ, 1943.
39. Германов А. И. Гидродинамические и гидрохимические условия образования некоторых гидротермальных месторождений. «Изв. АН СССР, сер. геол.», 1962, № 7.
40. Горжевский А. И., Козоренко В. Н. Связь эндогенного рудообразования с магматизмом и метаморфизмом. М., «Недра», 1965.
41. Городецкий П. И. Основы проектирования горнорудных предприятий. М., Металлургиздат, 1955.
42. Гринев В. Я. Подземные воды Большого Джезказгана. В сб.: «Большой Джезказган», т. 7. М.—Л., 1936.
43. Гудалин Г. Г. К вопросу о генезисе месторождений медистых песчаников Джезказгана. «Горный журнал», 1948, № 2.
44. Джаминов К. Д. Закономерности распределения и пространственного размещения рения в рудах Джезказгана. Рукопись, фонды ИГН АН КазССР, 1964.
45. Джаминов К. Д., Сатпаева Т. А., Калинин С. К., Файн Э. А., Аркаев Е. К. Редкие и рассеянные элементы в рудах Джезказганского месторождения. В сб.: «Большой Джезказган». Алма-Ата, 1961.
46. Домарев В. С. О генезисе месторождений типа медистых песчаников. В кн.: «Материалы ВСЕГЕИ. Полезные ископаемые», сб. № 4. М., Госгеол-издат, 1948.
47. Дружинин И. П. Фации пестроцветных отложений джезказганской свиты. «Литология и полезные ископаемые», 1963, № 1.
48. Дружинин И. П. Медь Джезказгана. «Природа», 1967, № 3.
49. Ермолаев К. Ф. О разведочной сети горных выработок и некоторых принципах разведки. Усть-Каменогорск, 1960.
50. Есенов Ш. Е. Основные задачи геологической службы КазССР. «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1962, вып. 1.
51. Есенов Ш. Е. К вопросу постановки поисковых работ на медь в Актюбинской области. В кн.: «Вопросы геологии и меденосности Мугуджар». Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1963.

