

D 14502



МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ  
ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ  
(АРМНИПРОЦВЕТМЕТ)

(47.98)

Для служебного пользования  
Экз. 1

ГЛАВА 4. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ВОДСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

1. Череды и их стратиграфия . . . . . 8

2. Структурные особенности неосторождения . . . . . 14

3. Морфология рудных тел . . . . . 21

4. Заглубление строения рудных тел . . . . . 30

5. Вексы и их роль в характере . . . . . 33

К.А. ПАРСАМЯН

МЕТОДЫ РАЗВЕДКИ И ОПРОБОВАНИЯ ВОДСКОГО  
ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АРМЯНСКОЙ ССР

ГЛАВА 5. МЕТОДЫ РАЗВЕДКИ ВОДСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

1. Анализ геологических данных . . . . . 42

2. Выбор оптимальной системы работ по разведке и опробованию . . . . . 48

Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук

Научный руководитель - доктор геолого-минералогических наук, профессор Б.С.ВАРТАПЕТЯН

Երև. քաղաքականության ինստիտուտի  
ՀԱՆՐԱՊԵՏԱՆԱԿԱՆ ԳՐԱԴԱՐԱՆ  
Фундаментальная библиотека  
Груз. Политехнического Института

г.Ереван - 1975 г.



# О Г Л А В Л Е Н И Е

Стр.

У. Интерпретация результатов экспериментальных работ

Стр.

В В Е Д Е Н И Е . . . . .	I
ГЛАВА I. ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И РУДОНОСНОСТИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА СЕВАН . . . . .	5
ГЛАВА II. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЗОДСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ . . . . .	
I. Породы и их стратиграфия . . . . .	8
2. Структурные особенности месторождения . . . . .	14
3. Морфология рудных тел . . . . .	21
4. Внутреннее строение рудных тел . . . . .	30
5. Вещественный состав руд и характер оруденения . . . . .	33
6. Закономерности распределения и контроль оруденения . . . . .	36
ГЛАВА III. МЕТОДЫ РАЗВЕДКИ ЗОДСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ . . . . .	45
I. Анализ разведочных данных . . . . .	47
2. Выбор оптимальной плотности наблюдений при разведке и опробовании . . . . .	58
3. Оптимальная разведочная сеть при различных стадиях разведки на Зодском месторождении . . . . .	68
ГЛАВА IV. РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ МЕТОДИКИ ОПРОБОВАНИЯ . . . . .	85
I. Выбор участка и объем эксперименталь- ных работ . . . . .	86
2. Методика проведенных экспериментальных работ . . . . .	88



# ВВЕДЕНИЕ

Стр.

3. Интерпретация результатов экспериментальных работ . . . . . 94

ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . . 145

ЛИТЕРАТУРА . . . . . 151

Разработка рациональной методики эксплуатационной разведки и извлечения Зодского месторождения "внедрены" в производство.

Автором рассмотрены также результаты своих ранее проведенных исследований (1955-1958 гг.) в работе Зодской ГРП, в которых он выполнял работу в качестве старшего геолога.

Важно отметить в 1951 г. Зодское геотектоническое месторождение восточнее разработывалось вначале предположительно в глубокой древности. Судя по геологическим археологическим данным начало разработки относится к XII-XI в. до н.э.

Зодское геотектоническое поле является типичным примером тектонических полей, которые приурочены к основному и уступочному породам. Восьмью лет работы можно только предполагать для разработки нового, более совершенного метода, который геотектонически связывается с комплексом местных структур.

Рудный район в месторождении исследовали: А.Г. Боталов (1930-1937), К.Н. Пойфалов (1934-1948), И.Г. Макашова (1948-1956), В.М. Давыдова (1952), А.А. Габриэлян (1956, 1959), С.С. Мирончик (1957), Е.С. Вертлягина (1956), А.Т. Асхадян (1958), Т.А. Тумчарова (1959), Т.М. Сухомин, Г.А. Нарендик (1958-1955), Т.Р. Якимид, А.В. Митрофанова (1953), С.М. Митрофанова (1955-1961), В.О. Амирхан (1961), В.В. Абрамова (1961), М.К. Чиликина (1963), В.С. Нарендик и др. (1966), В.М. Меласян (1963-1973), В.Р. Бельгаров (1964), Б.Н. Кавказян (1972) и другие.

В процессе выполнения геологических работ автором применялись



## В В Е Д Е Н И Е

Настоящая работа составлена в результате восьмилетних (1964-1972 гг.) исследований автора, проведенных в научно-исследовательском горнометаллургическом институте (НИГМИ), ныне "Армнипроцветмет". Практические выводы и рекомендации этих работ, проводившихся по договору с Зодским комбинатом по теме "Разработка рациональной методики эксплуатационной разведки и опробования Зодского месторождения" внедрены в производство.

Автором использованы также результаты своих ранее проведенных исследований (1955-1958 гг.) в работе Зодской ГРП, в которых он принимал участие в качестве старшего геолога.

Вновь выявленное в 1951 г. Зодское золоторудное месторождение неоднократно разрабатывалось нашими предками еще в глубокой древности. Судя по некоторым археологическим данным начало его разработки относится к XIII-XII в. до н.э.

Зодское золоторудное поле является типичным примером тех рудных полей, которые приурочены к основным и ультраосновным породам. Здесь эти породы являются только вмещающими для оруденения золота, серебра и теллура, которые генетически связываются с комплексом кислых интрузий.

Рудный район и месторождение исследовали: А.Г.Бетехтин (1930-1937), К.П.Паффенгольц (1934, 1948), И.Г.Магакьян (1948, 1956), Т.Ш.Татевосян (1952), А.А.Габриелян (1956, 1959), С.С.Мкртчян (1957), Б.С.Вартапетян (1956), А.Т.Асланян (1958), Т.А.Твалчредлидзе (1959), Т.М.Степанян, Г.И.Шарашидзе (1952-1955), Т.Г. Яшвили, А.В.Петеряхина (1953), С.М.Матевосян (1955-1965), Ш.О. Амирян (1961), С.Б.Абовян (1961), М.К.Чичинадзе (1963), П.С. Бернштейн и др. (1968), Э.М.Мадатян (1963-1973), Б.Г.Безирганов (1969), Б.П.Меликян (1972) и другие.

В процессе выполнения тематических работ автором применялся

широкий комплекс исследований по разведке и опробованию с учетом результатов опытно-методических исследований известных золоторудных полей Союза.

Основная цель проводимых нами исследований заключалась в разработке методики разведки и опробования в условиях Зодского золоторудного месторождения. Однако, в связи с недостаточностью изучения и неясностью вопросов, касающихся морфологии и внутреннего строения рудных тел, закономерностей пространственного размещения оруденения, текстурных особенностей руд и др., автором проведены крупномасштабное картирование наиболее интересных участков подземных горных выработок и места взятия проб, большое количество замеров трещин для статистического анализа трещинной тектоники месторождения и другие исследования.

Материал детального картирования являлся основой первой (геологической) части работы, где, наряду с кратким изложением геологической обстановки, более детально рассматриваются вопросы морфологии, структурно-текстурных особенностей руд и закономерности размещения оруденения.

Вторая часть диссертации посвящена методам разведки Зодского месторождения. На основе анализа разведочных материалов установлены виды и статистики распределения содержаний золота и серебра, мощности рудных тел и дана количественная характеристика изменчивости этих элементов<sup>х)</sup>. На этой основе определена рациональная сеть для различных стадий разведки и установлена последовательность геологоразведочных работ для изучения флангов и глубоких горизонтов месторождения.

Заключительная глава посвящена исследованиям по совершенствованию методики опробования. Здесь, для выбора рациональной методики

<sup>х)</sup> В работе все цифровые показатели (содержание и параметры рудных тел) приведены в условных единицах, полученных посредством переводных коэффициентов.



опробования экспериментировались почти все ныне существующие способы пробоотбора (с отбором 57 шт. валовых, 43 шт. задириковых и 1009 шт. бороздовых проб с общим весом 166 т). Производилось сопоставление результатов отобранных проб и рекомендованы наиболее рациональные методы и способы опробования для раз<sup>ве</sup>дочных и горно-подготовительных работ.

Экспериментальными исследованиями (в двух опытных ортах) установлена достоверность опробования скважин ударно-вращательного бурения в условиях Зодского месторождения и они рекомендованы (с другими типами скважин горизонтального бурения) для широкого применения при разведке и опробовании. Наряду с опробованием скважин произведен также ситовой анализ шлама, с целью определения гранулометрического состава шламовых проб.

С целью проверки значения коэффициента "К" формулы  $Q = Kd^2$  применяемой на месторождении для обработки проб и возможно упрощения схемы обработки, также производились экспериментальные исследования.

Для определения надежности результатов анализов и выявления возможных погрешностей работы пробирной лаборатории НИГМИ, был произведен внутренний контроль на золото и серебро.

В процессе полевых и камеральных работ автор пользовался поддержкой и ценными советами сотрудников НИГМИ канд. геол.-мин. наук Г.Е.Кочиняна, Г.Г.Шехяна, К.М.Мартикяна, Ф.Г.Шамцяна, А.Д.Рудневой, В.В.Товмасына, Ф.А.Чахкаляна, Л.Б.Магакяна и других товарищей по работе, за что приносит им искреннюю благодарность.

Автор признателен также руководству Зодского комбината, опытной обогатительной фабрики и геологической службе ГРЭ, оказавшим большую помощь в выполнении полевых и экспериментальных

исследований.

## Գ Լ Ա Վ Ա Ի

Глубокую признательность автор выражает научному руководителю доктору геолого-минералогических наук, профессору Б.С.Вартапетяну за руководство, постоянную помощь и поддержку в работе.

Вспомогательные геологические скважины и металлогенная бассейны оз. Севан и прилегающих частей Низкого Иджеванского бассейна занимались многие геологи: Г.В.Абих (1882), Ф.Ф.Севастьян (1915-16), К.Н.Варфоломеев (1934, 1944), В.Л.Резагарян (1959), А.Г.Ботехтин (1937), А.А.Габриэлян (1956, 1959), И.Г.Магакян, С.С.Мирчян (1957), И.Г.Магакян (1954, 1960), А.Т.Асланян (1958), Б.С.Вартапетян (1965), В.Е.Тейн, Л.Н.Левин (1950), Т.В.Тателосян (1952), С.Б.Абовян (1961) и др.

Стратиграфический разрез северо-восточного побережья озера Севан, согласно исследованиям С.Б.Абовяна (1961), представляется следующим образом (сверху-вниз, рис. 1, 2).

Вулканиогенно-осадочные породы нижнекаменноугольного возраста, представляющие корфритики, туфобрекчии, туфоангидриды, обнажены в западной и восточной частях оз. Севан.

На них согласно залегает синий известняк и мергель верхне-каменноугольного возраста, развитый вдоль всего северо-восточного побережья оз. Севан.

Выше они согласно сменяются отложениями среднего возраста, сложенными преимущественно известняками (мундштеттскими).

Олигоценовые толщи эффузивных пород (андезиты, лавариты), которая согласно залегает на среднекаменноугольных известняках, развиты в юго-восточной части района.

Современные вулканико-декабрические образования, развиты вдоль всего северо-восточного побережья озера Севан и юго-востока района, в Иджеванской равнине.



## Г Л А В А I

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И РУДОНОСНОСТИ  
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА СЕВАН

Вопросами геологического строения и металлогении бассейна оз.Севан и прилегающих частей Малого Кавказа занимались многие геологи: Г.В.Абих (1882), Ф.Ф.Освальд (1915-16), К.Н.Паффенгольц (1934, 1948), В.П.Ренгартен (1959), А.Г.Бетехтин (1937), А.А.Габриелян (1956, 1959), И.Г.Магакьян, С.С.Мкртчян (1957), И.Г.Магакьян (1954, 1960), А.Т.Асланян (1958), Б.С.Вартапетян (1965), В.Е.Хайн, Л.Н.Леонтьев (1950), Т.Ш.Татевосян (1952), С.Б.Абовян (1961) и др.

Стратиграфический разрез северо-восточного побережья озера Севан, согласно исследованиям С.Б.Абовяна (1961), представляется следующим образом (снизу-вверх, рис. 1, 2).

Вулканогенно-осадочные породы нижнесенонского возраста, представленные порфиритами, туфобрекчиями, туфоконгломератами, обнажаются к востоку от сел. Бабаджан.

На них согласно залегает свита известняков и мергелей верхнесенонского возраста, развитая вдоль всего северо-восточного побережья оз.Севан.

Выше они несогласно сменяются отложениями среднего эоцена, сложенными песчанистыми известняками (нуммулитовыми).

Олигоценовая толща эффузивных пород (андезиты, липариты), которая несогласно залегает на среднеэоценовых известняках, развита в юго-восточной части района.

Современные аллювиально-делювиальные образования, развиты вдоль всего северо-восточного побережья озера Севан и юго-востока района, в Мазринской равнине.

Восточная часть

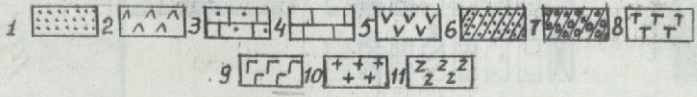
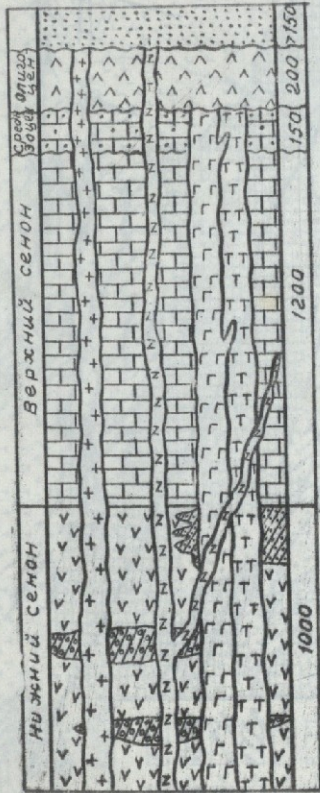


Рис. I. Стратиграфическая колонка восточной части северо-восточного побережья озера Севан

I - Аллювиально-делювиальные отложения; 2 - олигоцен, андезиты, липариты; 3 - палеоцен, эоцен, известняки песчанистые (нуммулитовые); 4 - верхний сенон, известняки, мергели; 5 - нижний сенон, порфириды; 6 - нижний сенон, туфогенные породы; 7 - нижний сенон, туфобрекчии, туфоконгломераты; 8 - верхний эоцен, ультраосновные породы; 9 - верхний эоцен, основные породы; 10 - миоцен, гранодиориты, кварцевые диориты, плагиограниты; 11 - миоцен, дайки диабазов и диорит-порфиридов.



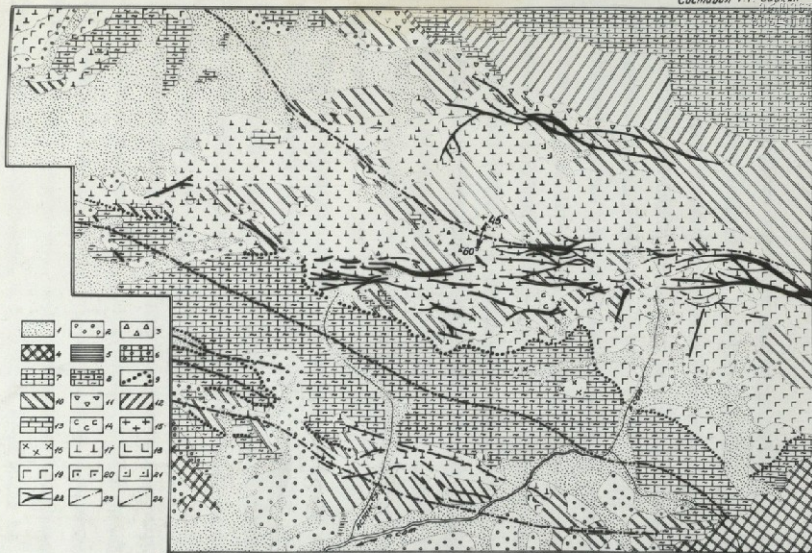


Рис. 2. 1. Ялловоильные отложения. 2. Делювиальные отложения. 3. Конгломераты и брекчи. 4. Интрузивы: габбро, андезиты-базальты, андезиты, габбро и кристаллические туфы кислые лав. 5. Слоистые глины с прослоями бурого угля. 6. Известковистые песчаники. 7. Песчанистые известняки. 8. Жервалистые известняки. 9. Базальтные конгломераты. 10. Пережелезняющаяся толща порфиритов, андезитов, диабазов, туфо-песчаников, туфобрекчий и туфоконгломератов. 11. Конгломераты. 12. Туфопесчаники. 13. Мерморизованные рифовые известняки. 14. Скарнированные породы. 15. Розовообманчатый халькоприн. 16. Пироксеновые кварцит-порфириты. 17. Серпентинизированные перидотиты и серпентиниты. 18. Пироксениты. 19. Габбро. 20. Лейкохромовое габбро. 21. Розовообманчатое габбро. 22. Зоны гидротермально измененных раздробленных пород. 23. Оси антиклинальных складок. 24. Оси синклинальных складок (3. Плищен (?); 4, 5. Оливец, 6, 7. средн. яэчен, 8, 9. Верх. Зенон, 10-13. нижн. Зенон, 14-16. пост. средн. яэчен, 17-21. до Верхн. Зенонские)

В районе кроме вышеуказанных образований большое распространение имеют также интрузивные и жильные образования основных и ультраосновных пород различного состава и разного возраста, которые обнажаются вдоль юго-западного склона Севанского хребта в виде отдельных крупных и мелких массивов.

Район развития ультраосновных и основных пород северо-восточного побережья оз.Севан, где расположено Зодское золоторудное месторождение, по К.Н.Паффенгольцу входит в складчатую зону Армении, по А.А.Габриеляну (1956) - в Севано-Ширако-Акеринскую геосинклиналию зону или Севано-Амасийскую структурно-металлогеническую зону по схеме И.Г.Магакьяна (1954,1957,1960) и по А.Т.Асланяну (1958), входит в Присеванскую мегасинклиналию зону Севанского оротектонического пояса.

Севано-Амасийская структурно-металлогеническая зона вытянута в северо-западном направлении, где вдоль глубинных разломов внедрились интрузии ультраосновной и основной магмы. На юго-восточном крыле этой зоны по разломам более позднего происхождения внедрились интрузии гранитоидов верхнетретичного возраста.

Вышеотмеченная геосинклиналия зона по А.А.Габриеляну (1956) представляет крупный дугообразный прогиб, приуроченный к глубинному разлому, вдоль которого внедрились породы офиолитового пояса Закавказья. Она в период юры, мела и палеогена находилась в стадии геосинклиналиального развития, а с миоцена происходит ее общее поднятие. Время заложения этой зоны А.А.Габриелян считает - верхний мел.

С магмой основного и ультраосновного состава связаны месторождения хромита, асбеста, магнезита и проявления платины, а с интрузиями гранитоидов связаны Зодское месторождение золота, проявления ртути и сурьмы.



Северная и южная границы Севано-Амасийской зоны тектонические. По К.Н.Паффенгольцу (1948), северной границей этой зоны с Сомхето-Ганджинской полого-складчатой зоной является Муровдагский надвиг с пологим падением плоскости надвига на СВ; а южной - Даралагязский надвиг, с падением плоскости на ЮЗ. По А.А.Габриеляну, ее границами являются: Севано-Акеринский глубинный разлом на севере и Анкавано-Зангезурский на юге.

Вопрос о возрасте формации ультраосновных и основных пород северо-восточного побережья оз.Севан остается пока спорным.

К.Н.Паффенгольц (1934,1948), С.Б.Абовян (1955), А.А.Габриелян (1959), возраст указанных пород считают как верхнеэоценовый. Породы основной и ультраосновной формации прорывают среднеэоценовые вулканогенно-карбонатные породы и перекрываются трансгрессивно вулканогенной толщей олигоцена (к востоку от сел.Зод).

Исследователи района: К.Н.Паффенгольц (1948), Л.Н.Леонтьев и В.Е.Хайн (1949), Т.Ш.Татевосян (1952), Э.Ш.Шихалибеги (1956), А.Т.Асланян (1958), А.А.Габриелян (1959), О.А.Саркисян (1959) и др. считают, что Севано-Акеринская зона являлась областью интенсивных пликативных и дизъюнктивных дислокаций, где в верхнемеловое-нижнетретичное время формируется ряд линейных изоклинальных складок широтного и северо-западного направления, а также образуются глубинные разломы, вдоль которых внедряются линейно-вытянутые интрузивные тела основных и ультраосновных формаций.

Указанные отложения основных и ультраосновных пород имеют интрузивный контакт.

## Г Л А В А П

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЗОДСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

#### I. Породы и их стратиграфия

Описываемое золоторудное месторождение находится в 25 км к северо-востоку от районного центра г.Варденис (бывш.сел.Басаргечар) Армянской ССР (рис. 3).

Месторождение пространственно приурочено к основным и ультраосновным породам, расположено в ядре антиклинальной складки Севано-Акеринской геосинклинальной зоны и имеет гидротермальное происхождение.

В геологическом строении месторождения принимают участие (рис. 4 и 5) основные и ультраосновные породы и вулканогенные, вулканогенно-осадочные и осадочные толщи нижнего и верхнего сенона, среднего эоцена и олигоцена, а также четвертичные аллювиально-делювиальные образования.

Указанные породы мела и третичные образования слагают вышеотмеченную антиклинальную структуру, имеющую субширотное простирание.

Вулканогенная толща нижнего сенона представлена измененными карбонатизированными и хлоритизированными диабазами, порфиритами, туфоконгломератами, туфобрекчиями, песчаниками, туфопесчаниками, различными сланцами и мраморизованными известняками.

Карбонатная толща верхнего сенона представлена известняками и мергелями с базальными конгломератами в основании. Гальки в базальных конгломератах представлены диабазами, туфами, известняками, порфиритами, мергелями и закреплены карбонатным цементом. В базальных конгломератах часто наблюдаются прожилки гидроокислов железа. Указанные отложения<sup>С</sup> основными и ультраосновными породами имеют интрузивный контакт.





Рис. 3

ЗОДСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ  
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ЦЕНТРАЛЬНОГО  
УЧАСТКА

Составили Э.Ш. Абсалим,  
В.В. Габриелян,  
О.С. Брутян

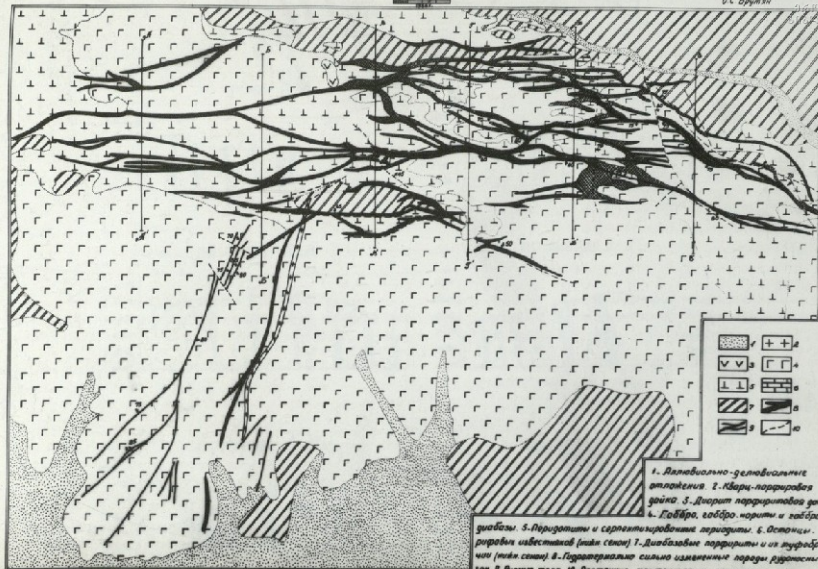


Рис. 4



# РАЗРЕЗЫ К ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО УЧАСТКА ЗОДСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

по линии А-А'



по линии Б-Б'



по линии В-В'



по линии Г-Г'



по линии Д-Д'



по линии Е-Е'



В известняках, залегающих на конгломератах, иногда наблюдаются рудные минералы.

Песчанисто-карбонатная толща эоцена, трансгрессивно и с угловым несогласием налегающая на карбонатную толщу сенона, представлена грубослоистыми сильно песчанистыми известняками с фауной нуммулитов и пектенид. Она обнажается на юго-западной окраине месторождения.

### Интрузивные породы месторождения

Из интрузивных образований в пределах месторождения широко развиты породы основной и ультраосновной формаций, умеренно кислые гранитоиды, более поздние субвулканические малые интрузии и жильные образования.

В районе Зодского месторождения обнажается крупный Караиман-Зодский (или Инагдагский) интрузивный массив основных и ультраосновных пород. На северо-востоке вмещающие породы массива слагают туфогенно-обломочную толщу нижнего сенона, которая согласно перекрывается мергелями и известняками верхнего сенона. Указанные породы слагают северное и южное крыло антиклинальной складки, в ядро которой внедрены интрузивные породы ультраосновной и основной формации.