52. Есенов Ш. Е. Казахстан — кладовая минерального сырья. В кн.: «Экономика химической промышленности Казахстана». Алма-Ата, «Казахстан», 1964.
53. Есенов Ш. Е. Задачи геологов Казахстана по укреплению минерально-сырьевых ресурсов республики и улучшению технико-экономических показателей геологоразведочных работ. Алма-Ата, 1965 (ротапринт).
54. Есенов Ш. Е. Развитие минерально-сырьевой базы Казахстана за 50 лет Советской власти. «Разведка и охрана недр», 1967, № 2.
55. Есенов Ш. Е. Наука — важнейшая производительная сила. «Народное хозяйство Казахстана», 1967, № 4.
56. Есенов Ш. Е., Бакарасов Е. В., Аргенбаев К. Е. Геолого-структурные особенности Северной группы меднорудных месторождений Джезказганского района. В сб.: «Большой Джезказган», 1961.
57. Есенов Ш. Е., Ведерников Н. Н. О дислокациях в нижнепермских отложениях в Кумолинской синклинали. Тр. КазИМСа, вып. 3. М., 1960.
58. Есенов Ш. Е., Еремин В. И. Об изученности закрытых территорий КазССР. «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1962, вып. 3.
59. Есенов Ш. Е., Котляров Р. А. Геолого-структурные особенности и методика разведки основных меднорудных месторождений Казахстана. В кн.: «Вопросы геологии и меденосности Мугоджар». Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1963.
60. Есенов Ш. Е., Кунаев Д. К., Мухамеджанов С. М. Недра Казахстана. Алма-Ата, «Казахстан», 1968.
61. Есенов Ш. Е., Сейфуллин С. Ш., Нуралин Н. Н. Геолого-структурные условия локализации месторождений медистых песчаников Терсакканского района. «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1968, вып. 4.
62. Есенов Ш. Е., Еремин В. И., Бок И. И. Никелевые месторождения Джезказган-Улутауского района, их изученность и перспективы. В сб.: «Большой Джезказган». Алма-Ата, 1961.
63. Есенов Ш. Е. Проблемы металлогении Казахстана. В сб.: «Проблемы геологии Казахстана». Алма-Ата, 1968.
64. Журбицкий Б. И., Маричев К. И. Некоторые геологические особенности медистых песчаников Джезказгана и вопросы поисков медных руд. «Литология и полезные ископаемые», 1968, № 3.
65. Зайцев Ю. А. Промежуточный отчет за 1957—1958 гг. по теме «Стратиграфия и тектоника палеозоя северной части Джезказганского рудного района». Фонды ГРЭ.
66. Зайцев Ю. А. Предварительный отчет консультативной партии Центрально-Казахстанской экспедиции геологического факультета МГУ по работам в северной части Джезказганского района за 1958 г. Фонды ГРЭ.
67. Зайцев И. К. Гидрогеологический очерк Карсаклай-Байконурского района. Тр. ВГРО, вып. 323. М., 1934.
68. Зайцев Ю. А. О применении материалов цветной аэрофотосъемки при крупномасштабном геологическом картировании и поисках (по работам в Джезказганском районе). В сб.: «Производительные силы Центрального Казахстана», т. 2. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1959.
69. Зайцев Ю. А. Герцинская тектоническая структура западной части Сарысу-Тенизского водораздела и Улутау. М., Изд-во МГУ, 1961.
70. Зенков Д. А. Об основных свойствах разведочных сеток. «Разведка недр», 1950, № 4.
71. Зенков Д. А. Четыре типа изменчивости рудных тел. «Разведка недр», 1955, № 6.
72. Иванов Н. В. Новое направление в опробовании рудных месторождений. М., Гостеолтехиздат, 1963.
73. Иванков Л. И. и др. О некоторых особенностях геологии Джезказганского месторождения и новых фактах, полученных рудничной геологической службой. Тр. ИГН АН КиргССР, вып. 9, 1957.
74. Иванкин П. Ф. Новые задачи изучения магматогенных рудных полей. В кн.: «Вопросы геологии, методики поисков и разведки месторождений полезных ископаемых», вып. 4. Новосибирск, 1967.
75. Казанли Д. Н. Структура Джезказган-Улутауского и Бетпакдалинского районов по данным геофизических работ. «Вестник АН КазССР», 1957, № 8(149).
76. Казанли Д. Н., Користашевская Т. А. Геолого-геофизические предпосылки разведочных и поисковых работ в Приджеказганском районе и Бетпак-Дале. В кн.: «Производительные силы Центрального Казахстана», т. 2. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1959.
77. Казаковский Д. А. Оценка точности результатов в связи с геометризацией и подсчетам запасов месторождений. М., 1948.
78. Каллистов П. Л. Изменчивость оруденения и плотность наблюдений при разведке и опробовании. «Советская геология», 1956, № 53.

79. Калугин С. К. Формирование и распределение запасов подземных вод Джезказган-Улутауского района. В сб.: «Производительные силы Центрального Казахстана», т. 5, 1959.
80. Калугин С. К. Подземные воды Джезказганского района как источник питьевого и промышленного водоснабжения. Диссертация, фонды ИГН АН КазССР, 1953.
81. Калугин С. К. и др. Геологические условия и запасы подземных вод Джезказган-Улутауского района. Фонды ИГН АН КазССР, 1957.
82. Калугин С. К. К проблеме водоснабжения Большого Джезказгана. Фонды Джезказганской ГРЭ, 1961.
83. Калугин С. К. и др. Подземные воды Джезказган-Улутауского района. Лист М-42-В. Фонды ИГН АН КазССР, 1962.
84. Калугин С. К. К методике определения запасов трещинных и трещино-карстовых вод. «Вестник АН КазССР», 1954, № 7.
85. Калугин С. К. Виды пустот в горных породах и их значение в формировании подземных вод юго-западной части Центрального Казахстана. «Вестник АН КазССР», 1956, № 9.
86. Калугин С. К. Вопросы рудничной гидрогеологии и меры борьбы с шахтными водами. В сб.: «Большой Джезказган». Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1961.
87. Калугин С. К., Баркалов И. А. Краткое заключение о водопритоках шахт 55—57 Джезказганского рудника. Фонды Джезказганской ГРЭ, 1962.
88. Калугин С. К., Баркалов И. А. Гидрогеологические условия и прогноз водопритоков в горные выработки центрального рудного поля Джезказганского месторождения (заключение о водопритоках в шахты по состоянию гидрогеологической изученности на 1. I 1963 г.). Фонды Джезказганской комплексной ГРЭ.
89. Калугин С. К., Хордикийнен М. А. Подземные воды и их экономическое значение в водоснабжении промышленных предприятий и сельского хозяйства Джезказган-Улутауского района. В сб.: «Большой Джезказган». Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1961.
90. Каниболоцкий П. М. Петрогенезис пород и руд Криворожского железорудного бассейна. 1946.
91. Кассин Н. Г. Геология СССР. Восточный Казахстан, т. XX, ч. 1. М., 1941.
92. Кассин Н. Г. Металлогенические циклы Казахстана. «Проблемы советской геологии», 1935, № 2.
93. Кашкай М. А. О генетической связи месторождений колчеданных и некоторых медных и полиметаллических руд с кислыми магмами. «Советская геология», 1956, № 3.
94. Кашин А. И. Гидрогеологические условия рудника Джезказгана. Фонды Джезказганской ГРЭ, 1945.
95. Кашин А. И. Отчет Джезказганской ГРП о гидрогеологических работах за 1945—1946 гг. Фонды Джезказганской ГРЭ, 1946.
96. Кашин А. И. Гидрогеологические условия меднорудного месторождения Джезказган. Фонды Джезказганской ГРЭ, 1946.
97. Каюпов А. К., Сейфуллин С. Ш. Некоторые закономерности проявления оруденения на Джезказгане. «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1959, вып. 2.
98. Ким В. А. К вопросу о метаморфизме песчаников Джезказганского района. «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1961, вып. 2.
99. Козловская З. А. Нантоцит из зоны окисления Джезказганского месторождения. «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1961, вып. 2.
100. Козырев А. А. Краткий гидрогеологический очерк Казахстана. В сб.: «Материал особой комиссии по исследованию союзных и автономных республик», т. 4. М., 1927.
101. Козырев А. А. Гидрогеологическое описание южной части Акмолинской области. Изд. Отдела земельных улучшений, 1911.
102. Козырев А. А. Краткий гидрогеологический очерк Казахстана. В кн.: «Материалы особой комиссии по исследованию союзных и автономных республик», т. 4. М., 1927.
103. Копяткевич Л. В. Анализ методики и результатов разведки способом сопоставления их с данными эксплуатации на примере Джезказганского месторождения. Рукопись, фонды ИГН АН КазССР, 1964.
104. Копяткевич Л. В. Характер выклинивания и рациональные принципы оконтуривания рудных тел Джезказганского месторождения. «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1964, № 5.
105. Коржинский Д. С. Очерк метасоматических процессов. В кн.: «Основные проблемы в учении о магматических месторождениях». М., 1953.
106. Королев А. В., Шехтман П. А. Структурные условия размещения послемагматических руд. М., «Недра», 1965.