Азимут падения пород северного крыла -  $350 - 30^{\circ}$ , углы падения  $45 - 50^{\circ}$ . Южное крыло антиклинальной складки имеет азимут падения  $180 - 220^{\circ}$  под углами в  $60 - 65^{\circ}$ .

Караиман-Зодский массив расположен между сел. Караиман на западе и Зодским перевалом на востоке и вытянут в северо-западном направлении.

Ширина массива колеблется от 3,5 км (у с. Джанахмед) до 2,0 км (у с. Инагдаг), и, после постепенно расширяясь переходит на территорию

O.P. - 366



Азербайджанской ССР. Общая площадь выхода пород массива составляет около 60-65 км<sup>2</sup>.

Указанный массив сложен главным образом перидотитами с подчиненными участками дунитов, пироксенитов, габбро и метаморфическими разностями ультраосновных пород - серпентинитами, магнезитами и контактово-метаморфическими породами - лиственитами.

Как на всем протяжении полосы офиолитового пояса, так и на Караиман-Зодском массиве, указанные породы тесно связаны друг с другом. Наряду с взаимными постепенными переходами между ультраосновными и основными породами, наблюдаются также резкие контакты, в частности, на Караиман-Зодском массиве и, особенно, на Зодском месторождении.

На Зодском месторождении, как на поверхности, так и в подземных горных выработках часто наблюдаются прорывания ультраосновных пород апофизами габбро, которые говорят о несколько позднем внедрении габбровой магмы.

Ниже приводится краткая характеристика ультраосновных и основных пород месторождения.

**Перидотиты** - как по всему поясу ультраосновных пород, так и на Зодском месторождении, имеют наиболее широкое распространение.

Перидотиты представляют из себя серые, серовато-черные и зеленовато-серые, обычно серпентинизированные, массивные породы с темно- или коричневатой-бурой поверхностью выветривания. В породе легко заметны спайные плоскости зерен пироксена. Слабо серпентинизированные перидотиты представлены гипидиоморфнозернистой, иногда порфирированной и петельчатой структурами. В минеральном составе участвуют оливин, пироксен, хризотил, антигорит, магнетит, хромшпинелиды, хлорит

и карбонат. По степени измененности под микроскопом выделяются: свежие серпентинизированные перидотиты и апоперидотитовые серпентиниты, а также сильно измененные перидотиты, переходящие в тальк-магнезитовую породу.

**Дуниты** - среди перидотитов в пределах месторождений имеют очень незначительное развитие в виде шпировидных тел.

Дуниты плотные тонкозернистые породы темно-зеленого цвета. В свежем изломе имеют матовый блеск, поверхность излома раковистая.

Структура породы панидиоморфнозернистая, обусловленная идиоморфизмом зерен оливина размерами от 0,01 до 3-4 мм.

В минеральном составе дунитов участвуют оливин, антигорит, хризотил, хромшпинелиды, хлорит, магнетит. Оливин в породе обычно серпентинизирован, в той или иной степени замещен серпентином. По степени серпентинизации выделяются: свежие дуниты, серпентинизированные дуниты и аподунитовые серпентиниты. Свежие дуниты встречаются весьма редко в виде дайкообразных тел.

**Пироксениты** - среди Зодского габброперидотитового массива, по сравнению с перидотитами и дунитами, пользуются наименьшим развитием. Они представляют собой средне- и крупнозернистую породу темно-зеленого и зеленовато-серого цвета. Под микроскопом обладают пегматитовой, гипидиоморфнозернистой и петельчатой структурой. Они сложены ромбическим и моноклинным пироксеном, оливином, антигоритом, хризотилом, хромшпинелидами, магнетитом. Среди пироксенитов, в зависимости от степени серпентинизации, выделяются свежие и серпентинизированные, и, редко встречающиеся апопироксенитовые серпентиниты.

**Габбро** - на месторождении пользуется наиболее широким распространением. В зависимости от минералогического состава выде-



отложения.

## 2. Структурные особенности месторождения

Зодское месторождение приурочено к ядру антиклинальной складки северо-западного простирания. Складка сложена в ядре нижнесенонскими отложениями, прорванными интрузивными породами ультраосновного, основного и кислого составов. Крылья складки сложены верхнемеловыми и третичными отложениями. Юго-западное крыло складки падает под углом  $60-65^{\circ}$ , а северо-восточное -  $45-50^{\circ}$ . Отмеченная складка является основной контролирующей оруденение структурой.

Б.С.Вартапетян (1961), изучая разные рудные районы Армянской ССР, многочисленными примерами и фактами доказывает, что антиклинальные складки являются основными рудоконтролирующими структурами. Локализацию оруденения он связывает именно со сводовой частью этих структур.

Одновременно, с образованием упомянутой выше антиклинальной складки, а также при дальнейших тектонических движениях на месторождении, образовались разрывные нарушения, по которым впоследствии внедрились дайки. Они также сыграли основную в оруденении роль, как рудовмещающие структуры.

Контролирующая роль дизъюнктивных нарушений (рис. 6) проявляется в том, что разломы, способствуя свободной циркуляции гидротерм, обусловили концентрацию оруденения на определенных направлениях в виде гидротермально измененных зон и их апофиз, среди которых различаются жильные зоны, кварцевые жилы, линзообразные рудные тела и т.п. (рис. 10-14).

Для распределения оруденения значительную роль играли трещинные структуры второго порядка - сопряженные трещины и зоны дробле-

Составил: К.Д. Марсамян  
(по данным Зодской ГРЭ)

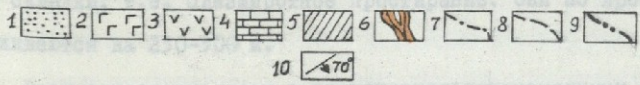
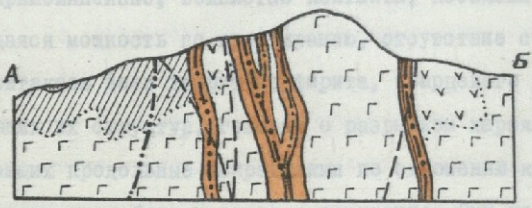
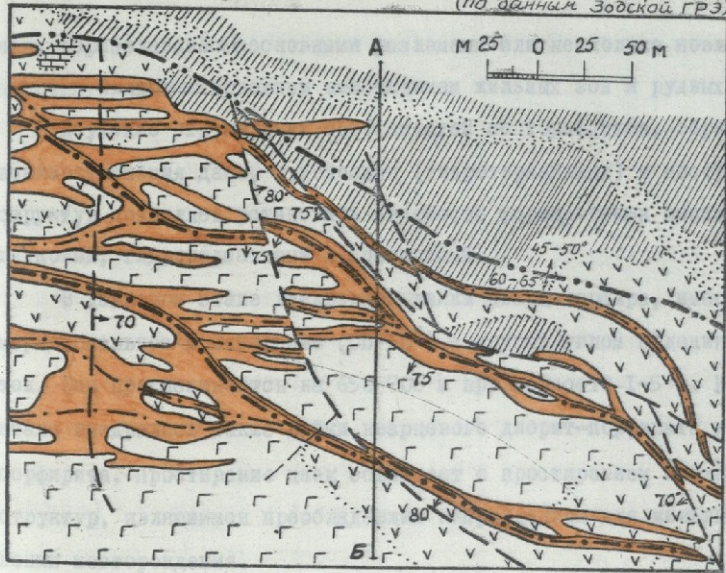


Рис. 6. Схема структурно-литологического контроля оруденения в пределах восточного фланга Зодского месторождения.

- 1. Аллювиально-делювиальные отложения. 2. Габбро, габбро-нориты, габбро-диабазы. 3. Перидотиты, серпентинизированные перидотиты.
- 4. Останцы рифовых известняков (ниж. сенон). 5. Диабазовые порфириты и их туфобрекчии (ниж. сенон). 6. Рудоносные зоны и кварцевые жилы. 7. Дорудные разломы. 8. Пострудные нарушения. 9. Ось антиклинали. 10. Элементы залегания зон и нарушения.



ния, образовавшиеся с основными разломами или несколько позже их, и являющиеся основным вместилищем жильных зон и рудных тел.

Изучение структурных особенностей месторождения, образования и взаимоотношения даек, рудоносных (гидротермальных) и пострудных структур позволяет установить этапность формирования месторождения: дайковый, гидротермальный и пострудный.

В дайковом этапе внедрялись дайки кварц-порфира, имеющие близмеридиональное простирание (СВ-10°) с крутым углом падения на восток. Они прослеживаются на 650-700 м при мощности 1-5 м. В указанном этапе внедрялись также дайки кварцевого диорит-порфирита и диорит-порфирита. Простирание даек совпадает с простиранием пликативных структур, являющимся преобладающим направлением для жильных образований месторождения.

Непрямолинейные, волнистые контакты, небольшая вытянутость и колеблющаяся мощность по простиранию, отсутствие следов перемещения вдоль контактов даек диорит-порфирита, кварцевого диорит-порфирита и вмещающих их структур, говорят о разрывном характере этих структур, имеющих продольные направления по отношению к оси антиклинальной складки, т.е. близширотное простирание. Они по простиранию прослеживаются на 230-300 м.

Взаимоотношение даек с гидротермально измененными рудоносными зонами и кварц-рудными жилами и прожилками, которые пересекают дайки, указывает на дорудный характер даек.

Исходя из многократности образования трещинных структур, в гидротермальном этапе развивался многостадийный рудный процесс.

На данном этапе развития месторождения образовались структуры различного характера и направления с различными минеральными ассоциациями.

Структуры гидротермального этапа развития секут пликативные структуры и интрузивные образования. Среди структур гидротермального этапа основная роль принадлежит тектоническим зонам дробления пород с рудной минерализацией. В пределах зон дробления развиты рудные и безрудные кварц-карбонатные жилы, прожилки, линзы, гнезда, которые характеризуются неровной, волнистой поверхностью контактов со штрихами и зеркалами скольжения и глиной трения, указывающие на сбросо-сдвиговые и сдвиговые подвижки в пределах самых зон.

На Зодском месторождении, в результате поисково-разведочных работ, выявлены четыре гидротермально измененные рудоносные зоны со своими апофизами. Рудоносные зоны имеют широтное - близширотное ( $270-280^{\circ}$ ) простирание и крутые ( $70-90^{\circ}$ ) углы падения на север, северо-восток, юг и на юго-запад.

Измененные зоны мощностью от 1 до 60 м, прослеживаются до несколько км. По зонам местами наблюдаются перемещения с небольшими амплитудами (от 1,0 до 10-12 м).

Совместно с образованием крупных нарушений на месторождении образовались также многочисленные трещины различных систем, часть которых заполнялась рудным и безрудным кварц-карбонатным материалом, глиной, брекчиевидной массой и т.д. В результате неоднократного подновления тектонических движений, порода, находящаяся в пространстве между нарушениями, превращена в перетертую, брекчиевидную массу.

Пострудные нарушения проявлены относительно слабо. Они накладывались в основном на ослабленные участки - зоны разломов, местами затрагивая рудные тела. В пострудных подвижках наблюдаются тектонические глинки, содержащие перетертые сульфиды и окатанные рудные гальки. Указанные подвижки хорошо развиты на восточном фланге место-



рождения (рис. 6,15). Здесь эти подвижки смещают рудные тела до 7-8 м. Обычно по месторождению амплитуда этих смещений колеблется в пределах от несколько десятков см до 10-12 м.

Пострудные трещины, имеющие характер скола, в большинстве случаев ориентированы вдоль зоны нарушений.

На территории месторождения установлены три группы пострудных нарушений: северо-восточные или близмеридиональные, северо-западные и широтные с азимутом падения  $80^{\circ}$ ,  $225^{\circ}$  и  $180^{\circ}$  под углами  $65-80^{\circ}$ .

Первые две группы являются доминирующими, а группа широтных трещин имеет ограниченное развитие и по ним пока не установлено значительных осложнений.

На Центральном участке месторождения установлены пять более или менее значительных по масштабу пострудных нарушений, имеющих в основном близмеридиональное простираие. Из разрывных нарушений наиболее развиты сдвиги, редко - сбросы.

Подразделение характера смещения имеет практическое значение, облегчающее разведку смещенных частей рудных тел.

В связи с небольшой амплитудой смещенная часть рудного тела легко обнаруживается, так что эти смещения ощутимых осложнений рудных тел не вызывают, хотя при эксплуатационной разведке и отработке они требуют особого подхода.

На Центральном участке месторождения, с целью определения системы трещин, было произведено большое количество замеров их элементов залегания по рудоносным зонам, вмещающим породам и в габброидном массиве.

По месторождению было замерено около 5300 трещин, и по ним составлены круговые диаграммы (рис. 7,8,9).

Как видно из диаграммы (рис. 7а), которая составлена только по тектоническим трещинам рудного тела № I, на горизонте 2366 м, выде-

ляются пять систем трещин. Наиболее распространенными являются трещины близширотного простирания. Четко проявляется максимум концентрации трещин, падающих по азимуту ЮВ -  $145-160^{\circ}$  под углом  $70-85^{\circ}$ . Вторая зона концентрации трещин проявлена значительно слабее, падают по азимуту СВ  $340-350^{\circ}$  под углом  $60-82^{\circ}$ .

По участкам первого рудного тела, на горизонте 2366 м, были произведены замеры трещин отдельности и составлена одна круговая диаграмма (рис. 7б). Здесь отчетливо выделяются две зоны концентрации трещин второго и третьего порядка. Максимум второго порядка концентрации трещин падают по азимуту ЮВ-В  $90-110^{\circ}$  под углом  $45-80^{\circ}$ , почти меридионального простирания, перпендикулярно к основным структурам. Максимум трещин 3<sup>го</sup> порядка концентрации падают по азимуту СВ  $330-355^{\circ}$  под углом  $45-80^{\circ}$ , по направлению к основным структурам месторождения.

Проведенные исследования на горизонтах 2447, 2366 и 2266 м, результаты которых отражены на диаграммах рис. 8а, б, в, г, позволяют установить закономерности распределения и системы рудных прожилков внутри жильных зон (подробно рассматривается в разделе "внутреннее строение рудных тел").

Составленные диаграммы, только по рудным кварц-карбонат-сульфидным прожилкам, показывают совпадение зоны концентрации этих прожилков с простиранием (СВ-З) основных структур. На указанных горизонтах, в рудоносных зонах выделяется только один максимум концентрации прожилков первого порядка, которые падают по азимуту СВ  $10-30^{\circ}$  под углом  $40-60^{\circ}$  (рис. 8а), ЮВ  $145-160^{\circ}$  под углом  $65-80^{\circ}$  (рис. 8в) и ЮВ-ЮЗ  $160-190^{\circ}$  под углом  $65-80^{\circ}$  (рис. 8г). Только на участке опытного блока выделяются две зоны концентрации рудных прожилков первого порядка, падающие по азимуту СВ-С  $340-360^{\circ}$  под углом  $65-80^{\circ}$  и ЮВ-Ю  $160-180^{\circ}$  под углом  $45-80^{\circ}$  (рис. 8б). Направление этих прожилков на опытном блоке в основном совпадает с направлением двух параллельных кварцевых



жил мощностью I - I,5 м, близширотного простирания с углом падения 78-85° (рис. 10).

Меридиональные и близмеридиональные зоны концентрации рудных прожилков второго и третьего порядка на месторождении слабо развиты и менее оруденелые. Они в основном падают по азимуту ЮЗ-СЗ 250-290° и СВ-ЮВ 75-105° под углом 50-80°.

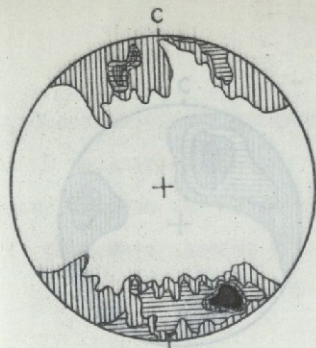
Аналогичная картина наблюдается и на сводных диаграммах трещиноватости в породах габбро, измененных зон и перидотитов по штольням (рис. 9а,б,в).

Как видно из диаграммы (рис. 9 б,в), на горизонтах 2447 и 2266 м, выделяются две зоны (максимум) концентрации трещин, падающих по азимуту СВ-СЗ 10 - 355° под углом 80-85° и ЮВ-ЮЗ 165-185° под углом 65-85° (рис. 9 б), СВ 5-20° под углом 70-75° и ЮВ 170-180° под углом 78-82° (рис. 9 в), почти широтного простирания, параллельно к основным структурам.

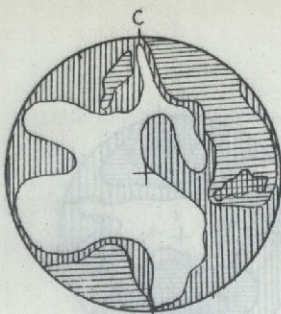
Из диаграмм (рис. 9 а), составленных по произведенным замерам трещин на горизонте 2366 м видно, что здесь четко выделяется только один максимум концентрации трещин, падающих по азимуту ЮВ 155-165° под углом 66-72°, имеющие также близширотное простирание.

По габброидному массиву на горизонте 2366 м составлены также одна круговая диаграмма с целью выяснения трещиноватости габброидных пород только по кварц-карбонатным рудоносным прожилкам и прожилкам (рис. 7 в). Здесь четко выделяется только один максимум, который падает по азимуту ЮВ 150-160° под углом 70-75° по направлению к основным структурам месторождения.

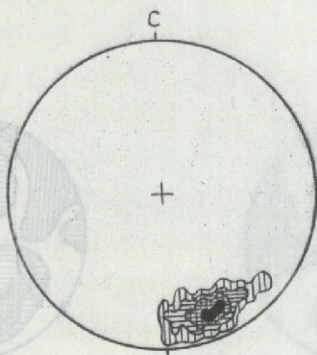
Следует отметить, что основное количество запасов приурочено к широтным и субширотным трещинам, кварц-карбонатным прожилкам и жилам. Серии оперяющих кварц-карбонатных прожилков характеризуются менее интенсивным оруденением и невыдержанностью структур. Меридиональные



а



б



в

Рис. 7. Диаграммы ориентировки трещин

- а - тектонические трещины по первому рудному телу;  
 385 замеров; плотность  $< 0,5 - 1,5 - 3 - 6 - 12 < \%$
- б - трещины отдельности по первому рудному телу;  
 332 замеров; плотность  $< 1 - 3 - 5 - 7 < \%$
- в - кварц-карбонатные рудоносные прожилки габброидного массива; 260 замеров; плотность  $< 1 - 2 - 4 - 7 - 9 < \%$ .

г - м. 25, гор. 2266 м; 285 замеров; плотность  $< 1 - 2 - 3 - 5 < \%$



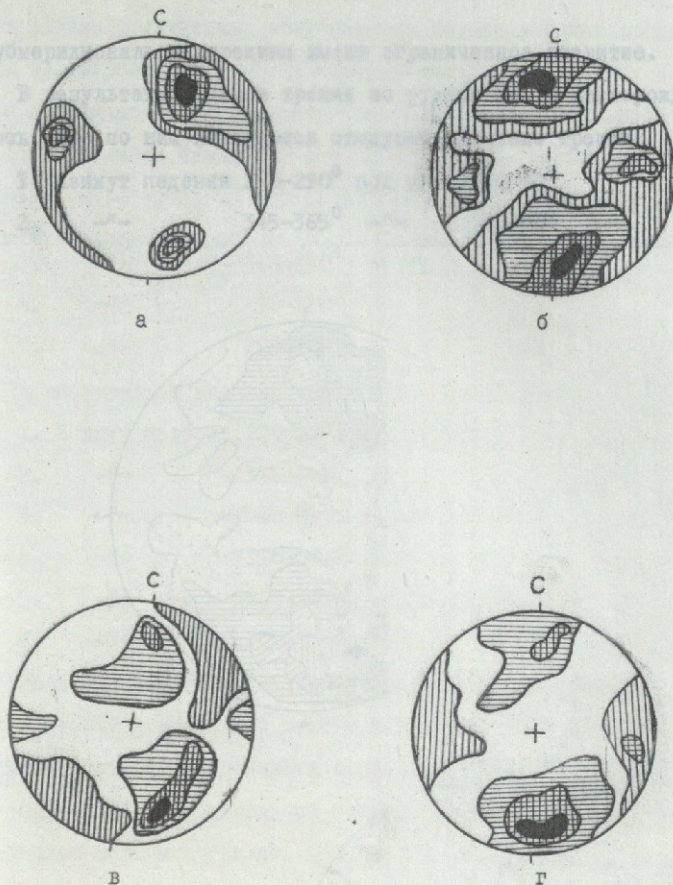
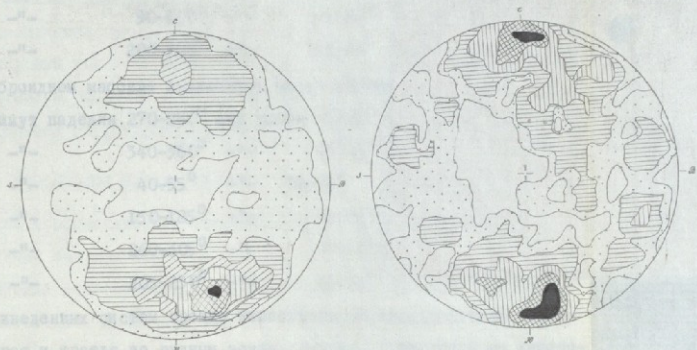
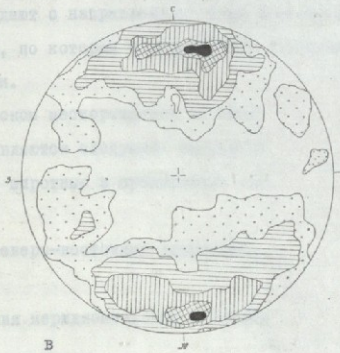


Рис. 8. Диаграммы ориентировки кварц-карбонатных рудных прожилков  
 а - шт. 1,2, гор. 2447 м, 255 замеров; плотность  $< 1 - 2 - 5 - 7 - 9 < \%$   
 б - шт. 5, гор. 2366 м; опытный блок; 435 замеров; плотность  $< 1 - 2 - 5 - 7 - 10 < \%$   
 в - шт. 5, гор. 2366 м; 310 замеров; плотность  $< 1 - 2 - 3 - 7 < \%$   
 г - шт. 25, гор. 2266 м; 285 замеров; плотность  $< 1 - 2 - 3 - 5 < \%$ .



а

б



в

Рис. 9. Сводные диаграммы ориентировки трещин в породах габбро, измененных зон и перидотитов по горным выработкам

а - шт. 5, 6, 9, II, I2, I3, гор. 2366 м;  
2190 замеров; плотность  
< 1-2-3-6-9-18-30 < %

б - шт. I, 2, 4, гор. 2447 м; 839 замеров;  
плотность < 1-3-5-9-12-18 < %

в - шт. 23, 25, гор. 2266 м; 967 замеров;  
плотность < 1-3-5-7-12-20 < %.



и субмеридиональные трещины имеют ограниченное развитие.

В результате замеров трещин по рудным зонам месторождения выяснилось, что по ним выделяются следующие системы трещин:

1. Азимут падения  $270-290^{\circ}$  под углом  $70-90^{\circ}$
2.    "-             $345-365^{\circ}$     "-             $60-80^{\circ}$
3.    "-             $160-180^{\circ}$     "-             $65-85^{\circ}$
4.    "-             $90-110^{\circ}$     "-             $50-80^{\circ}$
5.    "-             $200-220^{\circ}$     "-             $55-90^{\circ}$

В габброидном массиве выделяются шесть систем трещин:

1. Азимут падения  $270-280^{\circ}$  под углом  $55-65^{\circ}$
2.    "-             $340-360^{\circ}$     "-             $65-75^{\circ}$
3.    "-             $40-55^{\circ}$         "-             $50-60^{\circ}$
4.    "-             $150-185^{\circ}$     "-             $65-85^{\circ}$
5.    "-             $260-305^{\circ}$     "-             $60-90^{\circ}$
6.    "-             $205-230^{\circ}$     "-             $55-90^{\circ}$ .

Из приведенных систем трещин наибольшим распространением пользуются вторая и третья по рудным зонам, вторая и четвертая по габброидному массиву. Они совпадают с направлением линии течения рудоносных зон и габбровых пород, по которым и развиваются кварц-карбонат-сульфидные жилы и прожилки.

Таким образом на Зодском месторождении из всех систем нарушений и трещин, золотоносными являются следующие структурные типы:

1. Сдвиго-сбросовые, широтные и субширотные зоны гидротермально-переработанных пород.

2. Серии оперяющих северо-восточных нарушений, заполнены кварц-карбонатными прожилками.

3. Сбросовые нарушения меридионального и субмеридионального направлений.

Среди вышеприведенных структур также наблюдается различие в

распределении оруденения: концентрация золота в близширотных направлениях трещин больше, чем в близмеридиональных.

С практической точки зрения дальнейшие разведочные работы должны быть сосредоточены именно на первом типе, т.е. на широтных и субширотных зонах гидротермально переработанных пород. Второй же тип - серии оперяющих кварц-карбонатных прожилков, характеризуется невыдержанностью оруденения, поэтому при разведке требуется большой объем работ, чем и обуславливается относительно невысокая эффективность разведки. Третий структурный тип - меридиональные и субмеридиональные трещины, имеют ограниченное развитие и их практическое значение, по сравнению с вышеприведенными структурами, сводится к минимуму.