107. Косов Б. И. и Молчанов И. И. Оценка эффективности геологоразведочных работ. «Разведка и охрана недр», 1964, № 11.
108. Кошкина Т. А. К минералогическому исследованию руд Джезказгана. В сб.: «Большой Джезказган», т. 7. М.—Л., 1935.
109. Красников. Рациональные поиски рудных месторождений. М., Госгеолтехиздат, 1959.
110. Краснополюский А. А. Медные руды Киргизской степи, т. IV, вып. 7. Пг, 1917.
111. Крейтер В. М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. М., Госгеолтехиздат, 1961.
112. Крейтер В. М. Структура рудных полей и месторождений. М., Госгеолтехиздат, 1956.
113. Крестовников В. Н., Островский И. А., Сапожников Д. Г. Геологическое строение Улутауского района, западной части Центрального Казахстана. Рукопись, фонды ГРЭ, 1938.
114. Крестовников В. Н., Сапожников Д. Г. Геологическое строение Джезказган-Улутауского района. Фонды ГРЭ, 1936.
115. Кузнецов Ю. А. Главные типы магматических формаций. М., «Недра», 1964.
116. Кунаев Д. С. Некоторые особенности геологического строения рудных залежей района Покро-Юго-Запад месторождения Джезказган. «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1959, вып. 2.
117. Кумпан А. С. Верхний палеозой Восточного Казахстана. М., «Недра», Ленинградское отделение, 1966.
118. Кучанская О. Ф., Митряева Н. М. Новые минералы в рудах Джезказгана. «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1960, вып. 2.
119. Литвинович Н. В. О стратиграфии каменноугольных и пермских отложений Джезказганской и Тенизской впадин. «Советская геология», 1956, сб. 52.
120. Литвинович Н. В. Каменноугольные и пермские отложения западной части Центрального Казахстана. М., Изд-во МГУ, 1962.
121. Лурье А. М. Медные руды. М., «Наука», 1967.
122. Мануйлова Н. С. К некоторым вопросам, касающимся генезиса медистых песчаников Джезказгана. «Записки ВМО», 1954, ч. 83, вып. 4.
123. Мануйлова Н. С. Еще раз о генезисе Джезказганского месторождения. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1956.
124. Муканов К. М., Наркелюн Л. Ф., Яковлевская Т. А. О находке бетехтинита в Джезказганском месторождении. «ДАН СССР», 1960, т. 130, № 2.
125. Наркелюн Л. Ф. Геология и оруденение Джезказганского месторождения. Тр. ИГЕМ, вып. 87, 1962.
126. Наркелюн Л. Ф., Безродных Ю. П., Кулаков М. А. Меденосность осадочных толщ юга Сибирской платформы. «Советская геология», 1968, № 4.
127. Никитин П. М., Пашаев Г. П. Геолого-экономический очерк рудных месторождений Джезказган-Улутауского района. Тр. ВГРО, вып. 293. М., 1933.
128. Норинг В. Отчет о геологических исследованиях в районе Джезказганского рудника для проекта временного водоснабжения. Фонды Джезказганской ГРЭ, 1938.
129. Нуралин Н. Н. О роли трещинной тектоники в рудоотложении в Джезказгане. «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1959, № 2.
130. Нуралин Н. Н. Некоторые особенности локализации рудной минерализации в Джезказгане. Тр. ИГН АН КазССР, т. 4, 1961.
131. Нуралин Н. Н. Трещинно-разрывная тектоника и ее роль в локализации оруденения в Джезказгане. В сб.: «Большой Джезказган». Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1961.
132. Нуралин Н. Н., Сатлаева Т. А., Сейфуллин С. Ш., Штифанов В. И. Джезказганское месторождение. В сб.: «Проблемы геологии в Средней Азии и Казахстане». М., «Наука», 1967.
133. Нуралин Н. Н., Сафаргалиев Г. С., Сейфуллин С. Ш., Шведко В. Г., Штифанов В. И. Еще раз к вопросу о генезисе Джезказганского месторождения. «Геология рудных месторождений», 1964, № 1.
134. Нуралин Н. Н., Едресов А. Е. Морфогенетические особенности рудных тел Джезказгана. «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1968, № 3.
135. Пазухин В. А. Металлургия в Киргизской степи. 1926.
136. Перельман А. И. Некоторые вопросы геохимии катагенеза в осадочных месторождениях типа «медистых песчаников». Тр. ИГЕМ, вып. 28. М., 1959.
137. Перельман А. И. Очерки геохимии меди в зоне гипергенеза. Тр. ИГЕМ, вып. 70, 1962.
138. Поваров А. В., Денисов С. А., Лукьянова Е. Н., Маринов Г. М., Овечкин В. В., Рыжков Э. П., Шехтман П. А. Достоверность и

эффективность разведочных работ на месторождениях Средней Азии. Тр. САИГИМСа, вып. 6, 1965.

139. Погребницкий Е. О., Иванов Н. В., Скропышев А. В., Марков А. К., Руденко Н. И., Терновой В. И. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. М., «Недра», 1968.

140. Пожарицкий К. Л. Опробование месторождений цветных металлов и золота. М., Metallurgizdat, 1957.

141. Попов В. М. О происхождении месторождений медистых песчаников гидротермального типа. «Изв. АН СССР, сер. геол.», 1951, № 1.

142. Попов В. М. О некоторых специфических особенностях геологии медистых песчаников Центрального Казахстана. Тр. ИГД АН КиргССР, вып. 6, 1955.

143. Попов В. В. Вулканизм, тектоника и полиметаллическое оруденение Лениногорского рудного района. Алма-Ата, 1968.

144. Попов В. М. Пластовые месторождения цветных металлов и вопросы их генезиса. В кн.: «Проблемы генезиса руд». М., «Недра», 1964.