### 3. Морфология рудных тел

Выявление морфологических особенностей (формы и размеров), условий залегания рудных тел полезного ископаемого и геометризации рудных тел в недрах являются первоочередной задачей геологоразведочных работ.

Пространственное положение рудных тел Зодского месторождения и их морфологические особенности главным образом определяются тектоническим строением участка месторождения, а также физическими и механическими свойствами рудовмещающих пород. Форма, размеры и условия залегания рудных тел обусловлены интенсивностью и видами тектонических нарушений, теми условиями и той средой, где они образовались.

На рудном поле золоторудные зоны приурочены к разломам субширотного простирания, прослеженных на протяжении 20 км при ширине от 400 до 1000 м.

По работам геологоразведочной экспедиции на Центральном участке месторождения в гидротермально измененных рудоносных зонах выделяются 28 рудных тел. Рудоносные зоны, в свою очередь, сгруппированы в северной и южной группах рудоносных полос.

Рудные тела № № 1-13 входят в южную полосу измененных пород, а





тело № I. В некоторой степени это связано с раздувами рудного тела (горизонт штольни 25 и в обходной выработке на горизонте 2266 м), где мощность рудного тела равна 23-24 м. Аналогичные картины наблюдаются по рудным телам № № I4, I5 и др.

Из приведенных в таблице I данных также видно, что средняя мощность и содержание рудных тел на различных горизонтах различные, с глубиной увеличивается мощность и повышается содержание золота, что указывает на перспективность месторождения на глубину.

Пространственное расположение рудоносных зон и их апофиз, а также детальное изучение штрихов и зеркала скольжения на поверхностях дорудных нарушений показывает, что до оруденения по рудовмещающим дорудным разрывным структурам происходили сбросо-сдвиговые нарушения с амплитудой перемещения от 5 до 25-30 м.

Кроме рудных тел, приуроченных к гидротермально измененным зонам, в габброидном массиве развиты частые кварц-карбонатные прожилки с оруденением золота, которые недостаточно исследованы и промышленные значения их не вполне ясны.

Наблюдается постепенное утончение и выклинивание рудоносных зон к периферии, особенно на восточном фланге месторождения (рис. 6, I6).

Это объясняется, в основном, структурными факторами.

Наряду со структурным фактором, в морфологии рудных тел значительную роль играли литологический состав рудовмещающих пород и их физико-механические свойства. Влияние литологического фактора и физико-механических свойств на локализацию оруденения рассматривается ниже, в соответствующем разделе работы.

Конфигурация рудоносных зон особенно сложна вблизи контактов габбро с перидотитами. Здесь они часто образуют раздувы, являющиеся наиболее сложными участками этих зон. В отличие от габбро, в перидотитах рудоносные зоны и рудные тела часто разветвляются (рис. I6) и на не-





участках разрыхленными породами с многочисленными параллельными, местами взаимопересекающимися кварц-карбонатными жилами и прожилками (рис. 10).

Прослеженная глубина жильных зон в настоящее время горными выработками установлена в 300-350 м, а буровыми скважинами - 1700 м.

Морфология жильных зон достаточно сложная. Сложность обусловлена извилистыми границами рудных тел; неравномерностью и изменчивостью полезных компонентов и мощности зон по простиранию и падению; наличием рудных столбов, раздувов и пережимов; наличием многочисленных апофиз и разветвлений; непостоянными углами падений и наличием пострудных нарушений.

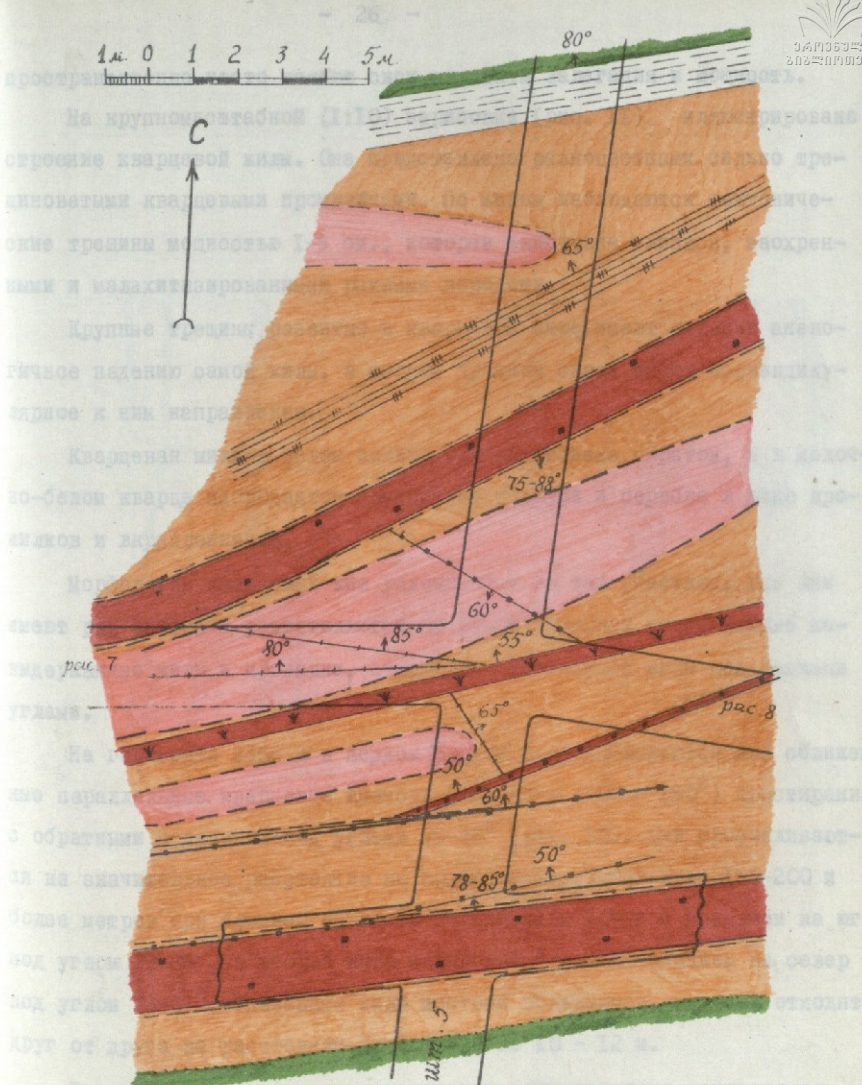
Границы жильных зон, среди гидротермально измененных рудовмещающих пород, определяются по данным опробования, по принятому бортовому содержанию золота (2,0 г/т). Местами наблюдается совпадение границы рудных тел с контактами тектонических нарушений.

Конфигурация жильных зон зависит от величины принятых промышленных кондиций содержания золота. В результате изменения кондиций, форма и размеры рудных тел резко изменяются. Конфигурация жильных зон особенно сложна в местах раздувов и сочленения. Они часто сочленяются друг с другом и имеют многочисленные апофизы, раздувы, изгибы, разветвления.

б. Кварцевые жилы - морфология кварцевых жил как и жильных зон также сложная. Кварцевые жилы расположены в центральной части жильных зон, согласно их направлению и имеют те же самые элементы залегания как жильные зоны. Мощность кварцевых жил небольшая и весьма изменчивая. Она колеблется от 0,2 до 2,0 м, и отбивается от жильных зон в большинстве случаев по тектоническим контактам. По контактам кварцевых жил редко наблюдаются ложные зальбанды с глиной трения и зеркалами скольжения, которые свидетельствуют о послерудных нарушениях.

Кварцевые жилы, сопровождающие на всем протяжении жильные зоны,












-  Сильно измененные кварц-карбонатные породы (листвениты)
-  Жильная зона: промышленные участки
-  Жильная зона: непромышленные участки
-  Кварцевые жилы.
-  Кварц-карбонатные прожилки с пиритом и антимонитом.
-  Тектонические трещины и нарушения.
-  Элементы залегания пород, прожилков и трещин.

Рис.10 Строение жильной зоны /рудн.тело №1, шт.№5, гор.2366м/

пространственно часто меняют свои элементы залегания и мощность.

На крупномасштабной (1:10) зарисовке (рис. II), иллюстрировано строение кварцевой жилы. Она представлена разноцветными сильно трещиноватыми кварцевыми прожилками. По жилам наблюдаются тектонические трещины мощностью 1-5 см., которые заполнены глиной, заохренными и малахитизированными рыхлыми породами.

Крупные трещины, развитые в кварцевой жиле, имеют падение аналогичное падению самой жилы, а мелкие трещины скола имеют перпендикулярное к ним направление.

Кварцевая жила в целом сильно минерализована пиритом, а в молочно-белом кварце наблюдается оруденение теллура и серебра в виде прожилков и вкрапленников.

Морфология кварцевых жил усложняется на тех участках, где они имеют ряд апофиз и разветвляются на многочисленные менее мощные невыдержанные жилы и прожилки, отходящие от основной жилы под разными углами.

На горизонте 2366 м в первом рудном теле наблюдаются две сближенные параллельные кварцевые жилы близширотного ( $280 - 290^\circ$ ) простирания с обратными падениями под углами  $75-88^\circ$  (рис. 10). Они прослеживаются на значительное расстояние по простиранию, достигая до 150-200 и более метров при средней мощности первой жилы 1,0 м с падением на юг под углом  $75-88^\circ$ , а вторая жила мощностью 1,4 м с падением на север под углом  $78-85^\circ$ . Указанные жилы местами сближаются, местами отходят друг от друга на расстоянии от 1,5 - 2 до 10 - 12 м.

В пределах месторождения кварцевые жилы залегают согласно со складчатыми структурами и в большинстве случаев обладают плавной изменчивостью. Иногда наблюдаются также резкие изменения простирания и падения жил, связанные с разветвлением трещин различного направления, которые они заполняли.



в. Рудные столбы (разрабатываемый участок).

Рудные столбы фактически представляют собой обогащенные участки промышленных руд любой формы (В.И. Кривошеин, 1941).

Рудные столбы, являясь в условиях разрабатываемого участка зонами скопления ценных тел неосторожного, обуславливают сложное распределение ореолов.

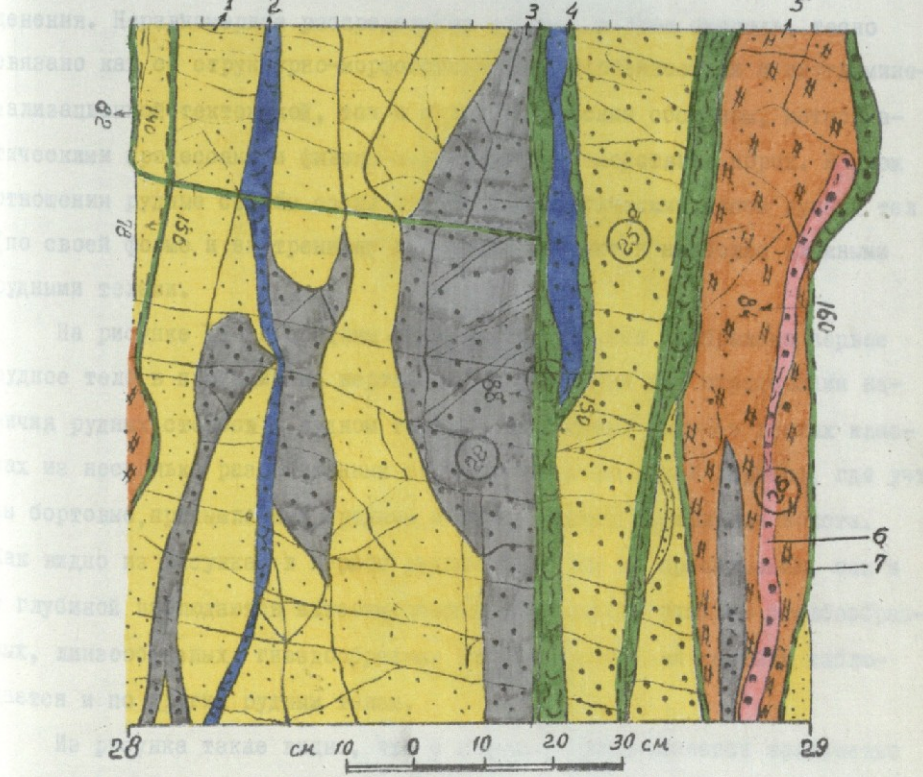


Рис. II. Строение кварцевой жилы; рас. 3 (левая стенка), штр. 7, шт. 5

- 1. Кварц молочно-белого цвета; 2. Кварц зеленовато-синего цвета, малахитизированный; 3. Кварц черного цвета; 4. Тектоническая глинка сильно пиритизирована и малахитизирована; 5. Гидротермально нацело измененная заохренная порода; 6. Пиритовый прожилок; 7. Тектоническая трещина.

В процессе детальной и экспериментальной разведки при оконтуривании блоков для отработки, с целью выявления закономерностей в разубоживании, необходимо уточнить контуры рудных столбов и прерывистость рудных

### в. Рудные столбы (обогащенные участки).

Рудные столбы фактически являются обогащенными участками промышленных руд любой формы (В.М.Крейтер, 1956).

Рудные столбы, линзы и гнезда обогащенных участков золоторудных тел месторождения, обусловлены неравномерностью распределения оруденения. Неравномерное распределение золота, в свою очередь, тесно связано как со структурно-морфологическими особенностями и внутриминерализационной тектоникой, так и с литологическим составом, метасоматическими процессами и физико-механическими свойствами пород. В этом отношении рудные столбы среди других морфологических типов рудных тел (по своей форме и внутреннему строению), являются наиболее сложными рудными телами.

На рисунке 12 по средним содержаниям сечений изображено первое рудное тело в проекции на вертикальной плоскости для определения наличия рудных столбов в рудном теле. В намеченных условно взятых классах из несколько разработанных вариантов принят такой вариант, где учтены бортовые, промышленные, средние и выше средних содержания золота. Как видно из рисунка, в первом рудном теле как по простиранию, так и с глубиной наблюдаются вышеотмеченные обогащенные участки столбообразных, линзообразных, гнездообразных форм. Аналогичная картина наблюдается и по другим рудным телам.

Из рисунка также видно, что с глубиной увеличивается количество золота с высоким содержанием.

Наиболее обогащенные золотом участки месторождения наблюдаются в местах раздувов, которые приурочены, в основном, к изгибам рудных тел. В этих участках более часто встречаются пробы с очень высоким содержанием золота (ураганные пробы).

В процессе детальной и эксплуатационной разведки при оконтуривании блоков для отработки, с целью наименьшей потери и разубоживания руды, необходимо уточнить контуры рудных столбов и прерывность рудных



Строение рудных столбов в проекции на вертикальную плоскость по  
классам содержания золота (первая рудная зона)

Составил: К.А.Парсамян  
(по данным Зодской ГРЭ)



Классы:  
 1. 0-2 г/м<sup>3</sup>    4. 7-10 г/м<sup>3</sup>  
 2. 2-5 "    5. 10-15 "  
 3. 5-7 "    6. > 15 "

Рис. 12

тел, как по простиранию, так и с глубиной с помощью проходки дополнительных горных выработок.

### г. Линзообразные рудные тела

На горизонте штольни № 5, в "Западном полевом штреке" по данным горных выработок и их опробования, вскрыто сильно ожелезненное, нацело измененное скрытое рудное тело, связанное с кварц-карбонат-серпичитовыми и оталькованными сильно измененными рудовмещающими породами - лиственитами.

Отмеченное рудное тело, не имея выхода на поверхность, протягивается почти в вертикальном направлении около 35-40 м, а в горизонтальном - 25-30 м при мощности от 5,0 до 7,0 м. Оно представляет собой линзообразное рудное тело с густой сетью рудных и безрудных кварц-карбонатных прожилков различного направления и вкрапленниками рудных минералов (рис. 13).

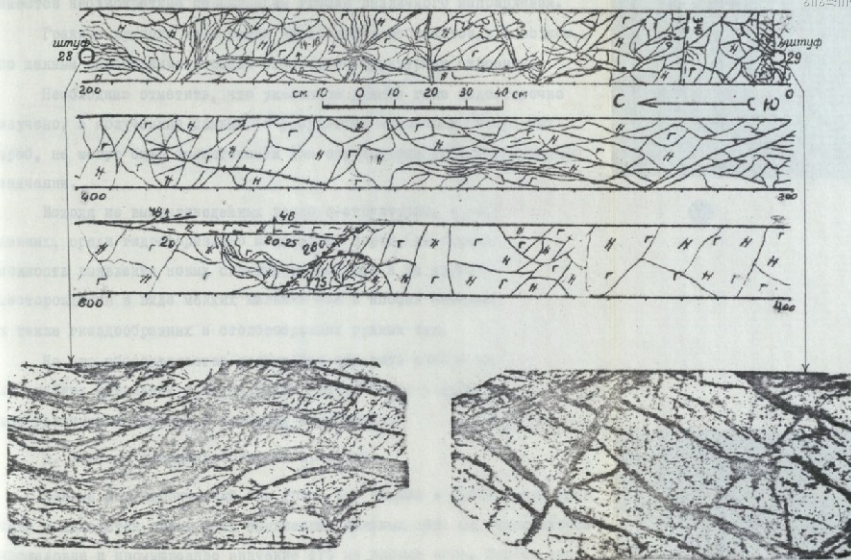
По результатам проб, оруденение в нем представлено, в основном, забалансовыми рудами. Местами встречаются пробы с промышленными содержаниями золота.

В отличие от основных рудных тел (жилных зон), здесь кварц-карбонатные прожилки более тонкие и многочисленные с различными ориентировками, образующие сетчатую и полосатую текстуру. Они к северу и югу постепенно разражаются и уменьшаются. Мощность прожилков равна ~~от~~ ~~от~~ от долей миллиметра до 0,5 см, редко 3-5 см, протягиваются от 5 до 50 см, иногда до 8 - 10 метров.

Отмеченное скрытое рудное тело располагается, в основном, согласно с направлением вытянутости основного рудного тела № I, как по падению так и по простиранию. Между лиственитами и рудным телом № I, иногда наблюдаются тектонические контакты с глиной трения. Однако, отбивать их границы по этим контактам не всегда представляется возможным, т.к.

По данным опробования штольни ГРБ и лиственита, в разобранном





Полосатая текстура (полир. штурф 28)

Рис. 13

Сетчатая текстура (полир. штурф 29)

имеются неоднократные перемещения трещин различного направления.

Границы рудного тела среди лиственитов отбиваются, в основном, по данным опробования и редко текстурно-структурным строениям.

Необходимо отметить, что указанное рудное тело недостаточно изучено, а полученные данные, в результате некоторых отобранных проб, не могут быть достаточными для определения его промышленного значения.

Исходя из вышеприведенных геолого-структурных и морфологических данных, среди гидротермально измененных пород, не исключается возможность выявления новых скрытых рудных тел и на других участках месторождения в виде мелких жильных зон и апофиз основных рудных зон, а также гнездообразных и столбообразных рудных тел.

На это обстоятельство необходимо обратить особое внимание при дальнейших детальных и эксплуатационных работах с применением методов геохимии и геофизики в горных выработках.

#### д. Участки кварц-карбонатных прожилков

Данный морфологический тип (рис. 14) развит в габброидном массиве и находится южнее всех выявленных жильных зон. Он недостаточно исследован и промышленное значение его не вполне ясно. Запасы этих руд по достоверности отнесены к категории  $C_2$ .

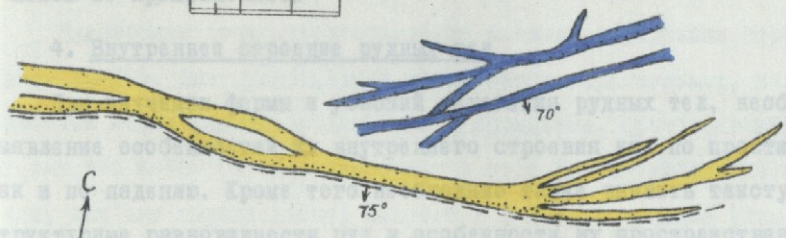
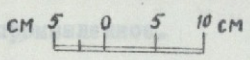
Рудные тела, с прожилково-вкрапленным характером оруденения, состоят из серии кварц-карбонатных прожилков с промышленными содержаниями золота. Рудные прожилки выдержаны как по простиранию, так и по падению и имеют близширотное простирание с падением на юг  $70-80^{\circ}$ .

Мощность отдельных полос с рудными прожилками колеблется от 1,0 до 3,0 м, протягиваются они от 100 до 400 м. Мощность отдельных жилков и прожилков колеблется от 0,1 до 10,0 см. На один п.м. горной выработки, пересекающей рудное тело, приходится от 5 до 8 прожилков.

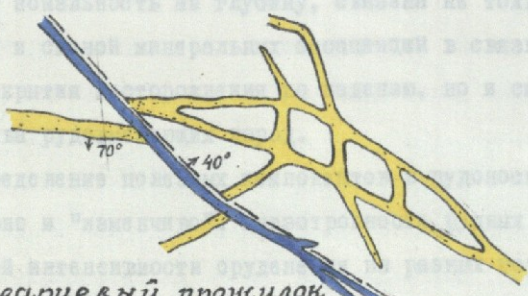
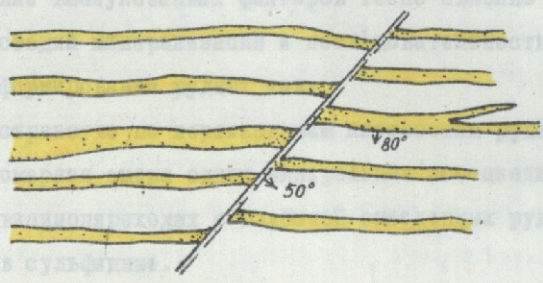
По данным опробования Зодской ГРЭ и комбината, в габброидном



# Морфологические типы прожилков



C  
 ↑



- кварцевый прожилок
- карбонатный прожилок
- ↘ 50°
 тектоническая трещина и элементы залегания

Рис. 14

массиве, вне серии кварц-карбонатных прожилков, содержание золота в целом не промышленное.

#### 4. Внутреннее строение рудных тел

При изучении формы и условий залегания рудных тел, необходимо выявление особенностей их внутреннего строения как по простиранию, так и по падению. Кроме того необходимо также выявить текстурно-структурные разновидности руд и особенности их пространственной локализации.

Изучение вышеуказанных факторов тесно связано с установлением различных стадий минерализации и последовательности образования минералов и формирования рудных тел.

В пространстве по вертикальным плоскостям рудных тел наблюдается закономерная смена одних минеральных ассоциаций другими, выраженная во взаимопереходах с глубиной окисленных руд в смешанные и последних в сульфидные.

Необходимо отметить, что вышеотмеченная закономерность размещения минеральных ассоциаций на разных горизонтах рудных тел месторождения и их зональность на глубину, связана не только с внутрирудной тектоникой и сменой минеральных ассоциаций в связи с увеличением глубины вскрытия месторождения по падению, но и сменой литологического состава рудовмещающих пород.

Распределение полезных компонентов в рудоносных зонах весьма неравномерно и "изменчиво". Анизотропность рудных тел проявляется в различной интенсивности оруденения на разных горизонтах и направлениях рудоносных зон и тесно связана с их внутренним строением.

Выявление закономерностей пространственного размещения минеральных ассоциаций в рудных телах имеет практическое значение для более



рационального решения вопроса о выборе направления разведочных работ и вообще для решения вопроса распространения оруденения на глубину.

Рудоносные зоны характеризуются сложным внутренним строением (рис. 10-19). Они представляют собой серию параллельных, иногда оперяющихся невыдержанных рудных жил и прожилков. Преобладающая часть рудных тел месторождения заключает в себе кварц-сульфидные жилы (одну или две параллельные) мощностью 1-2 м. Кварцевые жилы, в большинстве случаев находящиеся в стержневых частях рудных тел, иногда прерываясь, прослеживаются по всей длине рудного тела.

Жилы и прожилки имеют, в основном, близширотное северо-западное простирание и большей частью крутое падение в обе стороны.

Мощность прожилков и жилок колеблется от 1-2 мм до 15-20 см. Отдельные жилки по простиранию и падению прослеживаются на несколько десятков метров. Частота рудных прожилков на 1 м<sup>2</sup> колеблется от 2-3 до 7-8 и более. Оруденение рудных тел представлено прожилково-вкрапленным типом. Рудная вкрапленность и прожилки наблюдаются и во вмещающих, в разной степени перетертых, гидротермально измененных породах.

Внутри рудных тел, по их направлению, иногда наблюдаются отдельные выдержанные полосы слабо оруденелых пород непромышленного содержания и малой мощности (до 1-2 м) (рис. 10). Граница их неясная и они имеют постепенный переход к рудным телам.

Характер и особенности внутреннего строения рудоносных зон хорошо иллюстрируются на планах распределения оруденения, построенных нами на геологических картах и планах опробования (рис. 17, 18, 19), проводившегося в процессе детальной и эксплуатационной разведки.