145. Пригоровский М. М. Исследование в трех районах в пределах западной части Киргизской степи. «Изв. Геолкома», 1916, т. XXXV, № 1.

146. Прокофьев А. П. Практические методы подсчета запасов рудных месторождений. М., Госгеолтехиздат, 1953.

147. Прокофьев А. П. Оконтуривание рудных тел при подсчете запасов. М., Госгеолтехиздат, 1955.

148. Прокофьев А. П. Требования ГКЗ к оценке качества минерального сырья. «Разведка и охрана недр», 1968, № 2.

149. Прокофьев А. П. Учет затрат на разведку месторождений. «Советская геология», 1958, № 3.

150. Потапочкин Э. М. Геологическая карта Джезказганского рудного района м-ба 1 : 50 000 (окончательный отчет Кенгирской ПСП за 1955—1956 гг.). Фонды ГРЗ, УКУ (ТГФ).

151. Пустовалов Л. В. Осадочные полезные ископаемые — основа минерально-сырьевых ресурсов. М., «Наука», 1967.

152. Радкевич Е. А. К вопросу о принципах районирования рудоносных территорий. М., 1959.

153. Рожков Е. В., Щербак С. В. Сорбция свинца на различных горных породах. «Изв. АН СССР, сер. геол.», 1956, № 2.

154. Романовский Г. Л. Краткий очерк исследований восточной части Киргизской степи Западной Сибири в геологическом и горнопромышленном отношении с 1826 по 1903 г. 1903.

155. Русаков М. П. Меднорудные районы СССР. Роль и место среди них Большого Джезказгана. В сб.: «Большой Джезказган», т. 7. Л., 1935.

156. Русаков М. П., Сатпаев К. И. Металлогенические особенности и закономерности в проявлении эндогенной концентрации меди в недрах Центрального Казахстана. В кн.: «Материалы научной сессии по металлогеническим и прогнозным картам». Алма-Ата, 1958.

157. Рыжков Э. П. Некоторые результаты сопоставления данных разведки и эксплуатации по руднику Замбарок. Тр. САИГИМСа, вып. 6, 1965.

158. Рычков Н. Дневные записки путешествия капитана Николая Рычкова в Киргиз-Кайсацкой степи в 1771 г. СПб, 1772, стр. 3—104.

159. Сапожников Д. Г. Медистые песчаники западной части Центрального Казахстана. Тр. ИГН АН СССР, вып. 93, 1948.

160. Сапожников Д. Г. К вопросу о возрасте джезказганской свиты. «ДАН СССР», 1938, т. 20, № 5.

161. Сапожников Д. Г. Едыгейская тектоническая зона в Джезказган-Улутауском районе. Тр. ИГН АН СССР, т. 101, № 32, 1948.

162. Сатпаев К. И. Карсакпайский район и его перспективы. «Народное хозяйство Казахстана», 1928, № 1.

163. Сатпаев К. И. Джезказган в итоге первой пятилетки и ближайшие задачи по его освоению. «Цветные металлы», 1934, № 1.

164. Сатпаев К. И. К проблеме Большого Джезказгана. «Народное хозяйство Казахстана», 1936, № 1—2.

165. Сатпаев К. И. Ближайшие задачи по исследованию и освоению минеральных богатств Джезказганского района. «Цветные металлы», 1940, № 4.

166. Сатпаев К. И. О некоторых специфических особенностях геологии и металлогении месторождений медистых песчаников Атбасар-Терсакканского района. «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1954, вып. 18.

167. Сатпаев К. И. Некоторые методические вопросы рудообразования на примере генезиса месторождений так называемых «медистых песчаников» гидротермального типа. В кн.: «Вопросы геологии Азии», т. II, 1955.

168. Сатпаев К. И. Рецензия на диссертационную работу В. М. Попова «Медистые песчаники Центрального Казахстана, Северной Киргизии и вопросы их генезиса». Фонды ГРЭ, ЦКГУ (ТГФ), 1955.
169. Сатпаев К. И. Основные специфические особенности геологии и металлогении Джезказган-Улутауского района (материалы к металлогенической прогнозной карте Центрального Казахстана). Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1956.
170. Сатпаев К. И. Джезказганский меднорудный район. М., Цветметиздат, 1932.
171. Сатпаев К. И. Основные черты геологии и металлогении Джезказганского меднорудного района. В сб.: «Большой Джезказган». М.—Л., 1935.
172. Сатпаев К. И. Основные элементы геологии и металлогении Джезказган-Улутауского района. В сб.: «Большой Джезказган», Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1951.
173. Сатпаев К. И., Сейфуллин С. Ш. Меднорудные месторождения Джиландинской группы. Отчет по работам 1938—1940 гг. Фонды ГРЭ.
174. Сатпаев К. И., Русаков М. П., Сейфуллин С. Ш., Штифанов В. И. К вопросам генезиса руд Джезказгана (против надуманных и беспочвенных теорий в рудогенетической науке). «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1956, вып. 23.
175. Сатпаева М. К. Структурно-морфологические особенности рудообразующих минералов богатых рениеносных руд Джезказгана. Фонды ИГН АН КазССР, 1967.
176. Сатпаева М. К. К вопросу об электронномикроскопическом изучении руд в полированных шлифах. «Вестник АН КазССР», 1962, № 11.
177. Сатпаева М. К. Электронномикроскопическое изучение рениевого минерала из Джезказганского месторождения. «Вестник АН КазССР», 1965, № 8.
178. Сатпаева М. К., Косяк Е. А. Исследование высокодисперсных рудных минералов с помощью электронного микроскопа и микронзонда. В сб.: «Физические методы исследования минералов осадочных пород». М., «Наука», 1966.
179. Сатпаева Т. А. Минералогические особенности месторождений типа медистых песчаников. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1958.
180. Сатпаева Т. А. Рудообразующие минералы Джезказганского месторождения. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1949.
181. Сатпаева Т. А. Генетические особенности месторождений типа медистых песчаников в связи с минералогическим составом их руд. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1958.
182. Сатпаева Т. А. Бетехтинит в рудах Джезказганского месторождения. «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1959, вып. 1.
183. Сатпаева Т. А., Калинин С. К., Сатпаева М. К., Марауванов В. Л. Особенности проявления рения в рудах Джезказганского месторождения. «Вестник АН КазССР», 1962, № 12.
184. Сатпаева Т. А., Калинин С. К., Файн Э. Е. Спектрографическое изучение медных руд Джезказгана на редкие и рассеянные элементы. «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1959, вып. 2.
185. Сатпаева Т. А., Калинин С. К., Файн Э. Е. О содержании рения в медных рудах Джезказгана. «Вестник АН КазССР», 1959, № 5.
186. Сейфуллин С. Ш. Основные геологические особенности медных месторождений Джезказганского рудного района. «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1957, вып. 1.
187. Сейфуллин С. Ш. Джезказганское меднорудное месторождение (геологическая записка к генеральному подсчету запасов месторождения на 1. I 1945 г.). Фонды ГРЭ, 1946.
188. Сейфуллин С. Ш., Штифанов В. И., Есенов Ш. Е. Геологоразведочный отчет к генеральному подсчету запасов Джезказганского месторождения по состоянию на 1. I 1953 г. Фонды ГРЭ, 1953.
189. Сейфуллин С. Ш., Копяткевич Л. В. Сравнительный анализ данных разведки и эксплуатации по запасам нескольких шахтных полей Джезказганского месторождения. В сб.: «Большой Джезказган. Геология и металлогения», 1961.
190. Сейфуллин С. Ш., Копяткевич Л. В. Обоснование рациональной методики разведки месторождений джезказганского типа. «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1966, № 1.
191. Сейфуллин С. Ш., Нуралин Н. Н. Геолого-структурные условия формирования месторождения Джезказган. Алма-Ата, «Наука», 1964.
192. Сидоренко А. В. Сокровища недр — народному хозяйству. «Правда» от 31 марта 1965 г.
193. Сидоренко А. В. О задачах геологов по обеспечению минерально-сырьевыми ресурсами развития народного хозяйства. В сб.: «Материалы Всесоюзного совещания геологов». М., 1965.