На этих планах наблюдается, что максимальная концентрация и "изменчивость" оруденения резко увеличивается на центральном участке

настороженности (рис. 12) и в северной части рудных тел (рис. 18, 19).  
 Максимальная концентрация в "жильных зонах" оруденения в указанных  
 частях настороженности и рудных тел, наблюдается в по глубине. С глу-  
 биной до горизонта 2266 м в этих северных зонах золота и мощность рудных  
 тел увеличивается.

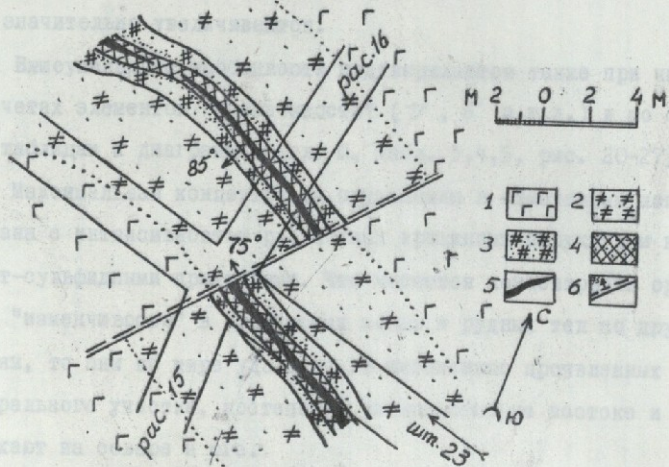


Рис. 15. Строение рудного тела и смещение его пострудными нарушениями (рас. 16, шт. 23, гор. 2266 м)

1. Измененное габбро; 2. Гидротермально измененная зона;
3. Гидротермально нацело измененная рудовмещающая зона.
4. Дорудная кварцевая жила; 5. Сульфидная жила; 6. Пострудное нарушение.

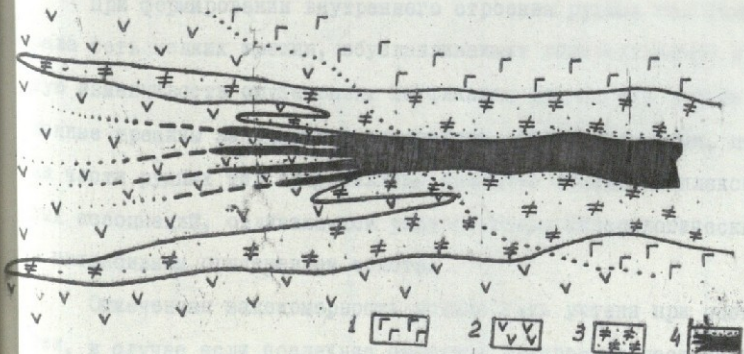


Рис. 16. Разветвление и выклинивание рудного тела, кварцевой жилы и минерализации в переходе от габбро к перидотитам (рас. 4, штр. 1, шт. 25, гор. 2266 м)

1. Измененное габбро; 2. Серпентинизированные перидотиты;
3. Рудное тело (жильная зона); 4. Кварцевая жила.



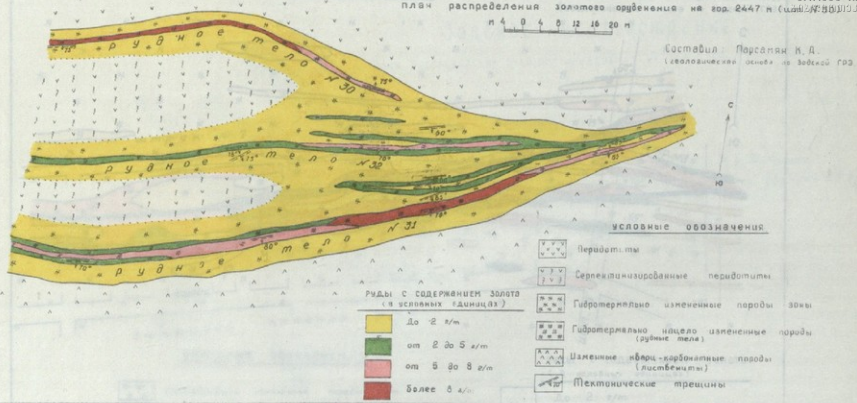


# ЗОДСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Планы распределения золотого оруденения на гор. 2447 м (шахта № 10)

1 4 8 12 16 20 м

Составил: Парсаян К. Д.  
(геологическая основа по Зодской ГРЗ)



Руды с содержанием золота  
(в условных «единицах»)

- До 2 г/т
- от 2 до 5 г/т
- от 5 до 8 г/т
- Более 8 г/т

### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Перидотиты
- Серпентинизированные перидотиты
- Гидротермально измененные породы зоны
- Гидротермально нацело измененные породы (рудные тела)
- Шалевые кварц-карбонатные породы (листвениты)
- Механические трещины

Рис. 17

Рис. 18









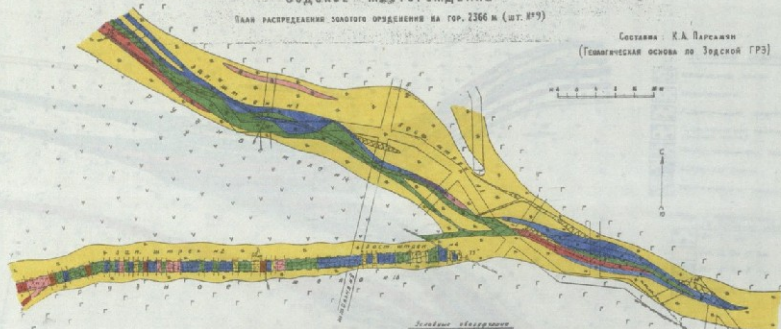


# Зодское месторождение

ПЛАН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТОГО РУДОНОШЕНИЯ НА ГОР. 2366 м (шт. №9)







Составил: К.А. Парсамчи

(Геологическая основа по Зодской ГРЗ)



Золотые образования

Горы с золотонесущими зонами  
(в границах обвала)

- |   |  |  |
|---|--|--|
|  | группа I (гидротермальные кварцевые впадины)   | Гидротермальные кварцевые впадины (карманы кварца) |
|  | группа II (гидротермальные кварцевые впадины)  |  |
|  | группа III (гидротермальные кварцевые впадины) |  |
|  | группа IV (гидротермальные кварцевые впадины)  |  |
|  | группа V (гидротермальные кварцевые впадины)   |  |
|  | группа VI (гидротермальные кварцевые впадины)  |  |







- |   |  |
|---|--|
|  | Гидротермальные кварцевые впадины (карманы кварца) |
|  | Средне- и мелкозернистые кварцевые впадины         |
|  | Кварцевые впадины                                  |
|  | Участки древних обвалов                            |
|  | Места выхода пород древних обвалов                 |
|  | Геологические наблюдения                           |

Рис. 18 в



ПЛАН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
 ЗОДСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ  
 ЗОЛОТОГО ОРУЖЕНИЯ НА ГОР. 2266 м (ШТ. 23)

составил: ЛУКОСКИЙ К.А.  
 (Геохимического центра по Зодскому)

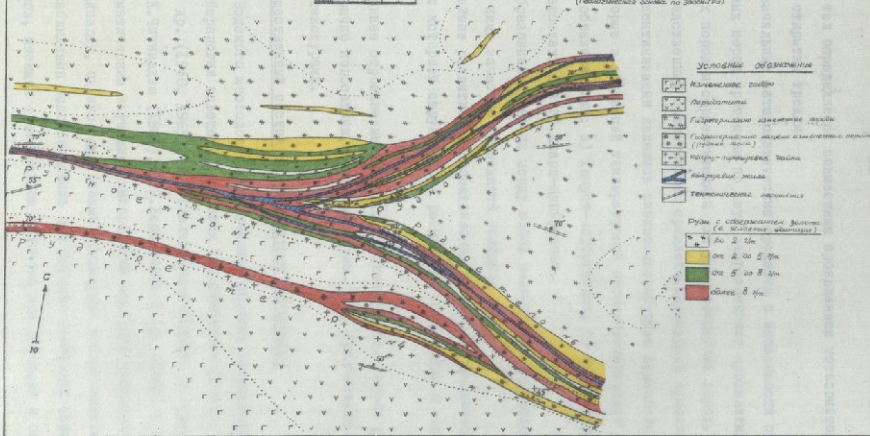


Рис. 19

ние рудных тел **определяется** совместным проявлением метасоматоза и выполнения открытых трещин.

Первоначальные метасоматические процессы в зависимости от состава исходных пород протекали по двум направлениям: пропилитизацией для основных пород и серпентинизацией для ультраосновных пород.

Непосредственным продолжением среднетемпературной пропилитизации или серпентинизации являлись низкотемпературные изменения рудной стадии, которые в убывающей температурной последовательности выражены следующими образованиями: а) хлорит-карбонатная; б) тальк-карбонатная; в) кварц-карбонатная и г) кварц-сульфидная.

Эти образования связаны между собой незаметными переходами, границы между ними зачастую проводятся условно.

Дальнейшее развитие метасоматических процессов находилось в тесной связи с историей структурного развития и приурочены к зонам дробления.

Внутреннее строение жильных зон характеризуется широко развитыми асимметрично полосатыми, сетчатыми (рис. 13), брекчиевыми и гребенчатыми текстурами.

##### 5. Вещественный состав руд и характер оруденения

Руды Зодского месторождения изучались многими исследователями. Вопросы минералогии освещены в работах Т.М.Степаняна (1955), С.М.Матвососяна и др. (1960, 1965), Т.А.Твалчрелидзе (1959), Ш.О.Амиряна (1960), М.К.Чичинадзе (1963), П.С.Бернштейна и др. (1968) и др.

Систематическим изучением минералогии Зодского месторождения автор не занимался, однако, как данные предыдущих исследователей, так и личные наблюдения использовались при решении некоторых специфических вопросов, имеющих существенное значение при разведке и опробовании месторождения.



Руды Зодского месторождения по степени окисления подразделяются на три технологические сорта: окисленные, смешанные и сульфидные (см. прилож. 2).

В результате нескольких стадий минерализации и процессов поверхностного выветривания, рудные тела обладают непостоянством минералогического и химического состава.

В указанных трех сортах руд Зодского месторождения отмечается более 100 первичных и вторичных минеральных видов. Наиболее распространенными из них являются<sup>1)</sup>: из первичных руд минералов - пирит, арсенопирит, халькопирит, хромит, гематит, магнетит, сфалерит, галенит, антимонит, золото, теллуриды висмута, зодит и др. Редко встречаются: пентландит, гессит, петцит, висмутин, теллур самородный, серебро, рутил, калаверит, силванит, ваззит<sup>2)</sup> и т.д. Из первичных нерудных минералов часто встречаются: кварц, кальцит, анкерит, халцедон и др., редко - барит, магнезит, доломит и сидерит.

Из вторичных минералов часто встречаются: окислы и гидроокислы железа, малахит, азурит, гарниерит, кварц, опал, магнезит, хлорит, каолинит, тальк, серицит и т.д., редко - медь самородная, куприт, борнит, золото, серебро, теллурид, церусит, арагонит и т.д.

Среди указанных рудных минералов особый интерес представляют теллуриды золота, минералы серебра, никеля, меди, свинца, висмута и ртути.

Пирит, как наиболее распространенный минерал, на одних участках образует густую вкрапленность зерен, на других - скопления волосовидных прожилков или небольшие гнездообразные скопления кристаллов. Характерно интенсивное замещение пирита лимонитом, который развивается по трещинам в виде густой сети. Халькопирит встречается в виде отдельных зерен и прожилковых скоплений. На некоторых интервалах наблюдается

1) Список минералов приведен не полностью.

2) Ваззит ( $NiS_2$ ) обнаружен автором и Акопяном А.Г., является неопи-  
санным минералом для Зодского месторождения.

редкая рассеянная вкрапленность в породе. Характерно интенсивное замещение халькопирита борнитом, халькозином и лимонитом.

В результате изучения внутреннего строения рудных тел и их пространственного взаимоотношения, минералогического состава, текстурно-структурных взаимоотношений на образцах и в шлифах, среди нескольких стадий минерализации, выделяются две золотоносные: 1) кварц-карбонат-сульфидная и 2) кварц-карбонат-золоторудная или золото-висмут-теллуровая (с серебром).

Многостадийность минерализации обособлена во времени и, частично, пространственно, что подтверждается: полосчатым строением рудных жил, пересечением жил и прожилков, брекчированием, цементированием агрегатов, сложенных минеральными агрегатами различных стадий. В результате повторных приоткрываний ранних трещин, наблюдается совмещение минеральных агрегатов различных стадий и наложение их друг на друга, которые осложняют строение месторождения.

Характер оруденения золота. На Зодском месторождении золото является одним из главных компонентов в руде. Оно отлагалось из рудоносных растворов в двух стадиях минерализации: 1) в ассоциации с сульфидами и 2) с теллуридами. Устанавливаются следующие формы нахождения золота в рудах:

- а) самородное свободное золото среди жильных и рудных минералов, в интерстициях <sup>ме</sup> их зерен и т.д.;
- б) самородное тонкодисперсное золото в полях сульфидов;
- в) теллуриды золота;
- г) вторичное золото (за счет окисления теллуридов).

Самородное свободное золото представлено разнообразными формами: изометрическими, нитевидными, скелетообразными, сростками, листоватыми, пластинчатыми и т.д.

Размер золотинок колеблется в следующих пределах: для изометриче-



ских форм от 0,1 до 0,3 см для удлиненных, нитевидных и скелетообразных форм от 0,3 до 0,6 см, для листоватых и пластинчатых форм от 1,0 до 1,5 - 2,0 кв. см.

Тонкодисперсное золото в месторождениях является преобладающим и развивается по трещинам, контактам зерен жильных и рудных минералов, иногда образуя прожилки длиной 1,5 - 2,0 см.

Формы золотин зависят от формы тех пустот, где они отлагались. В твердых и хрупких минералах, как пирит, арсенопирит, кварц, преобладающим являются остроугольные и жилкообразные формы золотин, а в мягких минералах, как пиротин и теллуриды - изометрические формы.

Золото в основном находится в пирите, арсенопирите, пиротине. Золото с сульфидами представлено двумя генерациями; тонкодисперсное, которое во время кристаллизации было захвачено сульфидами и крупнодисперсное, отложившееся позднее сульфидов в трещинах и на зонах этих сульфидов, и имеет более крупные размеры и иные формы выделения, чем золото первой генерации.

Тонкодисперсное с сульфидами золото ассоциируется также с некоторыми теллуридами - теллуrowисмутитом, алтаитом, и висмутом, имеющих округлые формы с размерами 0,003 - 0,01 мм. В результате ассоциации золота с теллуридами установлены несколько теллуридов золота: калаверит, силванит, кренерит, петцит, нагиатит.

При разрушении сульфидов и теллуридов золото восстанавливается до самородного состояния и концентрируется вокруг первичных золотин. Вторичное золото имеет светло-желтый цвет. Оно образует прожилочки и мелкие округлые зерна.

6. Закономерности распределения и контроль оруденения

Для обоснованного прогноза наличия месторождений и их выявления, правильного направления поисково-разведочных и эксплуатационных работ,

необходимо прежде всего знать геологические закономерности — поисковые предпосылки, контролирующие пространственное размещение месторождений полезных ископаемых. В связи с этим важное значение имеет выяснение характера распределения оруденения, степени изменчивости содержания полезных компонентов в руде, мощности рудных тел и т.д.

Цель и конечная задача поисков, как отмечает В.М.Крейтер (1940), заключается не только в решении общих проблем, но прежде всего в отыскании промышленных месторождений на основе широких теоретических предпосылок, конкретных практических методов и приемов.

Закономерности пространственного размещения эндогенного оруденения в пределах Зодского рудного поля и месторождения еще не выявлены полностью. Эти закономерности в значительной мере обуславливаются генетической связью оруденения с определенными магматическими комплексами.

Б.С.Вартапетян (1962) считает, что "в условиях Армении при обычно многофазных внедрениях гранитоидных интрузий, промышленное эндогенное оруденение связано с одной ее фазой, представленной умереннокислыми породами гранодиоритового состава. При многофазных внедрениях интрузий и связи оруденения не с одной, а несколькими фазами интрузий, имеют место явления наложенных рудоотложений, значительно осложняющих и маскирующих порядок вертикального изменения оруденения".

В соответствии с классификацией В.И.Смирнова (1957) (для промышленных типов золоторудных месторождений), Зодское месторождение по своим магматическим, структурно-морфологическим и литологическим особенностям, а также минеральному составу больше всего соответствует гидротермально золото-серебро-теллуровому промышленному типу.

Таким образом, распределение оруденения золота в пределах рудного поля и месторождения в основном обуславливаются магматическими, структурными, литологическими, а также металлогеническими и геохимическими факторами, контролирующими локализацию оруденения.





Магматический контроль оруденения на Зодском рудном поле и месторождений выражается в том, что оруденение золота пространственно располагаясь в основных и ультраосновных породах, парагенетически связано с умеренно кислыми малыми интрузиями гранитоидов.

О парагенетической связи малых интрузий и постмагматических золоторудных месторождений данного типа свидетельствуют следующие факты:

- одинаковая ориентация золоторудных тел и малых интрузий в рудном поле, приуроченных к единым системам разрывных нарушений;
- пространственная связь между рудными телами и малыми интрузиями;
- приуроченность некоторых рудных тел к зальбандовым частям даек кварц-порфиров, плагиогранитов и диорит порфиритов;
- близкий возраст интрузий и оруденения, с достаточной достоверностью, определены как верхний эоцен-олигоценный.

Существенным отражением магматического контроля в пределах Зодского рудного поля является также наличие первичной горизонтальной и вертикальной зональности.

Свидетельством горизонтальной зональности является распределение в пространстве разных по минеральному составу рудных стадий.

Горизонтальная минералогическая зональность на Зодском рудном поле проявлена в постепенной смене высокотемпературных минеральных ассоциаций низкотемпературными в направлении с запада на восток, по мере удаления от Джил-Сатанахачских и Кясаманских гранитоидных интрузивов, от медно-пиритовых до золото-полиметаллических образований.

Четко устанавливается пространственное размещение на месторождении высоких содержаний полезных компонентов от центра к периферии (рис. 12). Указанное явление наблюдается и в отдельных рудных телах с кварцевыми жилами. Кварцевые жилы с высокими содержаниями полезных компонентов в основном расположены в средней части рудных тел и явля-

ются их "стержнями". Здесь также устанавливается пространственное смещение рудных тел с высокими содержаниями полезных компонентов к периферии, относительно их стержневой части (рис. 17,18,19).

Вертикальная зональность оруденения проявляется в зависимости от глубины эрозионного среза и размыва тела интрузива.

В пределах Армении Б.С.Вартапетян (1965), выделяет четыре основные среза интрузива гранитоидных пород: верхний, средний, нижний и глубокий. Гранитоиды и связанные с ним эндогенные оруденения Зодского рудного поля, по аналогии с предлагаемой схемой, больше всего соответствуют верхнему срезу интрузива, для которого характерны: небольшая глубина эрозии и размыва интрузии, мелкие контуры выходов интрузии значительно удаленных друг от друга, полиметаллическое и золотое оруденения.

Вертикальная зональность оруденения выражается также в степени концентрации руд золота с глубиной. На некоторых участках месторождения отчетливо устанавливается в общем увеличение с глубиной содержания золота в рудах. При значительном вертикальном распространении и выдержанности характера оруденения наблюдается повышение роли золота с глубиной (рис. 12, 20-26). По произведенным подсчетам в некоторых вертикальных сечениях эта закономерность наблюдается как в контурах промышленных руд, так и вне этих контуров, на участках некондиционного оруденения. Отмеченная закономерность имеет важное значение для поисково-разведочных и эксплуатационных работ.

Элементами структурного контроля оруденения в пределах Зодского рудного поля и на месторождении являются: асимметричная брахиантиклинальная складка северо-западного направления, крупные разломы, мелкие складки, сопряженные трещины и зоны дробления, которые обусловили концентрацию оруденения и образование рудоносных зон.

Золотоносные структуры развиты на южном крыле антиклинали и в ее приосевой части.



Основная контролирующая роль в размещении гидротермально измененных рудоносных зон и локализации оруденения принадлежит трещинным структурам. Из всех направлений трещин золотоносными, главным образом, являются широтные и близширотные трещины. Золотое оруденение сосредоточено в широтных кварцевых и кварц-карбонатных жилах, мощностью от 0,2 до 2,0 м, прослеживающихся по всей рудной зоне (с перерывами от 200 до 1500 м); в многочисленных субпараллельных кварц-карбонатных жилах, протягивающихся до 100-150 м, при мощности от 5-10 до 20 см, и в мелких, широко развитых невыдержанных жилках и прожилках мощностью до 1 см, протягивающихся на 1 - 1,5 м.

В этих жилках и прожилках в большом количестве встречаются сульфиды, сульфоантимониды, сульфоарсениды меди, теллуриды и др. Золото, как видимое, так и дисперсное заключено в кварце и сульфидах. Рудовмещающие породы в контакте с жилами сильно изменены, оталькованы и пиритизированы. Изменения пород, в основном, развиваются вдоль ослабленных тектонических зон и поэтому имеют линейную форму.

Закономерности распределения оруденения выражаются также в наличии рудных столбов и мелких гнезд, располагающихся в благоприятных для большей концентрации золота участках. Эти участки наблюдаются как по простиранию, так и по падению рудоносных зон (рис. 12). Рудные столбы и гнезда приурочены, в основном, к перегибам рудных тел и их сочленениям, обусловленным дорудными разрывными нарушениями. Обогащенные участки приурочены также к контактам вмещающих пород разного литологического состава. На этих участках пробы с высоким содержанием золота встречаются часто. Более высокое содержание золота, как правило, приурочено к стержневым частям рудных тел, представленным кварцево-рудными несколько извилистыми жилами. В указанных жилах, редко, но встречаются высокие - "ураганные" пробы, которые осложняют изменчивость оруденения и вычисление среднего содержания металла.

На формирование структуры значительную роль сыграл литологический фактор, контролирующий также оруденение. Характер деформаций главным образом определяется степенью неоднородности среды, т.е. пород, слагающих месторождение, и отличающихся по своим прочностным и упругим свойствам. Среда исследуемого месторождения неоднородна, в силу чего, после действия тектонических сил, напряжение распределяется в ней неравномерно, вследствие этого образуются разнохарактерные разрывы.

Физико-механические свойства пород (табл. I) оказывают существенное влияние на формирование гидротермально измененных пород, разнохарактерных рудовмещающих структур, жильных зон, а следовательно, рудных тел.

По А.А.Белицкому (1960), "характер деформаций (образование трещин разрыва и скола и их интенсивность), зависит как от величины напряженного состояния массива, так и от соотношения пределов прочностных и упругих свойств пород". При повышенных пределах прочности и упругости, наступает хрупкая деформация. Это обуславливает крупные деформации и образование зон дробления. Пониженные показатели упругости приводят к образованию трещин скола. Следует отметить, что существенным при этом является показатель пластичности пород (коэффициент Пуассона), с увеличением которого возрастает роль упруго-пластических деформаций.

Из таблицы № I видно, что физико-механические свойства гидротермально измененных пород по сравнению с их свежими типами, меняются следующим образом: в измененных породах повышается эффективная пористость, водонасыщение и понижаются упругие и прочностные свойства. Это приводит к более успешному подвержению указанных пород остаточной деформации и циркуляции рудоносных растворов.

В условиях малых и средних глубин серпентинизированные перидотиты



Таблица I

Физико-механические свойства пород Задского месторождения<sup>1)</sup>

№ п/п	Наименование пород	Количество определений	Объемный вес г/см <sup>3</sup>	Эффективная пористость в %	Коэффициент водонасыщения в %	Количество определений (средн.)	Модуль упругости (дilatометрический) $E \cdot 10^{-5}$ кг/см <sup>2</sup>	Коэффициент Пуассона $\sigma$	Модуль сдвига $G \cdot 10^{-5}$ кг/см <sup>2</sup>	Количество определений (средн.)	Предел прочности на сжатие кг/см <sup>2</sup>	Предел прочности на срез кг/см <sup>2</sup>	Предел прочности на раскол кг/см <sup>2</sup>
<u>Известняковые породы</u>													
1.	Габбро	40	2,80	2,75	0,88	6	7,59	0,25	3,05	7	1895	414,3	121,22
2.	Измененные габбро	10	2,63	2,91	0,95	5	4,02	0,23	1,33	6	690	278,0	87,30
3.	Перидотиты	35	2,65	1,50	0,55	6	3,41	0,31	1,20	6	688	255,2	58,65
4.	Измененные перидотиты	18	2,55	1,93	0,73	6	3,18	0,29	1,89	5	540	158,1	32,26
5.	Плагиограниты	8	2,70	1,69	0,65	5	6,75	0,26	1,80	4	1601	330,0	118,50
<u>Гидротермально-измененные породы</u>													
6.	Гидротермально сильно измененные ольвинокварцевые породы	10	2,63	2,95	0,97	6	3,40	0,28	1,75	6	370	128,2	26,22
7.	Кварц-карбонатные породы	6	2,96	0,58	0,49	4	9,75	0,21	5,81	5	895	306,3	126,97

1) Определение физико-механических свойств пород производилось в секторе петрофизики отдела геологии НИИГиЛ, под руководством к.г.-и.н. С.У.Варташана.

и серпентиниты обладают высокопластичными свойствами и способностью к "залечиванию" трещин путем серпентинизации и образования кальцитовых прожилков. Поэтому благоприятные для рудообразования трещины менее развиты в них, чем в габбровых породах.

Установлено, что наиболее благоприятной средой для формирования рудных тел являлись габброидные породы. Они более хрупкие и легко поддаются дроблению, что создает в них благоприятные условия для развития трещинных структур и циркуляции гидротермальных растворов. В них рудные тела более выдержаны как по простиранию, так и по падению. Содержание золота в них более высокое, чем в перидотитах, серпентинитах и пироксенитах.

Габбро-перидотитовые массивы, вмещающие золоторудные тела, претерпели дорудный метаморфизм, выраженный в повсеместной серпентинизации и каолинизации. Гранитоидные породы на месторождении прорывают все остальные породы и производят ороговикование, скарнирование и мраморизацию этих пород.

Гидротермальное изменение перидотитов, как и габбро, приводит к образованию кварц-карбонатных пород, являющихся рудоносными, так что химическая среда в перидотитах также является благоприятной.

Приведенные выше (табл. I) данные и анализ физико-механических свойств пород месторождения позволяют сделать следующие выводы:

Повышенная эффективная пористость и продолжительное водонасыщение гидротермально-измененных пород габбро-перидотитов, создают благоприятные условия для циркуляции рудоносных растворов и локализации золоторудных тел.

Габбро по сравнению с перидотитами характеризуются высокими прочностными свойствами, значениями модуля упругости и сдвига, низкими величинами коэффициента Пуассона, а также повышенной эффективной пористостью и продолжительным водонасыщением. Естественно, золоторуд-



ные тела, в основном, приурочены к габбро, а перидотиты здесь играют акрианирующую роль.

Согласно данным Б.Г.Безирганова (1969), здесь нужно отметить, что физико-механические свойства гидротермально измененных габброидов благоприятствуют также развитию вокруг рудных тел эндогенных геохимических ореолов золота, которые из себя представляют определенный интерес для поисков скрытых золоторудных тел.

С.С.Миртчим (1958), А.А.Яким (1959), В.А.Варшав (1959), И.И.Зубачев, С.А.Шаронов (1962), Д.И.Галкин и др. (1962), В.С.Варшавский (1965), В.О.Погребницкий и др. (1968) и многие другие. В 1951 г. Терской поисковой партией треста "Донзолоторазведка" под руководством Т.М.Степаняна и В.Г.Сариевского была выполнена первая разведка золота в Ю км к северо-западу от в.Дон Багдашарского (ныне Арданижского) района.

Разведкой Зодского золоторудного месторождения занимались: Т.М.Степанян, Г.И.Варшавский (1952, 1955), Т.Г.Давид, А.М.Петерсидзе (1953), С.М.Матвеева и др. (1955-1965), Л.П.Тар-Юренин, Г.И.Галкин (1962), В.И.Малатин и др. (1963, 1973), В.Т.Васильев (1967), В.И.Малатин (1971) и др.

Задачами разведки являлись: вскрытие, приращивание и оценка запасов рудных тел; определение их формы и размеров, толщин залегающих пород, полезного ископаемого; изучение закономерности строения залежей, изменчивости содержания золота и руды в его распределении, также распределения руд по природным типам и сортам; решение вопросов обработки рудных тел, общие геологические факторы и т.д. Как формулирует В.И.Крентар (1961), разведка представляет собой систему исследований, направленных на определение промышленного запаса металлов месторождения.

Как отмечено многими исследователями (В.С.Варшавский и др., 1965),

## Г Л А В А Ш

### МЕТОДЫ РАЗВЕДКИ ЗОДСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Вопросами разведки занимались многие исследователи: Н.В.Барышев и др. (1934,1935,1937), В.М.Крейтер (1940,1961), Д.А.Зенков (1941, 1950), В.И.Смирнов (1950,1954,1957,1960), П.Л.Каллистов (1956), С.С.Мкртчян (1958), А.А.Якжин (1959), В.И.Бирюков (1959), И.И.Зуба-рев, С.А.Шафронov (1962), Д.И.Галкин и др. (1962), Б.С.Вартапетян (1965), Е.О.Погребницкий и др. (1968) и многие другие. В 1951 г. Тертерской поисковой партией треста "Кавзолоторазведка" под руководством Т.М.Степаняна и В.Г.Сарибекова было выявлено коренное месторождение золота в 10 км к северо-западу от с.Зод Басаргечарского (ныне Ваденисского) района.

Разведкой Зодского золоторудного месторождения занимались: Т.М.Степанян, Г.И.Шарашидзе (1952,1955), Т.Г.Яшвили, А.В.Петеряхина (1953), С.М.Матевосян и др. (1955-1965), Л.Г.Тер-Абрамян, Г.К.Гекчян (1962), Э.М.Мадатян и др. (1963,1973), Б.Г.Безирганов (1969), Б.П.Меликян (1971) и др.

Задачей разведки являлось: вскрытие, прослеживание и оконтуривание рудных тел; определение их формы и размеров, условия залегания; опробование полезного ископаемого; изучение внутреннего строения залежей, изменчивости содержания золота в рудах и его распределения, а также распределения руд по природным типам и сортам; решение вопроса отработки рудных тел, общие экономические факторы и т.д. Как формулирует В.М.Крейтер (1961), разведка представляет собой комплекс исследований, направленных на определение промышленного значения данного месторождения.

Как отмечают многие исследователи (Б.С.Вартапетян и др., 1965),



в основе разведки лежат геологические представления о строении месторождения, закономерности локализации рудных тел, их морфологии и условия залегания, о вещественном составе, свойствах и качестве полезного ископаемого, характере и свойствах вмещающих пород, которые уточняются в процессе разведки.

Геологоразведочные работы на различных этапах разведки Зодского месторождения были направлены в основном на выявление всех рудоносных зон, имеющих на месторождении и их комплексное изучение (геолого-структурные, морфологические, качественные и количественные, выбор сети и систем разведки и т.д.). Эти работы сопровождалась топографическими, маркшейдерскими и геологическими съемками, а также геофизическими, геохимическими, гидрогеологическими и др. исследованиями. Указанные исследования осуществлялись при помощи канав, шурфов, штолен, буровых скважин и другими средствами с преобладанием тяжелых горных выработок.

При проведении комплекса разведочных работ необходимо было исходить из экономической эффективности и фактора времени.

Месторождение разведано с достаточной полнотой, с более детальным освещением всей центральной части.

Определена перспективность месторождения и освещены ряд других вопросов, необходимых для проектирования горнорудного предприятия.

Выявлено и прослежено с полным пересечением 28 рудных тел, из которых по 19 рудным телам подсчитаны запасы по категориям В, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>.

Разведочные работы на Зодском месторождении проведены в два периода - первый охватывает 1951-1954 гг., который для ориентировки можно считать периодом предварительной разведки (работы велись трестом "Кавзолоторазведка"), а второй период охватывает с 1955 г. по настоящее время - период детальной и эксплуатационной разведок, которые проводились и проводятся У1 и ОН при СМ Арм.ССР и производственно-

геологоразведочным трестом Упрцветмета Совета Министров Армянской ССР.

Для выбора рациональных методов разведки месторождений необходимо детальный анализ фактического материала, полученного в результате разведочных работ.

Критический анализ накопленных разведочных материалов позволяет выяснить причины расхождений между данными различных стадий разведки (рис. 29,30), связанными с выбором методики и систем разведки, а также с морфологическими особенностями рудных тел, колебаниями в них содержания золота и др.

В этом отношении Зодское месторождение, со сложными морфологическими особенностями (изменчивость формы и размеров рудных тел и их элементов залегания, неравномерное распределение оруденения), представляет определенный интерес для аналитических исследований и практических выводов по разведке сложного типа месторождения.

Экспериментально-исследовательские работы по выбору рациональных способов опробования Зодского месторождения, имеют важное практическое значение для геологоразведочных работ.

Анализ и обобщение данных двадцатилетней разведки Зодского месторождения (по различным стадиям разведки), позволяет сделать некоторые выводы и рекомендации, полезные для определения дальнейшего направления геологоразведочных работ не только для Зодского месторождения, но и для других аналогичных месторождений.

## I. Анализ разведочных данных

Анализ материалов геологоразведочных работ, проведенных на Зодском месторождении, показывает, что разведка с некоторым отклонением проводилась по известному принципу последовательного приближения, начиная от поисково-разведочной стадии, через стадию детальной разведки до проведения эксплуатационной разведки.



Выбор оптимальных параметров разведочной сети для Зодского месторождения производился путем анализа и определения достоверности полученных данных разведки аналогичных Зоду месторождений. Разведочная сеть и плотность наблюдения с наименьшими затратами материальных средств и времени должна обеспечить получение достоверных данных о формах и размерах рудных тел, об условиях залегания и качестве руд, а также изменчивости распределения, оруденения в рудных телах. Указанные факторы, особенно последний, оказывают существенное влияние и на выбор системы разведки.

Наиболее детально нами анализированы и обработаны материалы разведки центрального участка месторождения (погоризонтные геологические планы, планы опробования и разрезы), на гор.гор.2447, 2366, 2266 м по четырем жильным зонам, охватывающим 28 рудных тел, из которых по 19 рудным телам подсчитаны 90 % запасов Зодского месторождения.

Расстояние между опробованными рассечками при предварительной разведке принималось около 20 м при высоте этажа 60-80 м (рис. 12, западн. часть гор. 2447 м). Опробование проводилось непрерывной бороздой по двум противоположным стенкам выработок.

В начальный период детальной разведки, на основании полученных сравнительно надежных геологических данных (о изменчивости оруденения и непрерывности рудных тел на значительном расстоянии по простиранию и с глубиной), были приняты новые параметры разведки для данного месторождения (С.М.Матевосян, 1971), т.е. расстояние между рассечками увеличилось до 40-60 м, местами 80 м, при высоте этажа 80-100 м (рис. 12). Опробование проводилось непрерывной бороздой только по одной стенке горных выработок.

При эксплуатационной разведке на опытном эксплуатационном блоке расстояние между ортами составляет 6-10 м, при высоте блока 40 м (с подэтажами высотой 12-14 м) (рис. 30, 31).

Часть разведочных выработок использовалась для горноподготовительных и нарезных работ с увеличением количества ортов и расщелин между ними.

Опробование проводилось непрерывной бороздой сечением 0,05 х 0,1 х 1,0 м (принятым на месторождении с начала разведки), по двум, иногда по трем параллельным рядам, на двух противоположных стенках выработок.

В штреках и восстающих, прослеживающих жильные зоны, расстояние между пробами составляет от 2 до 4 м.

Для рекомендации рациональной разведочной сети месторождения, на различных стадиях его изучения, ниже излагаются результаты анализа и обработки материалов предыдущих разведочных работ.

Производилась математическая обработка разведочных материалов, заключающаяся в определении изменчивости содержания полезных компонентов и мощностей рудных тел, числовых и количественных характеристик распределения этих элементов по простиранию и с глубиной, а также распределения оруденения по классам содержания и т.д.

Полученные характеристики используются для определения необходимой плотности наблюдений.

По данным разведки были построены планы и разрезы, отражающие геологическое строение, закономерности внутреннего строения рудоносных жильных зон и распределения оруденения в них (рис. 12, 17, 18, 18а, б, в, 19).

По этим же данным определяется оптимальная плотность точек наблюдений при разведке и опробовании при предварительной, детальной и эксплуатационной стадиях разведки месторождения, методами: аналитическим (как вспомогательный способ) и сравнения вариантов ("способ разрежения"). При этом выводится относительная ошибка (погрешность), методом сравнения различных вариантов разведочной сети с эталоном в виде густой сети разведочных выработок, пройденных на некоторых участ



ках месторождения.

Для выводов и рекомендаций о рациональной сети разведки обобщаются накопленный геологоразведочный материал и результаты анализов.

а) Изменчивость содержаний полезных компонентов и мощности рудных тел по простираанию и с глубиной

Золоторудные тела Зодского месторождения характеризуются значительной неравномерностью распределения оруденения и изменчивостью содержания и мощности. Изменчивость мощности рудных тел в сравнении с изменчивостью содержания - небольшая.

Для установления относительной изменчивости содержания полезных компонентов и мощности рудных тел с глубиной и по простираанию, существования корреляционной связи между золотом и серебром, распределения оруденения по классам содержания, был применен метод вариационной статистики по данным различных стадий разведки Зодского месторождения.

Выводы и подробные пояснения формул и приемов применяющиеся в вариационной статистике, для исследования явлений изменчивости, хорошо изложены в специальных курсах вариационной статистики, а также во многих работах, посвященных исследованиям данного вопроса (В.И.Романовский, 1947, 1955; Д.А. Казаковский, 1948, 1957; А.К.Митропольский, 1961; В.В.Богацкий, 1963) и др.

В силу того, что наши наблюдения проводились погоризонтно, вычисления коэффициента относительной изменчивости полез-

ных компонентов производились также погоризонтно, используя данные опробования горных выработок каждого горизонта в отдельности. Следовательно, полученные данные уже будут относиться не ко всему объему полезного компонента по рудному телу, а только к каждому горизонту в отдельности, а кривая, построенная по данным отдельных горизонтов, покажет степень изменчивости полезного компонента (золота) на глубину.

Разница полученных данных в результате вычисления коэффициента вариации по некоторым рудным телам месторождения, небольшая, поэтому в таблице 2 приводятся результаты относительной изменчивости полезных компонентов только по рудному телу № I, как наиболее разведанному (Л.Б.Магакян, К.А.Парсамян, 1966).

Н.К.Разумовский, 1941; В.И.Смирнов, 1946; К.Л.Пожарицкий, 1947; П.Л.Каллистов, 1952; В.В.Богачкий, 1963 и др., практикой разведки установили резкую левую асимметрию в распределении значений содержания, особенно для золоторудных и редкометалльных месторождений.

Аналогичное явление наблюдается и на Зодском месторождении.

Для определения степени изменчивости содержания золота и мощности рудных тел № I, 2 и I6 по простиранию и падению, составлены диаграммы (рис. 20-27) и таблицы (2, 3, 4, 5) по индивидуальным пробам и средним показателям сечений для разных горизонтов.



Т а б л и ц а 2

№ п/п	Гори-зонты	Колич. проб, $n$	Средн. содержание, $C$	Сумма квадратов отклонений от величины, $\Sigma ax^2$	Среднее квадратическое отклонение, $\sigma$	Ошибка среднего квадратич. отклонения, $m$	Средн. относит. ошибка квадратич. откл. от величины $C$ , $m'$	Кoeffициент вариации в %, $v$
-------	------------	------------------	------------------------	---	---	--	--	-------------------------------

З о л о т о

1	2447	95	11,59	24650,10	16,19	1,66	14,32	139,7
2	2366	132	8,09	17753,85	11,64	1,01	12,48	143,8
3	2266	98	14,67	87607,05	30,05	3,03	20,65	204,84

С е р е б р о

1	2366	79	19,30	33069,97	65,2	7,32	37,92	337,3
2	2266	85	20,60	119728,81	119,4	9,22	44,76	579,6

(рис. 27)

Из диаграммы видна левоасимметричность распределения и резкие колебания кривых полезного компонента и мощности рудных тел (распределение Разумовского), указывающие на высокую степень изменчивости изучаемых элементов.

В центральной части месторождения наблюдается высокое содержание и увеличение мощности рудных тел, а на флангах, особенно к востоку, отмечается уменьшение содержания и мощности.

Из сводных диаграмм (рис. 23, 24) также видно, что изменчивость содержания и мощности рудных тел как по простиранию, так и по падению интенсивна. В центральной части месторождения, ближе к западу по горизонтам 2447, 2366 и 2266 м (за исключением поверхности), наблюдается высокое содержание и увеличение мощности. На восточном фланге по горизонтам наблюдается уменьшение содержания и мощности рудных тел.

Аналогичная картина наблюдается на диаграмме с учетом метропро-

цента (рис. 25). К сожалению нет достаточного объема данных для установления изменчивости оруденения по восстанию. Однако, на это указывает изучение внутреннего строения рудных тел (рис. 12, 17, 18, 18a, d, e, 19), составленные диаграммы (рис. 20-27) и таблицы 2-5, для разных горизонтов. Детальный просмотр этих материалов позволяет предполагать, что изменчивость оруденения и мощности рудных тел по простиранию и падению очень близка.

Рассматривая табл. 2 и полученную кривую (рис. 26a) относительной изменчивости золота с глубиной, замечаем, что с глубиной происходит увеличение этой изменчивости. Коэффициент вариации ( $V$ ) сверху вниз постепенно увеличивается и на гор. 2266 м достигается 204,8% с абсолютной величиной колебания ( $\sigma$ ), равной 30,05.

Для установления относительной изменчивости золота и серебра по сечениям произведен также статистический анализ (табл. 3).

Как видно из таблицы, величина коэффициента вариации по сечениям, при усреднении, уменьшается (наиболее низкий коэффициент вариации на горизонте 2366 м). Это свидетельствует о сравнительно равномерном распределении содержания золота и незакономерном изменении коэффициента вариации по горизонтам, при усреднении по сечениям. Изменчивость серебра с глубиной в некоторой степени увеличивается, т.е. увеличивается степень неравномерности.

Порядок вычислений при относительной мощности рудных тел остается тот же, что и при вычислении относительной изменчивости полезных компонентов. Произведенные расчеты и полученные показатели приведены в табл. 4.

На горизонте 2447 м мощность рудной зоны колеблется в пределах от 0,8 до 12,6 м при средней мощности равной 4,19 м, а на горизонтах 2366 и 2266 м от 1,0 до 16,0 м с соответствующими средними мощностями равными 5,3 и 5,75 м.



Т а б л и ц а 3

№№ ПП	Горизон- ты	Колич. сече- ний П	С	$\Sigma ax^2$	$\sigma$	m	m'	$\nu$
<u>З о л о т о</u>								
1	2447	22	10,86	1643,27	8,64	1,84	16,94	79,5
2	2366	25	7,18	270,48	3,29	0,66	9,19	46,0
3	2266	17	11,90	1031,28	7,79	1,89	15,88	65,5
<u>С е р е б р о</u>								
1	2366	20	18,36	1799,10	9,48	2,12	11,55	51,6
2	2266	15	15,57	1599,75	10,33	2,67	17,15	66,3

Как видно из табл. 4 и кривой (рис. 26 б), коэффициент относительной изменчивости мощности с глубиной возрастает, т.е. мощность рудной зоны на последних двух горизонтах более изменчивая, чем на верхнем.

Т а б л и ц а 4

№№ ПП	Гори- зонт, м	Колич. сече- ний П	Средн. мощ- ность М	$\Sigma ax^2$	$\sigma$	m	m'	$\nu$	Мощность в м	
									min.	max.
1	2447	22	4,19	200,09	3,01	0,64	15,27	71,8	0,8	12,6
2	2366	25	5,30	476,25	4,37	0,87	16,41	82,4	1,0	16,0
3	2266	18	5,75	396,14	4,69	1,10	19,13	81,5	1,0	16,0

Таким образом, статистические показатели ( $\sigma$ ,  $\nu$ ) в той или иной степени характеризуют поведение рассматриваемых элементов,

и их вычисление позволяет нам в некоторой степени количественно оценивать изменчивость оруденения и мощности рудных тел.

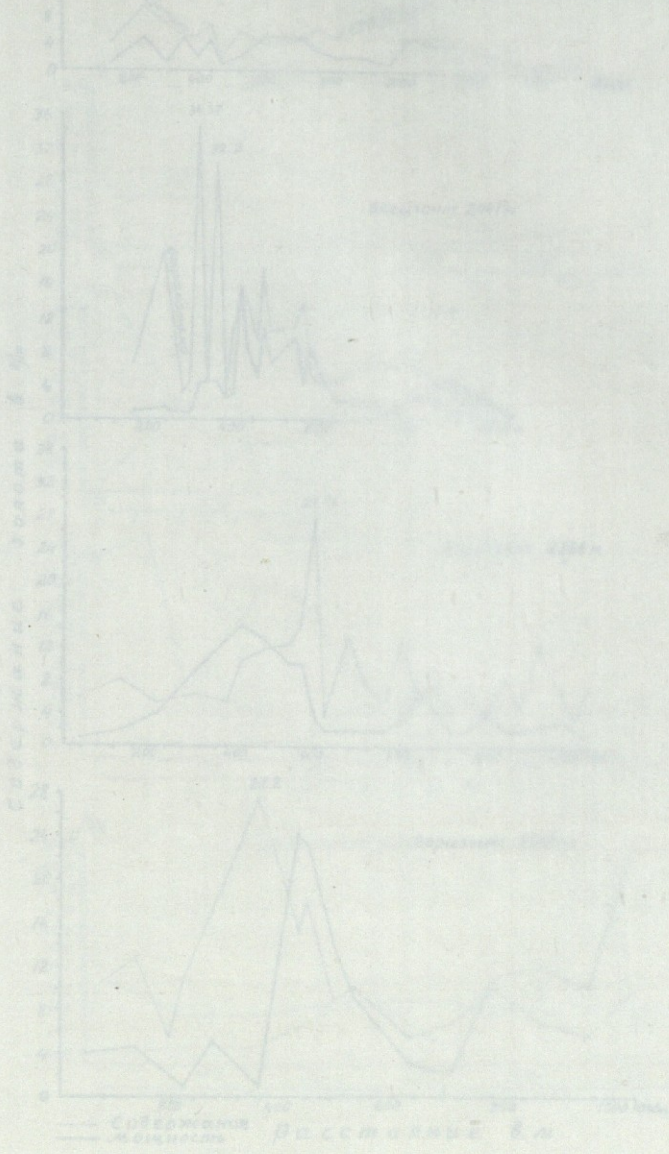


Рис. 20



изменчивость содержания золота  
 и мощности по рудному телу М-1

м 50 0 80 160 м

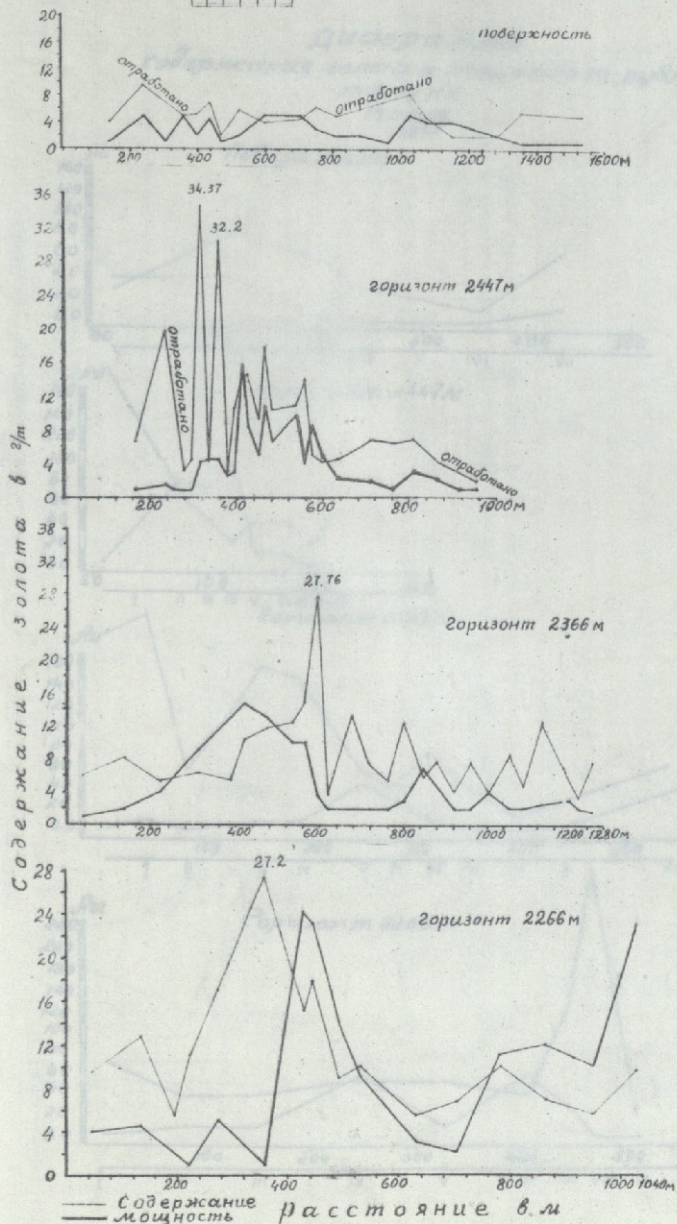


Рис. 20

**ДИАГРАММА**  
 содержания золота и мощности по рудному  
 телу № 2  
 М 1:2000  
 1968 г

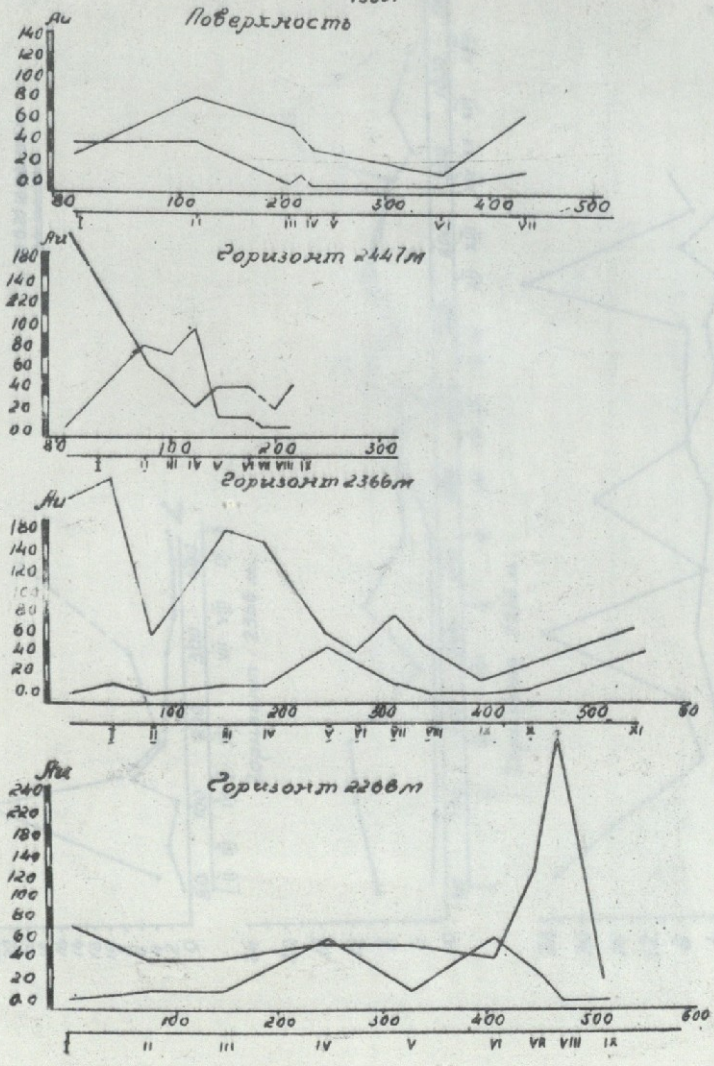


Рис. 2I



изменчивость содержания золота  
и мощности по рудному телу № 16  
масштаб 1:2000