194. Смирнов В. И. Подсчет запасов минерального сырья. М., Гостеоллиздат, 1950.
195. Смирнов В. И. Геологические основы поисков и разведок рудных месторождений. М., «Наука», 1964.
196. Смирнов В. И. Геология полезных ископаемых. М., «Недра», 1965.
197. Смирнов В. И. Геологическая основа поисков и разведки рудных месторождений. М., Изд-во МГУ, 1957.
198. Смирнов В. И., Прокофьев А. П. и др. Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых. М., Гостеолтехиздат, 1960.
199. Соколовский Ю. А. Геологоразведочные работы как самостоятельная отрасль материального производства. «Советская геология», 1967, № 4.
200. Соловьев Н. Н., Евлюхин Ю. Я. Методика определения минимального промышленного и бортового содержаний. «Разведка и охрана недр», 1968, № 5.
201. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза, т. III. М., 1962.
202. Тажибаева П. Т. Литолого-петрографические исследования джезказганских свит в связи с проблемой генезиса руд Джезказганского месторождения. Алма-Ата, «Наука», 1963.
203. Татаринов П. М. Условия образования рудных и нерудных полезных ископаемых. М., 1963.
204. Федорчук В. П. Методика поисков и разведка скрытого ртутно-сурьмяного оруденения. М., «Недра», 1964.
205. Хамрабаев И. Х. Магматизм и постмагматические процессы в Западном Узбекистане. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1958.
206. Хордикийнен М. А., Добрынина Л. С., Никаноров М. И., Баркалов И. А. Гидрогеологические условия Джезказган-Улутауского района и результаты разведки запасов подземных вод за 1958—1960 гг. ДКГРЭ, фонды МГ и ОН КазССР, 1961.
207. Хрущов Н. А. Некоторые вопросы конкретной экономики геологоразведочных работ. М., Углетехиздат, 1957.
208. Хрущов Н. А. Вопросы экономической эффективности геологоразведочных работ. «Советская геология», 1963, № 9.
209. Хрущов Н. А. Вопросы экономической эффективности геологоразведочных работ. «Советская геология», 1965, № 9.
210. Чухров Ф. В. Зона окисления сульфидных месторождений степной части Казахстана. М., 1950.
211. Чухров Ф. В. Рудные месторождения Джезказган-Улутауского района. М.—Л., 1940.
212. Шаталов Е. Г. Некоторые предположения о классификации рудоносных площадей. «Узбекский геологический журнал», 1961, № 6.
213. Шведко В. К. Рудничная геологическая служба на Джезказганском медном месторождении. В сб.: «Большой Джезказган», 1961.
214. Шведко В. К. О фактах проявления гидротермальных процессов в Джезказганском месторождении. «Вестник АН КазССР», 1961, № 10.
215. Шехтман П. А. О расположении разведочных пересечений. «Ученые записки САИГИМС», 1961, вып. 6.
216. Штифанов В. И., Голоднова Н. Б. Разведанность и направление геологоразведочных работ по Джезказганскому месторождению. В сб.: «Большой Джезказган», 1961.
217. Штифанов В. И., Сатпаев К. И., Сейфуллин С. Ш., Есенов Ш. Е. Геологические факторы локализации оруденения и направление дальнейших геологопоисковых и разведочных работ на медь в Джезказганском районе. В сб.: «Большой Джезказган», 1961.
218. Шубин А. Н., Флеров А. А., Коноплянцев М. А. Подземные воды района рудника Джезказган. (Отчет по работам 1940—1941 гг.). Фонды Джезказганской ГРЭ, 1942.
219. Шутов В. Д., Дружинин И. П. О фациально-литологическом контроле в размещении медного оруденения в Джезказгане. «Литология», 1963, № 3.
220. Шутов В. Д., Дружинин И. П. О фациальном составе и некоторых вопросах эпигенетического преобразования пород Джезказгана. В сб.: «Дельтовые и мелководные морские отложения». М., Изд-во АН СССР, 1963.
221. Щерба Г. Н. и др. Геология и металлогения Успенской тектонической зоны, т. 1—4. Алма-Ата, «Наука», 1967.
222. Яговкин И. С. Геологический очерк Джезказган-Улутауского района. В сб.: «Большой Джезказган». М.—Л., 1935.
223. Яговкин И. С. Минеральные ресурсы Джезказганского района. «Изв. Геолкома», 1925, вып. 3.
224. Яговкин И. С., Никитин Н. М. Джезказганское рудное месторождение КазССР. Тр. ВГРО, М., 1934.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РУДНОМ ПОЛЕ	5
Географическое положение, рельеф, гидросеть, климат	—
Геологическая изученность района	7
Глава II. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА	16
Стратиграфия	—
Интрузивные образования	24
Тектоника	—
История геологического развития	27
Полезные ископаемые	27
Глава III. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ДЖЕЗКАЗГАНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ	32
Дробная стратиграфия рудоносной толщи Центрального Джекказгана	—
Стратиграфия рудоносной толщи в районе Джиландинской группы месторождений	38
Литолого-петрографическая характеристика пород рудоносной толщи	40
Тектоника центрального рудного поля	46
Тектоника рудного поля Джиландинской группы месторождений	49
Закономерности пространственного размещения рудных тел	50
Органическое вещество в рудоносной толще	54
Морфология и размеры рудных тел Центрального Джекказгана	56
Краткая геологическая характеристика месторождений Джиландинской группы	83
Характер выклинивания и изменчивости рудных тел	104
Минералогическая характеристика руд Центрального Джекказгана	105
Характеристика минералогической зональности	124
Характеристика попутных компонентов и их промышленное значение	127
Генезис месторождений Джекказганского рудного поля	136
Глава IV. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУДНОГО ПОЛЯ И ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИТЬЕВОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДОЙ	149
Характеристика водоносных горизонтов и обводненность рудных полей	—
Обеспеченность Джекказганского промышленного узла питьевой и технической водой	154
Глава V. ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ	158
Общие сведения о разведанности рудного поля	—
Топографические работы	161
Геологосъемочные работы	—
Геофизические работы	—
Горноразведочные работы	164
Буровые работы	165
Картировочное бурение	—
Методика буровой разведки	—
Конструкция разведочных скважин колонкового бурения	167
Данные об искривлении скважин и методы измерения	—
Данные о выходе керна	168
Опробование	169