м 20 0 20 40 60 80 100 м

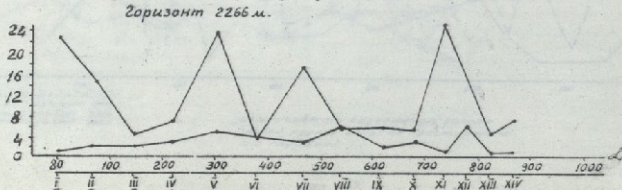
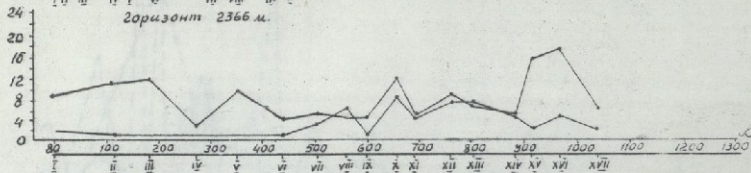
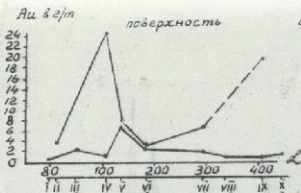


Рис. 22

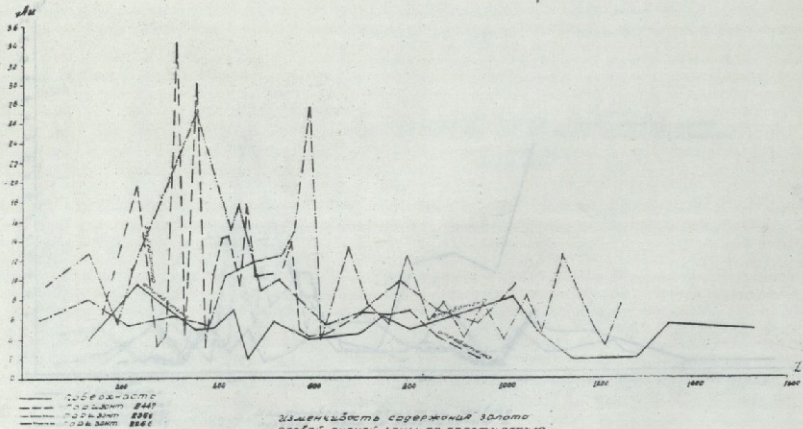


Рис. 23



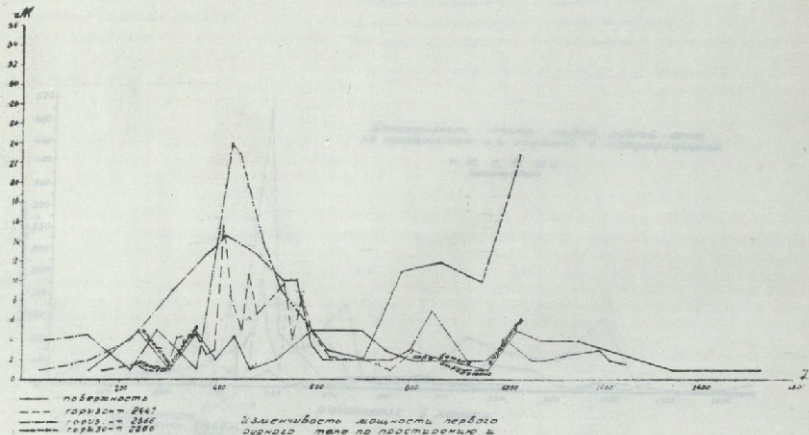


Рис. 24

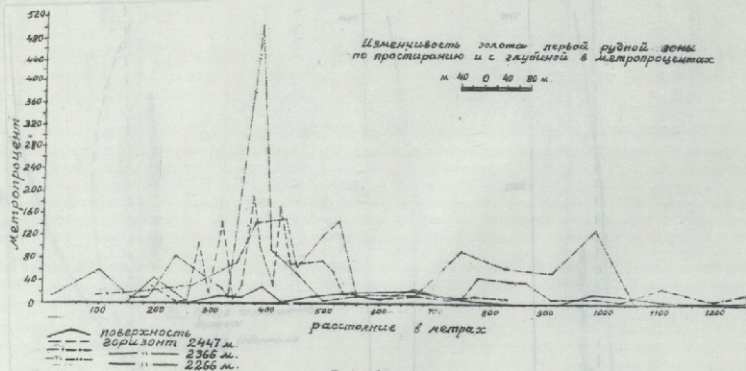


Рис. 25



Изменение коэффициента вариации  
и содержания золота с глубиной  
по I рудной зоне

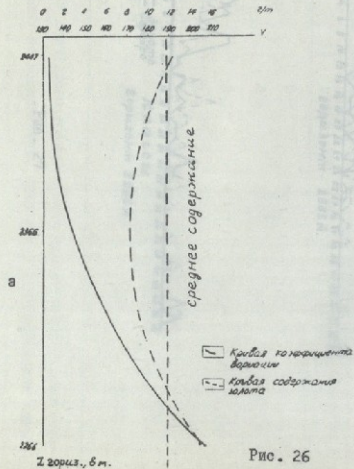
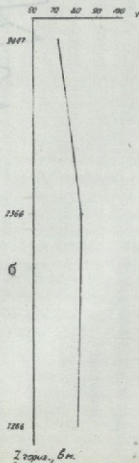
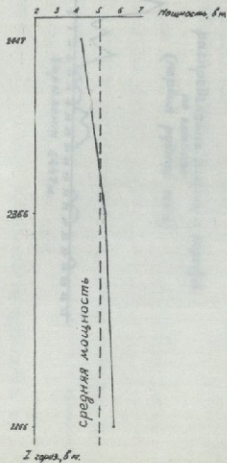


Рис. 26

Изменение коэффициента  
вариации мощности по пер-  
вой рудной зоне с глубиной



Изменение мощности  
первой рудной зоны  
с глубиной



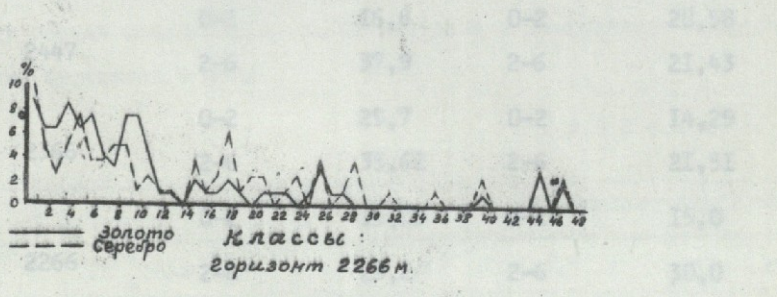
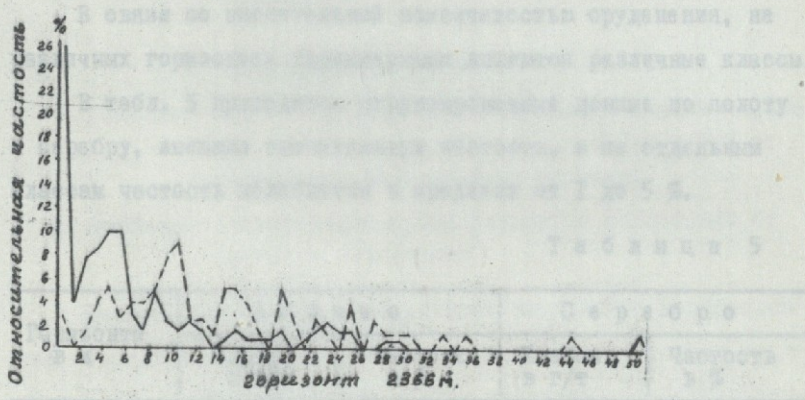
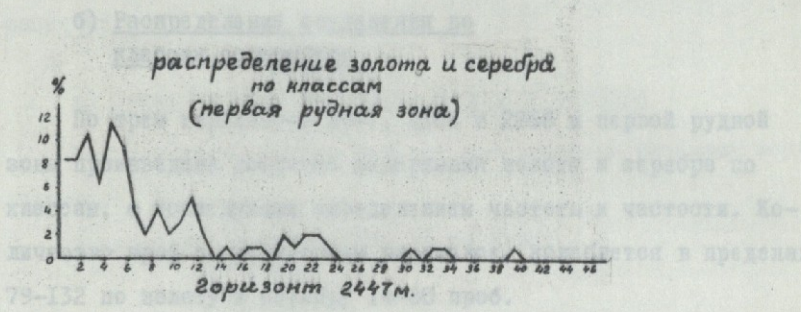


Рис. 27



б) Распределение оруденения по классам содержания

По трем горизонтам 2447, 2366 и 2266 м первой рудной зоны произведена разбивка содержания золота и серебра по классам, с последующим определением частоты и частости. Количество проб по горизонтам различное, колеблется в пределах 79-132 по золоту и серебру 14-80 проб.

В связи со значительной изменчивостью оруденения, на различных горизонтах характерными являются различные классы.

В табл. 5 приводятся сгруппированные данные по золоту и серебру, имеющие значительную частоту, а по отдельным классам частотность колеблется в пределах от 1 до 5 %.

Т а б л и ц а 5

Горизонты в м	З о л о т о		С е р е б р о	
	Классы в г/т	Частотность в %	Классы в г/т	Частотность в %
2447	0-2	16,8	0-2	28,58
	2-6	37,9	2-6	21,43
2366	0-2	25,7	0-2	14,29
	2-6	35,62	2-6	21,51
2266	0-2	15,05	0-2	15,0
	2-6	29,2	2-6	30,0

Для наглядного представления изменчивости статистических данных по компонентам, приводится геометрическая иллюст-

рация их (рис. 27).

в) Связь между содержанием золота и серебра

Исследование данного вопроса производится методами корреляции.

Вычисления производились по формуле:

$$r = \frac{\sum ax \cdot ay}{\sqrt{\sum ax^2 \cdot \sum ay^2}}$$

где  $r$  - коэффициент корреляции;

$\sum ax \cdot ay$  - сумма (арифметической разности знаков) произведенных отклонений элементов "x" и "y" от соответствующих средних величин;

$\sum ax^2 \cdot \sum ay^2$  - произведения суммы квадратов отклонений от среднего содержания.

Данные, полученные в результате вычисления коэффициентов корреляции между золотом и серебром по горизонтам сведены в табл. 6. Из полученных данных явствует, что связь между обоими компонентами очень ничтожна и коэффициент корреляции стремится к нулю.

Т а б л и ц а 6

Гори- зонты в м	З о л о т о			С е р е б р о			Коэффициент корреляции			
	n	c	$\sum ax^2$	n	c	$\sum ay^2$	$\sum ax \cdot ay$	$r$	$mr$	$3mr$
2366	132	8,09	17753,85	79	19,30	33069,97	+8634,51	+0,36	0,075	0,225
2266	98	14,67	87607,05	85	20,60	119728,81	+37558,18	+0,35	0,089	0,267



Ошибка абсолютного значения коэффициента корреляции определяется по формуле:

$$m\tau = \frac{1 - \tau^2}{\sqrt{n}}$$

Полученные нами абсолютные значения коэффициентов корреляции ( $\tau$ ) и утроенные значения ошибки ( $3m\tau$ ), близки между собой, следовательно, они также свидетельствуют о слабой корреляционной связи между золотом и серебром.

## 2. Выбор оптимальной плотности наблюдений при разведке и опробовании

Выбор расстояний между выработками определяется в зависимости от сложности геологического строения, изменчивости формы и размеров, условий залегания, качества и количества полезных ископаемых, неравномерного распределения оруденения, от характера разных сортов руды и т.д. Для детального освещения их, необходимо выбрать оптимальную плотность разведочной сети.

Для Зодского месторождения, в зависимости от формы, размеров и условий залегания рудных тел, под названием оптимальной плотности разведочных сетей, подразумевается выбор оптимальных расстояний между выработками по простиранию и падению рудных тел.

Точность их состоит в том, что при сопоставлении результатов разведки с эталонными данными, большая плотность наблюдений позволяет обнаружить различные варианты расположения разведочной сети и выбрать наиболее оптимальную.

Ввиду отсутствия достаточных данных по разработке месторождения

Степень изменчивости формы и внутреннего строения рудных тел не одинаковы. В рудных телах наблюдаются раздувы и пережимы, расчленения и разветвления, в связи с чем часто меняется мощность и распределение оруденения.

По этим факторам рудные тела отличаются друг от друга. Более того, в пределах одного и того же рудного тела разные интервалы характеризуются разными параметрами.

Для получения более достоверных данных по вышеотмеченным вопросам, в стадии эксплуатационной разведки, в местах со сложным строением целесообразно проводить детализацию с уменьшением расстояния между рассечками.

Они должны располагаться вкрест простираения рудных тел между выработками, пройденными при детальной разведке, с целью их дополнения.

Разнообразные методы решения необходимой детальности наблюдений сводятся к трем основным способам - аналогий, аналитического и сравнения вариантов (способ разрежения).

Способ аналогии применялся в первоначальном периоде разведки (по инструкциям ГКЗ). При детальном анализе разведочных материалов этот способ, естественно, не может играть существенной роли.

Аналитический способ, ввиду недостаточной разработанности рассматриваемого вопроса, может служить только вспомогательным или контрольным способом. В наших исследованиях он применяется в этом смысле.

Способы разрежения и сравнения данных разведки и эксплуатации являются наиболее точными способами для установления оптимальной плотности разведочных выработок и опробования.

Точность их состоит в том, что при сопоставлении результатов разведки с эталонными данными, большая плотность наблюдений позволяет рассматривать различные варианты расположения разведочной сети и выбрать наиболее оптимальную.

Ввиду отсутствия достаточных данных по разработке месторождения



(отработана только одна камера опытных блоков), определение плотности разведочной сети и погрешность в определении запасов руды и металла подсчитанных блоков по способам сравнения данных разведки и эксплуатации, является несколько условной.

В качестве основного метода определения рациональных расстояний между разведочными сечениями и пунктами отбора проб, принят способ разрежения (сравнения вариантов), на основании анализа данных, как детальной и эксплуатационной разведки, так и отработки опытного блока.

При этом анализе вычислялась относительная погрешность или расхождение содержания полезного компонента и мощности рудного тела, методом последовательного разрежения.

В качестве эталона принимаются результаты бороздового опробования детальной разведки. Расстояние между пробами, отобранными по кровле штрека вкрест простирания рудного тела № 16, составляет 1 м. В этом случае, при разрежении рассматриваются многочисленные варианты расположения точек наблюдений (см. приложение 3, табл. 2).

По данным эксплуатационной разведки, для разрежения горизонтальных сечений в блоке, за эталон было принято расстояние между выработками 8 м (см. прилож. 4, табл. 3).

В результате этих анализов, в отношении определения среднего относительного расхождения при соответствующей детальности наблюдений, получены удовлетворительные результаты, т.е. относительное расхождение находится в пределах допустимых ошибок.

Исходя из этих данных, далее проводили разрежение выработок в тех частях рудных тел месторождения, изученных при детальной разведке, где минимальное расстояние между сечениями составляло в среднем 20 м. Эти расстояния условно приняты за эталон (см. прилож. 5, табл. 4).

Таким образом, разрежение производилось по следующим рудным телам и интервалам на разных горизонтах с учетом сечений, расположенных на

сравнительно равных расстояниях друг от друга (прилож. 3,4,5 и сводн. табл. 7):

- 1) по рудному телу № 16, на горизонте 2366 м на интервале 91 м (91 проба);
- 2) по рудному телу № 1, на горизонте 2366 м на интервале 97 м (на участке опытного блока), по 13 сечениям;
- 3) по рудному телу № 1, на горизонте 2447 м на интервале 205 м, между сечениями IV-XV (рудное тело № 1 на трех горизонтах характеризуется весьма неравномерным распределением оруденения, коэффициент вариации составляет 140-205 %);
- 4) по рудному телу № 2, на горизонте 2447 м, на интервале 182 м, между сечениями II-IX;
- 5) по рудному телу № 14, на горизонте 2366 м, на интервале 200 м, между сечениями УП-XVI;
- 6) по рудному телу № 14, на горизонте 2312 м, на интервале 154 м, между сечениями У-XIII.

При разведке на верхнем горизонте (2447 м), расстояние между рас-сечками было принято в основном 20 м (для подсчета запасов по кат."В") и частично 40 м. На горизонте 2366 м., в начале детальной стадии развед-ки было принято в среднем 40 м, с последующим увеличением до 60 и 80 м. На горизонте 2266 м среднее расстояние между рассечками принято, в ос-новном, равным 80 м, кроме восточного фланга месторождения, где рас-стояние между рассечками равно 40 м.

Разрежение производилось следующим образом: после вычисления сред-них величин содержания и мощности по индивидуальным пробам и сечениям, а также по блокам (ограниченных горизонтальными сечениями), способом средневзвешенного получено среднее содержание и мощность для всех сече-ний на данном интервале. Дальнейшие вычисления производились с разреже-нием сети и, следовательно, увеличением расстояния между пробами и сече-



ниями. Сравнивая все возможные варианты расположения точек пробоотбора и сечений с эталоном, устанавливалось расхождение среднего содержания и мощности при различном расстоянии между пробами и выработками.

Устанавливалась также погрешность в определении площади и объема (запасов руды и металла) отработанной камеры опытного блока.

Во избежание влияния непостоянной мощности рудного тела на результаты подсчета, средние содержания по выработкам подсчитывались как по мощности рудных тел, так и для всей площади.

Рассматривая прилож. 3,4,5, замечаем, что по разным вариантам разрежения сети наблюдаются резкие колебания абсолютного и относительного характера расхождений содержания золота и мощности рудных тел. Это зависит от весьма неравномерного распределения (изменчивости) содержания золота и мощности рудных тел. В зависимости от этого, наблюдаются различные отклонения, связанные с случайным совпадением сечений с богатыми или бедными содержаниями и колебаниями мощности. Это достаточно четко наблюдается в указанных таблицах при сравнении фактических расхождений и расчетных значений показателей изменчивости содержания и мощности рудных тел по определенной плотности наблюдений (расстояние между пробами и сечениями) на разных горизонтах.

Относительное расхождение проб по выработке, при плотности наблюдения через 2 м (прилож. 3, табл. 7, рис. 28а), составляет 4,22 %. При дальнейших разрежениях погрешность, колеблясь на 8 м, достигает 15,78 %, т.е. почти в три раза больше чем условно принятое значение относительной ошибки 5 % (числовые значения ошибок приводятся ниже). Относительную ошибку содержания при плотности наблюдений через 2 м можно считать допустимой, для изучения рудных тел по простиранию, при различных стадиях разведки. Исходя из значительной изменчивости содержания полезных компонентов, одну из стенок секущих выработок необходимо опробовать непрерывной бороздой.

Погрешность в определении среднего содержания по сечениям (в блоке), возрастает почти пропорционально увеличению расстояния между ними (прилож. 4, с табл. 7, рис. 28б). Вычисленные относительные ошибки содержания и мощности рудного тела, при плотности наблюдений в 16, 24, 32 и 40 м, можно считать допустимыми для подсчета запасов по категориям "А" (16-24 м, с относительной ошибкой 4,1 - 6,61 %), и для категории "В" (32-40 м, с ошибкой 8-17 %).

Как видно из приведенной табл. 7 и рис. 28а, б, в, г, д, е, ж, средняя относительная погрешность при расстоянии между сечениями 60 м, ввиду весьма неравномерного распределения оруденения, превышает ошибки при расстоянии между сечениями 80 м, за исключением рудного тела № I на горизонте 2447 м. Относительная погрешность суммарно по всем рудным телам (табл. 7, рис. 28ж) при разрежении в 40 м составляет в среднем 5,06 %, при 60 м - 27,94 % и при 80 м - 25,78 %, со средним содержанием золота 9,3 г/т.<sup>1)</sup>

Кроме определения относительной ошибки среднего содержания при различной плотности наблюдений, вычислялась также погрешность в определении средней мощности рудного тела (свободн. табл. 7). При рассмотрении этих таблиц, замечаем, что средняя относительная погрешность в определении мощности рудных тел возрастает прямо пропорционально увеличению расстояния между выработками, т.е. при расстоянии между сечениями 40, 60 и 80 м ошибка составляет 13,83 %, 18,03 и 25,26 % соответственно, при средней мощности рудных тел 4,6 м<sup>2)</sup>.

Указанные среднеотносительные расхождения, при 40, 60 и 80 м соответствуют допустимым погрешностям подсчета запасов по категории "В" и С<sub>1</sub> для золоторудных месторождений.

Высоту между разведочными горизонтами по падению рудных тел можно

1, 2) Средние содержания золота и мощности рудных тел подсчитаны по всем рудным телам, участвующим в вычислениях.



принять 30-40 м, в соответствии с "инструкцией по применению классификации запасов к коренным месторождениям золота" (1961).

По опытному блоку (табл. 8, рис. 29,30,31,32), также устанавливалась погрешность в определении содержания и мощности рудного тела, руды и металла при детальной и эксплуатационной разведке, отбойке и обработке руды. Данные эксплуатационной разведки сопоставлялись с фактическими данными отработки камеры № I опытного блока, и с данными обработки опытной обогатительной фабрики.

Из приведенной таблицы видно, что по всем сопоставляемым рядам, в отношении средней относительной погрешности, наблюдаются значительные расхождения.

Полученные количественные данные позволяют сделать некоторые предварительные выводы и рекомендации.

Большая среднеотносительная ошибка при сопоставлении данных детальной и эксплуатационной разведки, зависит от детальности наблюдений. Полученные количественные данные, в соответствии с ниже принятым (условно) значением допустимых относительных ошибок среднего содержания и запасов полезного компонента могут обеспечить только подсчет запасов по категории  $C_T$  (до 35 %). Для перевода запасов в более высокие категории, требуется сгущение разведочной сети детальной разведки.

Полученные расхождения при сопоставлении данных эксплуатационной разведки и отработки руды из камеры № I, связаны с потерями руды. (между этими данными). Поэтому необходимо по данным опробования устанавливать точные контуры рудных тел в блоках и только после этого произвести отбойку руды.

Полученные большие расхождения при сравнении данных эксплуатационной разведки с результатами опытной обогатительной фабрики зависят от следующих факторов:

а) потерями и разубоживанием руды при отбойке, особенно при хранении в отвалах. Здесь руда долгое время выветривается и перемешивает-

ся с безрудными породами;

б) низким процентом извлечения металла из руды (за 36м-цев в среднем 67,9% при среднем содержании 5,62 г/т)<sup>1)</sup>;

в) совместная обработка разных сортов руд (окисленные, смешанные и сульфидные), резко влияющие на результаты процесса обогащения.

Эти обстоятельства необходимо учесть при дальнейших работах как в руднике, так и на фабрике.

При определении расстояния между пробами и сечениями, в отношении определения достоверности данных по числовым оценкам, нет установленных положений. Оно определяется примерно, исходя из допустимых относительных ошибок элементов подсчета запасов. Исходя из этого, и анализа разведочных материалов, нами приняты следующие значения допустимых относительных ошибок среднего содержания и запасов золота. При различном расстоянии между пробами относительная ошибка в целом не должна превышать примерно  $\pm 5\%$ , для запасов категории "А"  $\pm 10-15\%$ ,<sup>2)</sup> для категории "В"  $\pm 20-25\%$ , для категории С<sub>I</sub>  $\pm 30-35\%$ . Исходя из этого и используя полученные выше числовые данные (в отношении изменчивости оруденения и мощности рудных тел), а также определения погрешностей этих элементов в пробах и сечениях при соответствующей детальности наблюдений, необходимая плотность наблюдений при разведке и опробовании устанавливается:

1. По мощности рудных тел (по максимальной изменчивости), необходимо непрерывное опробование.

2. Расстояние между пробами 2м, при опробовании рудных тел по простиранию, является допустимым.

3. Для перевода запасов в категорию "А" расстояние между сечениями не должно превышать 16-24м, к категории "В" - 32-40м., к категории С<sub>I</sub> - 80-100м.

1) Подсчитаны на основании данных опытной обогатительной фабрики Зедского комбината.

2) Запасы категории "А" в процессе разведки золоторудных месторождений, как правило, не выявляются. Лишь после проходки горноподготовительных и эксплуатационно-разведочных выработок, к данной категории может быть отнесена часть запасов (Инструкция по применению классификации запасов к коренным месторождениям золота, 1961).





Таблица 3

Средние относительные расхождения при различных плотностях наблюдений

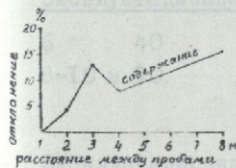


рис. Б рудное тело №14, гор. 2366 м.



рис. Б рудное тело №1, гор. 2366 м. (опытный блок)

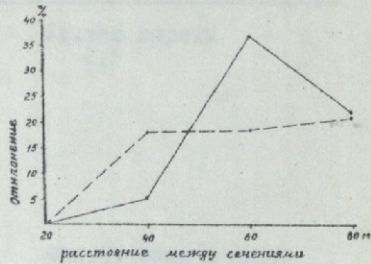


рис. Д рудное тело №14, гор. 2366 м.

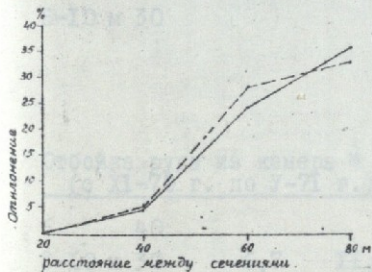


рис. В рудное тело №1, гор. 2447 м.

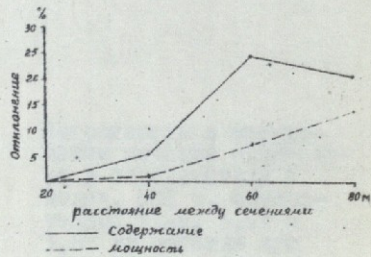


Рис. е

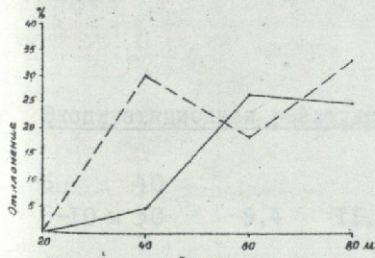


рис. Г рудное тело №2, гор. 2447 м.

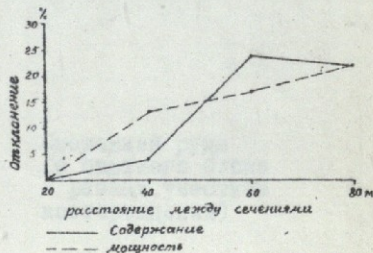


рис. Ж Сводная диаграмма

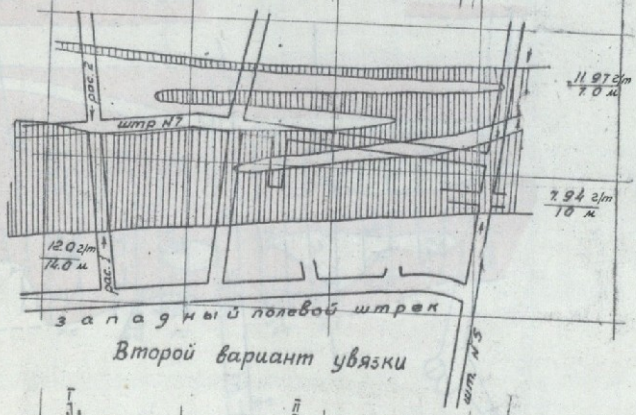
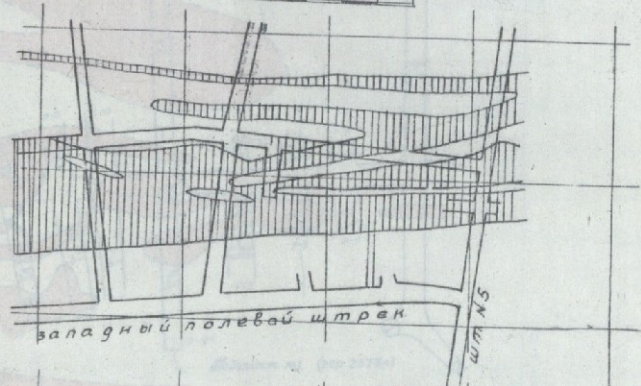
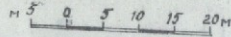


Осоставление результатов различных этапов разведки, отбойки и обработки руды, для установления достоверности содержания золота, мощности рудных тел, руды и металла на опытно-блочном гор. 2366-2406 м

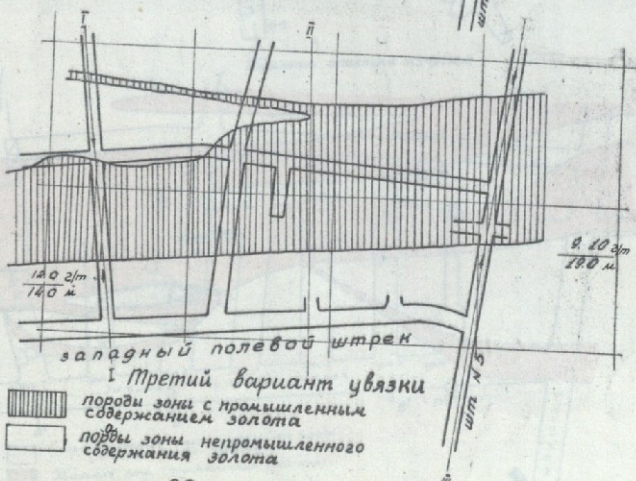
№ п/п	Коллич. изсеченный и расстойки между вышками	Высота этажа и для блока в м	Среднее содержание золота в г/т	Средн. мощн. рудного тела в м	Коллич. руды в т	Коллич. металла в кг	Коллич. изсеченный и расстойки между вышками	Высота этажа и для блока в м	Среднее содержание золота в г/т	Средн. мощн. рудного тела в м	Коллич. руды в т	Коллич. металла в кг	Средняя относительная достоверность в %				Примечание	
													содержания	Мощности	руды	металла		
1. Эксплуатационная разведка X)													Детальная разведка		Уд. вес пороши 2,5			
6	40						2	40										
8-10 м	50	9,4	II,0	55100	517,0	40-50 м	50	II,15	16,0	80000	892,0	15,7	3I,3	3I,1	42,0			
2. Эксплуатационная разведка X)													Отбойка руды (фактич.) на камеры № I (с рудами нарезных и др. работ)					
6	40	9,4	II,0	33000	310,2	-		40										
8-10 м	30							30	7,23	8,5	18627	134,57	22,4	29,3	43,5	56,5	Фактическая вышка руды из камеры при мощности 8,5 м должна оставить 25500 т	
3. Отбойка руды на камеры № I за 7 м-ц (с XI-70 г. по У-71 г.) X)													Обработка руды на камеры № I в опытной обогащательной фабрике за 7 м-ц					
6	40																	
8-10 м	30	6,7	II,0	8666	58,06 (6,37)	-	-	3,74	-	96I	3,67	44,2	-	-	44,1	Достоверность в определении металла подочитана в соответствии с коллич. 98I т. обработанной руды, 6,57 и 3,67 кг металла при содержании 6,7 и 3,74 г/т		
4. Эксплуатационная разведка X)													Фактические данные обработки руды опытной фабрики за I/I-68 г. по 3I/У-71 г.					
6	40																	
8-10 м	30	9,4	II,0	10268	96,52	-	-	5,62	-	10268	57,71	40,2	-	-	40,2	Смешанная руда (с слепного блока в разных участках месторождения)		

X) Принята как эталон

План рудного тела на горизонте 2366 м.  
 по данным детальной разведки  
 Первый вариант увязки



Второй вариант увязки



Третий вариант увязки



-  породы зоны с промышленным содержанием золота
-  породы зоны непрямоугольного содержания золота

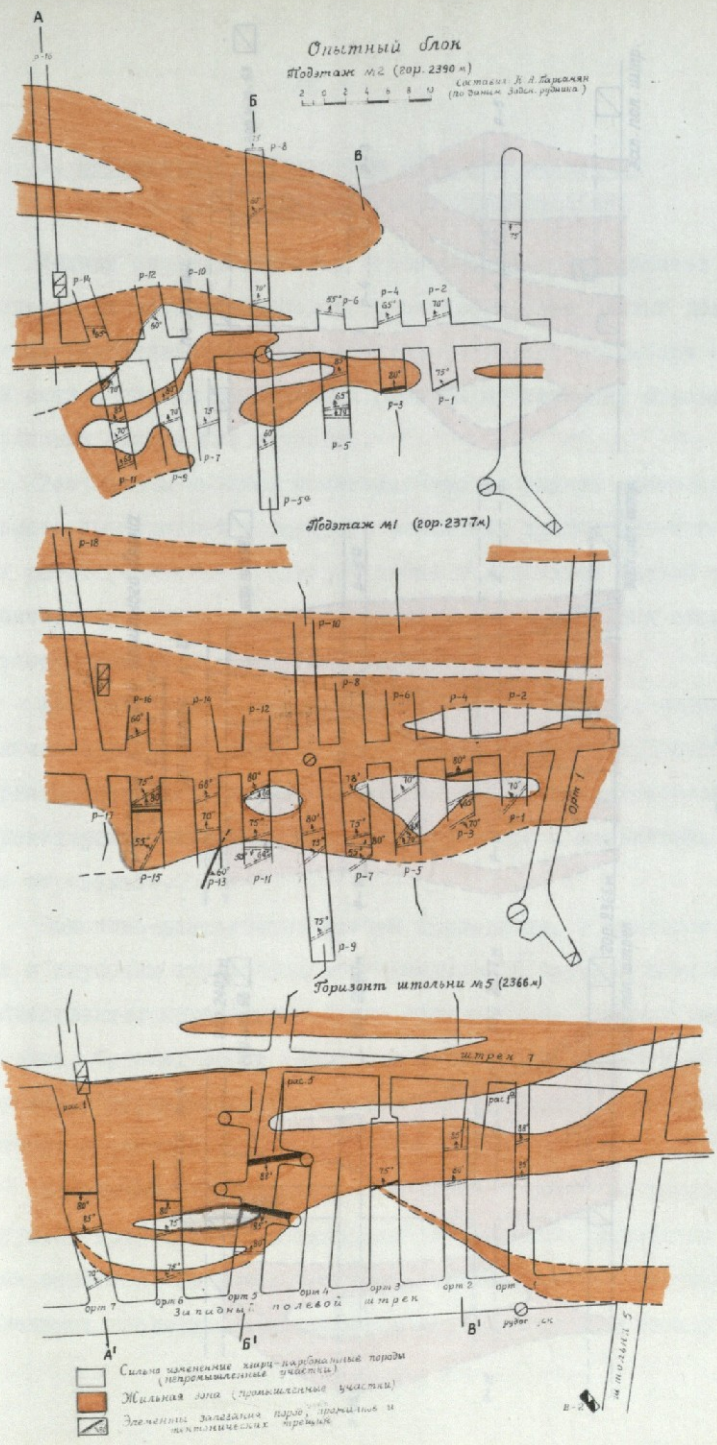
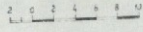
рис. 29






**Опытный блок**

Подэтаж м2 (гор. 2390 м)

Составил В. А. Баранкин  
(по данным Зайца, рудника)



-  Сильно измененные кварц-карбонатные породы (примысловые участки)
-  Жилецкая слань (примысловые участки)
-  Эпштейнитовые залежи (примысловые участки)

**Рис. 30**

Разрезы к плану опытного блока

№ 2 0 2 4 6 8 10 м

по линии А-А'

по линии Б-Б'

по линии В-В'

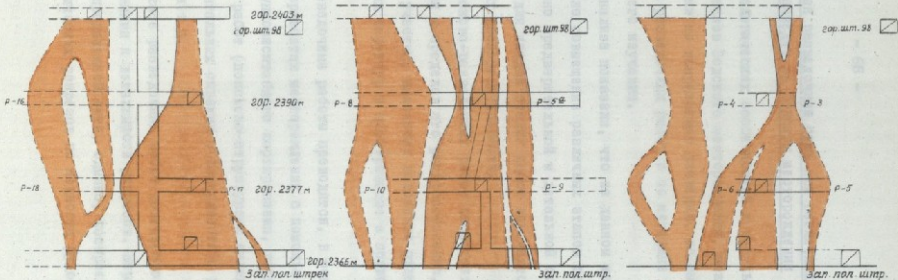


Рис. 31



### 3. Оптимальная разведочная сеть при различных стадиях разведки на Зодском месторождении

Исходя из геологических особенностей и результатов анализа разведочных материалов Зодского месторождения, можно дать определенные рекомендации по направлению разведки, по выбору оптимальной сети и систем разведочных работ и по методике опробования для различных стадий его изучения.

Результаты анализа показали, что на данном месторождении во времени происходило совмещение различных этапов геолого-разведочных работ (особенно предварительной и детальной стадий разведки). Несмотря на это, для каждой стадии работ намечаются свои определенные задачи и их последовательность.

I. Целью поисково-разведочных работ является: установление наличия оруденения и пределов его распространения, геолого-структурного строения участка, выяснение положения рудоносной зоны и рудоконтролирующих структур в пространстве и правильная оценка его перспектив.

Поисково-разведочные работы проводятся, в основном, на флангах и глубоких горизонтах месторождения с помощью всех методов исследования: крупномасштабного картирования, горных работ легкого типа, буровых работ (поисково-структурных скважин колонкового бурения и горизонтальных скважин с поверхности), геофизических методов поисков и т.д.

На данном этапе разведочных работ количество выработок лимитируется требованиями к детальности разрезов. Выработки не задаются строго по определенной сети, однако, построение системы вертикальных геологических разрезов по мощности рудоносных зон обя-

зательно, для осуществления вышеуказанных работ. На основе теоретических предпосылок, практических методов и приемов, с применением шливовой съемки, канав и шурфов, в 1951 г. было выявлено Зодское золоторудное месторождение.

2. В стадии предварительной разведки основной задачей является: уточнение положения выявленных рудоносных зон; подсечение всех рудных тел; ориентировочное оконтуривание месторождения и предварительный подсчет запасов сырья; предварительное технологическое исследование сырья на обогатимость; определение промышленного значения и относительной промышленной ценности месторождения; составление плана детальной разведки.

На предварительной стадии разведки проводятся также структурно-морфологические и минералого-петрографические исследования, топографическое и геологическое картирование в масштабе 1:10000, 1:5000, 1:2000 и др. работы.

Методика разведки определяется морфологическими характеристиками оруденения и возможностями подсчета запасов по категории С<sub>1</sub>.

После выявления оруденения на поверхности и на гор. 2447 м, с 1952 г. начинается предварительная разведка трех основных рудоносных зон, выявленных в год открытия месторождения. Предварительная разведка осуществлялась системой горных работ легкого и тяжелого типа, частично буровыми скважинами колонкового бурения. Общая характеристика отмеченных рудных зон приведена в прилож. I, табл. I, где рудные зоны в стадии детальной разведки были переименованы в рудные тела, при этом нумерация была оставлена прежняя. В контур подсчета балансовых запасов были включены прослой бедных и пустых пород, количество их более 2 метров.



Месторождение с поверхности разведано магистральными и промежуточными канавами и шурфами. Расстояние между магистральными канавами, заданными вкрест простирания зон, составляло 300-350 м, а между промежуточными канавами и шурфами - от 20 до 25 м.

Для пересечения всех рудоносных зон, имеющих на месторождении, на горизонте 2447 м, были заложены штольни (№№ 1, 2 и 3), из которых проходились штреки для изучения зон по простиранию. Из штреков, в свою очередь, были пройдены рассечки для полного пересечения зон.

Расстояние между рассечками в первые два года разведки Зодского месторождения было принято 50 м, в 1954 г. они задавались через каждые 20 м. На основе полученных данных были подсчитаны запасы по категории  $C_1$ . Опробование выработок производилось бороздовым способом с параметрами борозды 0,05 x 0,1 x 1,0 м (непрерывной бороздой по одной стенке, изредка по двум стенкам).

Скважины колонкового бурения задавались не по определенной сети. Целью их было исследование рудоносных зон на глубине.

Были составлены топографические и геологические карты месторождения в масштабе 1:5000 и 1:2000.

В результате предварительной разведки (1952-54 гг.) была доказана перспективность месторождения и обоснована необходимость дальнейшей его разведки как по простиранию, так и на глубину.

При подсчете запасов на предварительной стадии разведки были приняты следующие кондиции для месторождения:

- а) бортовое содержание - 1 г/т;
- б) минимальное промышленное содержание - 2 г/т;
- в) в контур подсчета балансовых запасов были включены прослой бедных и пустых пород, мощностью не более 2 метров.

Изучением с поверхности месторождения канавами и шурфами, а также нижних горизонтов подземными горными выработками, в совокупности с проведенной геологической съемкой и геофизическими наблюдениями, значительно были расширены перспективы разведки рудных зон не только на Центральном участке, но и на флангах, особенно на западном фланге. Однако, хотя была принята густая сеть разведочных выработок (расстояние между сечениями составляло 20 м), основная задача была выполнена лишь частично. Оконтуривание выявленных рудных зон, хотя бы ориентировочное, не было завершено. Изучение структурно-морфологических особенностей было проведено на очень низком уровне. И хотя была доказана перспективность месторождения, масштаб месторождения оставался неясным и был определен только в стадии детальной разведки.

В условиях Зодского месторождения принятая система горизонтальных выработок при предварительной разведке, для ~~контурирования~~ ~~оконтуривания~~ рудных тел, является нецелесообразной. Однако здесь не соблюден известный принцип последовательного сгущения плотности наблюдений при разведке. При предварительной разведке расстояние между сечениями было принято в 20 м. При последующих разведочных работах, на нижних горизонтах, плотность постепенно была разрежена до 40, 60 и 80 м. По этой причине на месторождении наблюдается большое расхождение между данными различных стадий разведки (рис. 29, 30, 31). В некоторых случаях данные предварительной разведки оказываются более точными, чем данные детальной разведки. Чтобы избежать подобных явлений в будущем, необходимо, естественно, соблюдать принцип последовательного сгущения плотности наблюдений.

Горные выработки, которые следует проводить до полного пере-





сечения мощности гидротермально измененных зон, после чего зоны по простиранию изучаются штреками. Если мощность рудных зон превышает сечение штреков, из последних следует проходить расщечки с целью полного пересечения мощности зон.

Для правильной оценки рудоносных зон на данном этапе разведочных работ рекомендуемый нами способ опробования представляет собой отбор непрерывных бороздовых проб с двух противоположных стенок выработок с параметрами борозды 0,05 x 0,05 x 1,0 м.

Скважины колонкового бурения рекомендуется применять с целью выяснения перспектив месторождения на глубину.

3. В задачу детальной разведки, как это четко сформулировано в "Руководстве по методам разведки и подсчету запасов водоторудных месторождений" (1956), входит: определение размеров всех выявленных рудных тел, содержаний и запасов руды и металла по промышленным категориям при помощи густой сети выработок, как по простиранию, так и по падению; обнаружение новых рудных тел, выходящих на поверхность; изучение морфологии рудных тел, структуры месторождения, вещественного состава руд и технологических свойств; поиски слепых рудных тел; выявление рудных тел в участках закрытых мощными наносами; изучение горнотехнической характеристики пород и руд и гидрогеологических особенностей месторождения.

Для решения поставленных задач на Зодском месторождении в большом объеме проводились горноразведочные и буровые работы, которыми были вскрыты и прослежены рудные тела как в верхней своей части, так и на глубоких горизонтах. По результатам пройденных выработок были уточнены и пополнены геологические карты



месторождения в масштабе 1:5000, 1:2000, а также составлены геологические карты рудного поля и месторождения в масштабе 1:10000 и 1:1000.

Анализируя собранные материалы по геологоразведочным работам Зодской ГРЭ, следует отметить, что при определении методики разведки Зодского золоторудного месторождения было уделено большое внимание природным факторам — форме и элементам залегания рудоносных зон, рельефу земной поверхности в районе месторождения, неравномерности распределения оруденения и др. Исходным при этом являлось определение степени сложности морфологического строения месторождения, а следовательно, и отнесение данного месторождения к той или иной морфологической группе.

Группировкой коренных месторождений полезных ископаемых занимались: В.М.Крейтер (1940), работа которого положена в основу изданной в 1948 г. "Инструкции по применению классификации запасов твердых полезных ископаемых", В.И.Смирнов (1954, 1957) и др. исследователи.

Инструкцией ГКЗ ("Инструкция по применению классификации запасов и коренным месторождениям золота", 1961 г.) для коренных месторождений золота выделяется 3 группы. По формам и размерам рудных тел и выдержанности оруденения Зодское месторождение соответствует второй группе. В эту группу отнесены месторождения с крупными и средними по размерам оруденными зонами и жилами, с неравномерным и очень неравномерным распределением минерализации и сложными контурами промышленного оруденения.

Исходя из вышеуказанных природных факторов, основным средством разведки месторождения являлись подземные горные выработки (штольни, штреки и рассечки) и в незначительном количестве восстающие. Скважины имели лишь вспомогательное значение и применялись для подсечения рудных тел на глубине. Ввиду ненадежности результатов по содержанию зон-

лота, только некоторые из скважин были включены в подсчет запасов.

По пробуренным скважинам получен низкий выход керна. При бурении вертикальных скважин в измененных зонах выход керна колеблется от 50 до 70%, при бурении горизонтальных скважин (ГП-I) составляет в среднем 62%.

Детальная разведка рудоносных зон месторождения производилась на трех основных горизонтах с абсолютными отметками: 2447, 2366, 2266 м, и одном промежуточном (2312 м), что позволило получить систему как горизонтальных, так и вертикальных сечений. Расстояние между горизонтами, таким образом, было принято равным 80 и 100 м (соответственно между основными горизонтами) и 60 м между поверхностью и горизонтом 2447 м. Расстояние между сечениями на горизонтах 2447, 2366 и 2266 м было принято 20, 40-60 и 60-80 м соответственно. Для подсечения всех рудоносных зон, выявленных на горизонте 2266 м, на горизонте 2175 м была задана штольня № 40, которая в настоящее время находится в проходке.

В результате геологоразведочных работ центральный участок месторождения разведан горными выработками на глубину 200-254 м, а буровыми скважинами до глубины 240-400 м и подсчитаны запасы по категориям В, С<sub>I</sub> и С<sub>2</sub>.

На Центральном участке месторождения, южнее всех выявленных рудоносных зон, расположен габброидный массив. В данном массиве поверхностными работами вскрыты 4 полосы золоторудных кварц-карбонатных прожилков. Здесь на разных горизонтах также проводились детальные разведочные работы, которые до сих пор не завершены. В результате проведенных работ были подсчитаны запасы по категории С<sub>I</sub> (по рудным телам № 30, 31 и 33). При утверждении подсчета запасов в ГКЗ, запасы категории С<sub>I</sub> были переведены в категорию С<sub>2</sub>. В габбро, помимо



прожилков имеется и вкрапленное оруденение золота, которое мало изучено. Поэтому необходимо продолжить детальную разведку массива для полного изучения характера оруденения и определения его перспективности.

В результате детальной разведки Зодского месторождения было установлено, что в верхней своей части рудные тела № 2 и 3 почти полностью отработаны в древности, а рудное тело № 14 на отдельных участках отработано примерно на 25-30%. Мощность отработанной кварцевой жилы в рудном теле № 14 колеблется от 0,2 до 1,5 м.

Выявленные запасы при расстоянии между рассечками 60, 80 и 100 м и таким же расстоянием между выработками по падению должны быть отнесены к категории  $C_I$ . Имея ввиду, что детальная разведка обязана обеспечить подсчет запасов по категории „В” в количестве не менее 20%<sup>1)</sup>, необходимо сгущение сети разведочных выработок до 30-40 м, что соответствует размерам эксплуатационного блока. Здесь детальная разведка, в некоторой степени, совмещается с эксплуатационной, что, безусловно, поднимает ответственность разведчика при заложении горных выработок. В этих случаях выработки необходимо проектировать так, чтобы подавляющее большинство их использовалось для горно-подготовительных работ.