Методика производства анализов на основные компоненты и результаты внутреннего и внешнего контроля	173
Методика производства анализов на редкие элементы и результаты контроля	174
Глава VI. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ	180
Общие сведения об эксплуатации месторождения	—
Система эксплуатации месторождения	—
Результаты сравнения запасов и параметров рудных тел по данным разведки и эксплуатации	186
Некоторые данные сравнительного анализа по комплексным рудам	194
Глава VII. КАЧЕСТВЕННАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУД	196
Химический состав и физические свойства руд	—
Типы и сорта руд	197
Данные о методах обогащения	198
Возможность извлечения попутных компонентов	201
Глава VIII. ЗАПАСЫ РУДНОГО ПОЛЯ	203
Кондиции, положенные в основу учета запасов	—
О принятых границах подсчета и новой номенклатуре залежей	205
Обоснование принятых методов оконтуривания подсчета и категоризации запасов	208
Описание принятых способов вычисления средних значений мощности и содержания по выработкам и подсчетным блокам	212
Учет «ураганных» содержаний	213
Методика подсчета запасов попутных компонентов	—
Принятые значения объемного веса	216
Принятые значения влажности	217
Запасы руды и металлов, выявленные в Джезказганском рудном поле по состоянию на 1 января 1968 г.	—
Глава IX. ИТОГИ ПРОВЕРКИ ЛОКАЛЬНОГО ПРОГНОЗА ПЕРСПЕКТИВ РУДНОГО ПОЛЯ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ В ДЖЕЗКАЗГАНЕ	220
Итоги локального прогноза в Джезказгане	—
Некоторые данные, характеризующие эффективность геологоразведочных работ в Джезказгане	225
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	227
Литература	230

Есенов Шахмардан Есенович

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
И МЕТОДИКА РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ДЖЕЗКАЗГАНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Редактор *Р. И. Суворова*
Худож. редактор *И. Д. Суцих*
Техн. редактор *П. Ф. Алферова*
Корректор *И. А. Порываева*

* * *

Сдано в набор 11/X 1968 г. Подписано к печати 21/XI 1968 г. Формат 70×108¹/₁₆.
Бумага № 1. Усл. печ. л. 21,41 (5 вклеек). Уч.-изд. л. 23. Тираж 300. Цена 2 р. 50 к.

* * *

Типография издательства «Наука» Казахской ССР, г. Алма-Ата, ул. Шевченко, 28.
Зак. 160.

5471