Таким образом, на данной стадии работ параметры разведочной сети в значительной степени определяются параметрами выбранной системы разработки рудных тел. Именно выбранной системой определяются длина блока и высота этажа, т.е. расстояние между рассечками и горизонтами.

В качестве основной системы при детальной разведке нами реко-

1) В процессе детальной разведки выявление запасов полезных компонентов золоторудных месторождений по категории „А” нецелесообразно, вследствие очень высокой стоимости разведочных работ.

мендуются горные выработки. Горизонтальные буровые скважины различного типа (см. ниже, пункт "эксплуатационная разведка"), в сочетании с горными выработками, могут применяться на несложных участках месторождения.

Опыт разведочных работ в условиях Зодского месторождения показывает, что применение буровой разведки, как основной системы, нецелесообразно. Она не может обеспечить правильности определения пространственного положения рудных тел, рудоконтролирующих структур и качества полезного ископаемого для составления проекта эксплуатации месторождения. При бурении скважин, особенно в измененных зонах, выход керна составляет в среднем 60%, что не соответствует требованиям ГКЗ.

Опробование рекомендуется осуществлять отбором непрерывных бороздовых проб (по одной из стенок выработки) уменьшенного сечения - 0,05 x 0,05 м, длиной 1 м. Представительность таких проб доказана нами экспериментально (см. гл. "Опробование").

4. При эксплуатационной разведке, как отмечает В.М.Крейтером (1961), возникают две специфические задачи: уточнение данных предшествующей разведки и контроль процесса добычи полезного ископаемого.

В результате уточнения данных предварительной и детальной разведки, могут подвергнуться исправлению: контуры рудных тел, содержание металлов, физико-механические свойства пород и руд, гидрогеологические условия на разных участках и т.д. На основании всего этого уточняются запасы по сортам руд и может подвергнуться корректировке проект разработки месторождения.

Контроль процесса добычи заключается в наблюдении за его выемкой с определением величин потерь и степени разубоживания.



От достоверности полученных данных будет зависеть правильность определения объема и направления горно-подготовительных работ, составление реального графика разработки и шихтовки руды.

Исходя из вышеотмеченного, задачами эксплуатационной разведки Водского месторождения являются:

1. Уточнение положения рудных тел в пространстве и промышленных запасов с переводом их в более высокие категории, в основном, на верхних горизонтах, подлежащих первоочередной разработке<sup>1)</sup>.
2. Детальное изучение морфологически сложных участков и уточнение границ зоны окисления, а также, при возможности, оконтуривание смешанных руд, расположенных в пределах границ окисленных и сульфидных руд (см. приложение 2).
3. Дальнейшее изучение вещественного состава разных технологических сортов руд для перспективного планирования добычи их.
4. Обеспечение оптимальной плотности разведочных сечений, надежности увязки данных по рудным телам и выяснение непрерывности оруденения.
5. Оконтуривание безрудных и некондиционных участков в промышленных зонах, а также выявление пустот и зон обрушения, связанных со старыми подземными разработками.
6. Изучение горнотехнических условий разработки, крепости и устойчивости руд и вмещающих пород, а также водоносности пород.

Кроме вышеотмеченных, одной из основных задач при эксплуатационной разведке является обнаружение новых промышленных рудных тел, путем тщательного изучения месторождения.

---

1) От поверхности (2550 м) до горизонта 2407 м намечается разработка месторождения открытым способом, ниже этого - подземным.

Эксплуатационная разведка (с уточнением контуров рудных тел) на Зодском месторождении, в настоящее время, осуществляется исключительно системой горных выработок. В районе первого рудного тела проводятся горно-подготовительные и нарезные работы и оконтуривание опытного блока между горизонтами 2366 и 2407 м. Штольни № 5, 25 и 40 (на горизонтах 2366, 2266 и 2175 м) расширяются и подготавливаются для использования в качестве откаточных. Из этих горизонтов основным намечается 2175 м (шт. № 40). Одновременно с проходкой указанных выработок проводятся горно-геологические, технологические и др. исследования в широких масштабах со стороны Зодского золоторудного комбината, института "Гипроцветмет", ЦНИГРИ, "Армнипроцветмет" (НИГМИ) и др.

Высота нарезаемых блоков, в настоящее время, составляет 40 м, длина - 30 м, расстояние между подэтажными штреками составляет по направлению падения между горизонтами I2-I4 м, по простиранию от 6 до 10 м, в среднем - 8 м (рис. 30, 31).

Необходимо отметить, что создание такой плотной сети выработок связано с огромными затратами средств и времени (на Зодском месторождении стоимость проходки I п.м. горной выработки составляет в среднем 80 руб.) .

Как было указано выше, расстояние между выработками I6-24 м обеспечивает точность подсчета запасов, соответствующую категории "А", а 32-40 м - категории "В". Учитывая это, а также существующие среди специалистов по эксплуатации тенденции к увеличению параметров блоков, мы рекомендуем следующие расстояния между выработками: по простиранию 15-20 м, а по высоте 35-40 м. Такая сеть нарезных выработок вполне отвечает требованиям как эксплуатационной разведки, так и самой эксплуатации. (С. Я. Волков, В. А. Парсанин, 1968), с



Для выявления возможных безрудных участков внутри блока, уточнения плана шихтовки руды и правильного направления нарезных работ, перед проходкой подэтажных штреков рекомендуется бурение горизонтальных скважин по сети 15x20 м.

Поскольку подготовительные и нарезные выработки используются для целей эксплуатационной разведки, необходим особый контроль за темпами и организацией работ по их проведению с тем, чтобы обеспечивалась возможность своевременной документации и опробования их. Необходимо также обеспечение своевременного получения данных анализов проб.

Все необходимые выработки должны проходиться так, чтобы полученные по ним материалы помогали увязке геологических данных по различным горизонтам и подгоризонтам.

Предлагаемая нами методика эксплуатационной разведки (с предшествующим проходке подэтажных штреков бурением горизонтальных скважин), обеспечивая необходимую достоверность данных, может существовать независимо от того, какие изменения претерпевают системы разработки Зодского месторождения в процессе их дальнейшего совершенствования (увеличение длины блоков, объема камер и т.д.).

Буровые скважины на данной стадии разведки также имеют вспомогательное значение. Они в основном должны применяться для поисков новых рудных тел, обоснования заложения намеченных выработок в процессе горно-подготовительных работ с целью избежания лишних затрат на "бросовые" горные выработки. Буровые скважины могут использоваться также для отвода газа и воды.

Экспериментальные исследования по применению для эксплуатационной разведки скважин ударно-вращательного бурения (БА-100-П1), проводились нами (Л.Б.Магакьян, Б.П.Меликян, К.А.Парсамян, 1968), с

целью определения достоверности опробования их в условиях Зодского месторождения (подробное описание и результаты работ излагаются в гл. "Опробование"). Здесь отметим, что получены положительные результаты. Данный способ с успехом может применяться в процессе очистных и горно-подготовительных работ. Скорость проходки скважин ударно-вращательного бурения доходила до 10-12 п.м. за смену.

Испытание и определение достоверности результатов скважин электровращательного, перфораторного и др. типов бурения в условиях Зодского месторождения является актуальным. При бурении скважин глубиной до 25 м на данном этапе разведки они могут заменить часть оконтуривающих горных выработок. Широкое применение их приводит к большому экономическому эффекту, т.к. стоимость их бурения не высокая и составляет 5-6 руб./пог.м. (см. прилож. 9).

Вышеуказанные скважины испытаны со стороны сотрудников Армипроцветмета (НИГМИ) (Шехян, 1964, 1967; Мартикян, 1965; Папазян, 1965, 1970; Абрамян, Торосян и др., 1970) в различных рудниках республики и получены удовлетворительные результаты.

Таким образом, рекомендуемая нами система эксплуатационной разведки является сочетание горных выработок и горизонтальных буровых скважин различного типа и плотность сети её обеспечивает достаточную достоверность данных и рациональность эксплуатационной разведки.

Рациональным методом опробования на данном этапе при горно-подготовительных и очистных работах, является отбор непрерывных бороздовых проб уменьшенного - 0,05 x 0,05 м сечения или малой борозды сечением - 0,01 x 0,05 м, представительность которых доказана нами и излагается в гл. "Опробование".

Рекомендуется также широкое испытание и определение достоверности данных прогрессивного шпурового опробования в условиях Зод-



ского месторождения (см.гл. "Опробование").

Для выполнения указанных задач и получения более достоверных данных по вышеперечисленным вопросам, и для избежания условности при оконтуривании некоторых рудных тел, необходимо, при эксплуатационно-разведочных работах предусмотреть большой объем горно-буровых работ как по простиранию рудных тел, так и по падению и восстанию.

Для выбора наиболее эффективного метода отработки руды, а также для определения реальной величины возможных потерь и разубоживания руды, наиболее важным фактором является учет морфологических особенностей рудных тел, их правильный анализ и увязка.

С этой целью по данным геологоразведочной экспедиции и золото-рудного комбината, а также с учетом принятых кондиций, нами (Э.М.Мадатян, К.А.Парсамян, Б.М.Меликян, 1967) представлены три варианта оконтуривания рудного тела № I на опытном блоке отработки, как наиболее детально разведанного участка месторождения (рис. 29).

Оконтуренное в результате принятой методики, с учетом бортового содержания золота (2,0 г/т), рудное тело в первом варианте имеет очень сложную конфигурацию, т.е. в рудном теле имеется много сложных апофиз и ряд прослоек пустых пород небольшой протяженности и мощности. Имея ввиду исключительно трудные горнотехнические условия отработки, обусловленные подобной сложной морфологией рудного тела, рассматриваемый вариант следует считать практически неприемлемым. Он может представлять интерес только для выяснения характера оруденения.

При составлении второго варианта, отдельные небольшие интервалы пустых пород включены в рудное тело с частичным прессованием. Однако, контур рудного тела при втором варианте не менее сложный.

В этом случае пустые породы образуют в рудном теле языкообразные безрудные пространства, обусловив сложный узор конфигурации и

создают условия для разубоживания и потерь руды в повышенных количествах.

Третий вариант оконтуривания проводился по направлению упрощения морфологии рудного тела с целью применения более экономичных методов эксплуатации. В рассматриваемом случае в контур включались все пространства пустых пород.

Таким образом, при третьем варианте рудное тело имеет большую мощность и более или менее прямолинейные контакты, что сведет к минимуму возможные эксплуатационные потери и разубоживание руды. Это достигается путем некоторого снижения среднего содержания, относительно второго варианта, по рудному телу и увеличения средней мощности.

Запасы металла за счет включенных некондиционных руд значительно увеличиваются.

Для сопоставления в таблице 9 приведены основные параметры блока по второму и третьему вариантам увязки.

Т а б л и ц а 9

Основные параметры	Един. измер.	По второму варианту	По третьему варианту
Среднее содержание золота	г/т	10,68	10,33
Средняя мощность рудного тела	м	15,50	16,50
Длина блока	м	50,00	50,00
Высота блока	м	50,00	50,00
Объемный вес руды	т/м <sup>3</sup>	2,5	2,5
Количество руды	т	96875,0	103125,0
Количество металла	кг	1034,62	1065,28



Показательными являются запасы металла, которые для третьего варианта больше запасов второго варианта.

К вышеизложенному необходимо добавить, что из попутных полезных компонентов в руде содержится серебро и теллур, стоимость которых следует учесть при технико-экономических расчетах.

Изложенные выше данные показывают, что при дополнительных технико-экономических расчетах в отношении извлечения металла из руды, системы разработок, транспортировки и т.д. можно доказать эффективность третьего варианта увязки рудного тела. Исходя из этого, мы считаем целесообразным применение этого варианта увязки рудных тел и по другим проектируемым блокам месторождения.

16, 1946, 1948) и др. Исследования проводились, как для золота, так для серебра. Показано, что для данного руды, по возможности проводилось исследование результатов проб с различным содержанием золота по классам 0-4, 4-16, 16-64 г/т.

В настоящей работе рассмотрены также результаты научно-исследовательской работы (И.А. Мельник, Д.М. Минин, К.А. Паровик, ЧИИИ, 1960) по определению оптимальности разработки скважин ударно-вращательного бурения (диаметр 11-120 мм) в условиях Медного колосового месторождения.

Скважины ударно-вращательного бурения являются весьма эффективными средствами разведки при комбинации с горными выработками.

При прочих равных условиях, пробуренные высокопроизводительными буровыми агрегатами с пневмоударниками, могут быть применены так же в процессе детальной и эксплуатационной разведки с частичной заменой дорогостоящих горных выработок, удешевляя во много раз стоимость разведочных работ, снижая плотность разведочной сети горных выработок, сохраняя сроки разведки. Применения скважин

## Г Л А В А I V

### РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ МЕТОДИКИ ОПРОБОВАНИЯ

В настоящей главе подробно излагаются методика проведения и результаты экспериментальных работ с соответствующими выводами и предложениями наиболее рациональных методов и способов опробования для окисленно-смешанных и сульфидных руд Зодского золоторудного месторождения.

На месторождении экспериментировались: валовые, задирковые, точечные, бороздовые и шламовые пробы. Материалы опытно-экспериментального опробования, помимо прямого сопоставления, в основном, обрабатывались методами и приемами математической статистики (Н.В.Барышев, 1936, 1946, 1948) и др. Сопоставление проводилось, как для золота, так и для серебра. Помимо анализа по общему ряду, по возможности производилось сопоставление результатов проб с распределением содержания золота по классам 0-4, 4-16, 16-64 г/т.

В настоящей работе рассматривается также результат научно-исследовательской работы (Л.Б.Магакян, Б.М.Меликян, К.А.Парсамян, НИГМИ, 1968) по определению достоверности опробования скважин ударно-вращательного бурения (станками БА-100 П) в условиях Зодского золоторудного месторождения.

Скважины ударно-вращательного бурения являются весьма эффективными средствами разведки при комбинировании с горными выработками.

При прочих равных условиях скважины, пробуренные высокопроизводительными буровыми агрегатами с пневмоударниками, могут найти широкое применение также в процессе детальной и эксплуатационной разведки с частичной заменой дорогостоящих горных выработок, удешевляя во много раз стоимость разведочных работ, разряжая плотность разведочной сети горных выработок, сокращая сроки разведки. Применение скважин



ударно-вращательного бурения целесообразно не только для отбойки руды, но и для проведения разведочных работ при ведении горнокапитальных и горноподготовительных работ для уточнения контуров рудных тел и содержания полезных компонентов в пределах эксплуатационных блоков, улучшения системы учета потерь и разубоживания, а также для поисков слепых рудных тел, апофиз и ответвлений.

Помимо бурения шпуров с отбором шламовых проб и проходки опытных ортов с отбором валовых и бороздовых проб был произведен также ситовой анализ с целью определения гранулометрического состава шламовых проб (см. приложение 6).

С целью проверки значения коэффициента "К" формулы  $Q = Kd^2$  применяемой на месторождении для обработки проб и возможного упрощения схемы обработки, производились специальные экспериментальные работы (см. приложение 7).

Для определения надежности результатов основных анализов и своевременного выявления возможных погрешностей работы пробирной лаборатории НИГМИ, был произведен внутренний контроль путем анализа зашифрованных дубликатов проб на золото и серебро (см. приложение 8).

В конце работы кратко изложена экономическая целесообразность применения в добыче золота рациональных способов бурения и опробования (см. приложение 9).

### I. Выбор участка и объем экспериментальных работ

Участки экспериментальных работ были выбраны главным образом в пределах опытно-эксплуатационного блока по первой рудной зоне, как основной (по количеству запасов) рудоносной зоне - намеченной для первоочередной отработки (рис. 32, 44б).

Экспериментальные работы проводились как в пройденных выработках (по рассечкам № № 1 и 3, и по стволу штольни № 5), так и специально для этих целей, представленным Зодским комбинатом в наше распоряжение

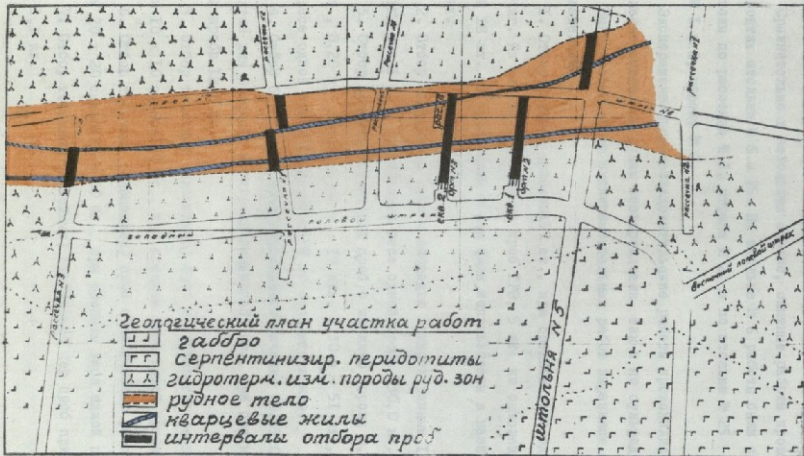


Рис. 32



в двух подсечных ортах (№ № 2 и 3) в пределах опытно-эксплуатационного блока на горизонте 2366 м, штольни № 5.

Сравнительно в небольшом объеме, опытные работы проводились на горизонтах штольни № 6 и 25. По штольне № 6 работы были сконцентрированы по рассечке № 3, штрека № 2, а по штольне № 25 - по рассечкам № 1 и 2, штрека № 2.

Экспериментально-исследовательские работы проводились как по окисленно-смешанным рудам месторождения, так и по сульфидным рудам.

Выполненный объем экспериментальных работ выразился следующими показателями:

1. Отбор валовых проб  $\approx$  57 шт., при среднем весе одной пробы 2700 кг. Из отобранных валовых проб ГРЭ, 5 шт. по окисленно-смешанным и 18 шт. по сульфидным рудам были использованы в наших сопоставлениях.

2. Отбор задириковых проб с площадью задинок равным  $1,0 \text{ м}^2$  и  $0,5 \text{ м}^2$   $\approx$  43 шт., при среднем весе одной пробы 130,0 кг.

3. Отбор широких бороздовых проб с шириной борозд 0,15 м - 23 шт., 0,20 м - 50 шт., 0,25 м - 19 шт., 0,30 м - 51 шт., при среднем весе одной пробы 19,25, 31 и 37 кг соответственно.

4. Отбор бороздовых проб „нормального” сечения (0,05x0,1 м - принятая для Зодского месторождения)  $\approx$  489 шт., при среднем весе одной пробы 12,0 кг.

5. Отбор точечных (площадных) проб с плотностью расположения точек 10 x 10 см  $\approx$  110 шт., при среднем весе одной пробы 8,0 кг.

6. Отбор точечных (площадных) проб с плотностью расположения точек 20 x 20 см  $\approx$  25 - 30 шт., при среднем весе одной пробы 3,0 кг.

7. Отбор точечных (линейных) проб  $\approx$  60 пар проб при среднем весе 1,3 кг.

8. Отбор бороздовых проб уменьшенного (0,05 x 0,05 м) сечения в кол. 73 шт., при среднем весе одной пробы 6,0 кг.
9. Отбор малых бороздовых проб с сечением (0,01 x 0,05 м) в кол. 82 шт., при среднем весе одной пробы 1,3 кг.
10. Отбор шламовых проб в кол. 27 шт., при среднем весе одной пробы 21,0 кг.

По результатам экспериментальных работ сделаны соответствующие выводы и предложения, которые основывались на проведенном сравнительном анализе, за эталон для которой принимались результаты валового опробования.

## 2. Методика проведенных экспериментальных работ

Вопросы методики опробования освещаются в работах многих исследователей (Барышев - 1936, 1946, 1948; Пожарицкий, 1939; Крейтер - 1940, 1961; Зайцев, 1958; Альбов, 1965; Каждан, 1965) и др.

Как известно результаты опробования являются одним из важных факторов при оценке месторождения и необходимыми для подсчета запасов полезных компонентов на любой стадии разведочного процесса.

На Зодском золоторудном месторождении с целью разработки рациональной методики опробования, установления надежности принятого на месторождении способа пробоотбора, определения степени надежности различных способов пробоотбора и практической возможности применения простейших способов отбора проб (как при эксплуатационной разведке, в очистных и горноподготовительных выработках на данном месторождении, так и в процессе разведочных работ на флангах), проводились специальные экспериментальные работы.

Экспериментальные работы проводились совместно с кандидатом геолого-минералогических наук Л.Б.Магакьяном.

На выбранных участках экспериментировались почти все ныне суще-



ствующие способы пробоотбора.

Экспериментальные работы выполнялись по следующей методике и последовательности.

С одной из стенок пройденных выработок сначала отбивались точечные, бороздовые и задиrkовые, а затем - валовые пробы. Из вновь пройденных выработок (орты № № 2 и 3), сначала отобрали шламовые пробы, затем отбирались валовые пробы, после чего производили отбойку точечных бороздовых и задиrkовых проб различных сечений с интервала отобранной валовой пробы.

Для отбора точечных, бороздовых и задиrkовых проб на выбранных сечениях и участках рудного тела по его нормали делилось на ряд квадратов (рис. 33), площадь каждого из которых составила  $I \text{ км}^2$ , которая в дальнейшем разделялась на пометровые секции. После наметки участков производилось их выравнивание, а затем отбор проб.

а) Отбор точечных проб

На площадь отмеченного квадрата (рис. 33) закреплялась сетка с размерами ячеек  $10 \times 10 \text{ см}$ , но отбор производился с плотностью расположения точек  $20 \times 20 \text{ см}$ . Из середины каждой клетки закрепленной сетки при плотности  $20 \times 20 \text{ см}$  отбивались кусочки руды, примерно, равного объема, которые вместе составляли начальную пробу. Количество точек, составляющих одну такую пробу, равнялось 25-30. После отбойки первой пробы приступали к отбойке второй пробы, затем к третьей и т.д. Таким образом, с площади  $I \text{ км}^2$  отбивались четыре пробы с плотностью расположения индивидуальных точек  $20 \times 20 \text{ см}$ .

При такой последовательности отбойки точечных проб представилась возможность получить с  $I \text{ км}^2$ , при соответствующих комбинациях, точечные пробы с различной плотностью расположения точек, а именно: одну точечную пробу с плотностью расположения точек  $10 \times 10 \text{ см}$ , общим количеством индивидуальных точек равных  $110$ ; четыре точечные про-

бы с плотностью расположения точек 20 x 20 см; по две точечные пробы с плотностью расположения точек 10 x 20 см и 20 x 10 см с количеством точек в одной пробе равных 55; и наконец две точечные пробы с шахматным расположением точек по 55 точек в каждой пробе.

В итоге сопоставления и анализа точечных проб по разным сетям получены положительные результаты. Поэтому, чтобы не загружать работу, далее приводим анализы сопоставления только по сетям 10 x 10 и 20 x 20 см.

Для целей сопоставления результатов точечных проб с бороздовыми, помимо отбора точечных проб с площадным расположением точек, на некоторых интервалах, отбор точечных проб производился с линейным расположением точек пробы.

Индивидуальные точки пробы отбивались по средней линии борозды с расстоянием между точками равными 10 см. Таким образом, количество точек, составляющих одну пробу, равнялось 11.

#### б) Отбор бороздовых проб

После отбора точечных проб, площадь каждого квадрата делилась на ряд борозд с параллельно смежным их расположением (рис. 33). Ширина борозд, в основном, принималась, в соответствии с принятой на месторождении, равной 0,1 м. Сечение некоторых борозд в свою очередь уменьшилось вдвое с целью получения данных для сопоставления результатов борозд нормального и уменьшенного сечений. Таким образом, с 1 кв.м<sup>2</sup> отбивались борозды "нормального" сечения - 0,05 x 0,1 м., принятого на Зодском месторождении, и борозды уменьшенного сечения - 0,05 x 0,05 м., общим количеством от 10 до 15 проб.

На некоторых квадратах отбивались борозды нормального сечения и борозды малого сечения - 0,01 x 0,05 м. На этих интервалах, после деления 1 кв.м на десять борозд нормального сечения, в центре каждой борозды отмечалась малая борозда, чем и достигалось предельно



полное сопряжение борозд обеих сечений. После наметки производился отбор борозд сначала малого, а затем нормального сечения.

Борозды на выделенных квадратах отбивались поочередно снизу вверх с особой осторожностью, возможной в производственной обстановке. Принятая методика расположения борозд дала возможность при соответствующих комбинациях получить с 1 кв.м<sup>2</sup> площади для сравнительного анализа разные пробы с различными параметрами, а именно: 1) задирко-вые пробы с площадью задирок равным 1 кв.м<sup>2</sup> и 0,5 кв.м<sup>2</sup>, 2) Широкие бороздовые пробы с параметрами - 0,05 x 0,15 x 1,0 м, 0,05 x 0,2 x 1,0; 0,05 x 0,25 x 1,0 м и 0,05 x 0,3 x 1,0 м; 3) борозды нормального сечения - 0,05 x 0,1 x 1,0 м; 4) борозды уменьшенного сечения - 0,05 x 0,05 x 1,0 м; 5) малые бороздовые пробы - 0,01 x 0,05 x 1,0 м.

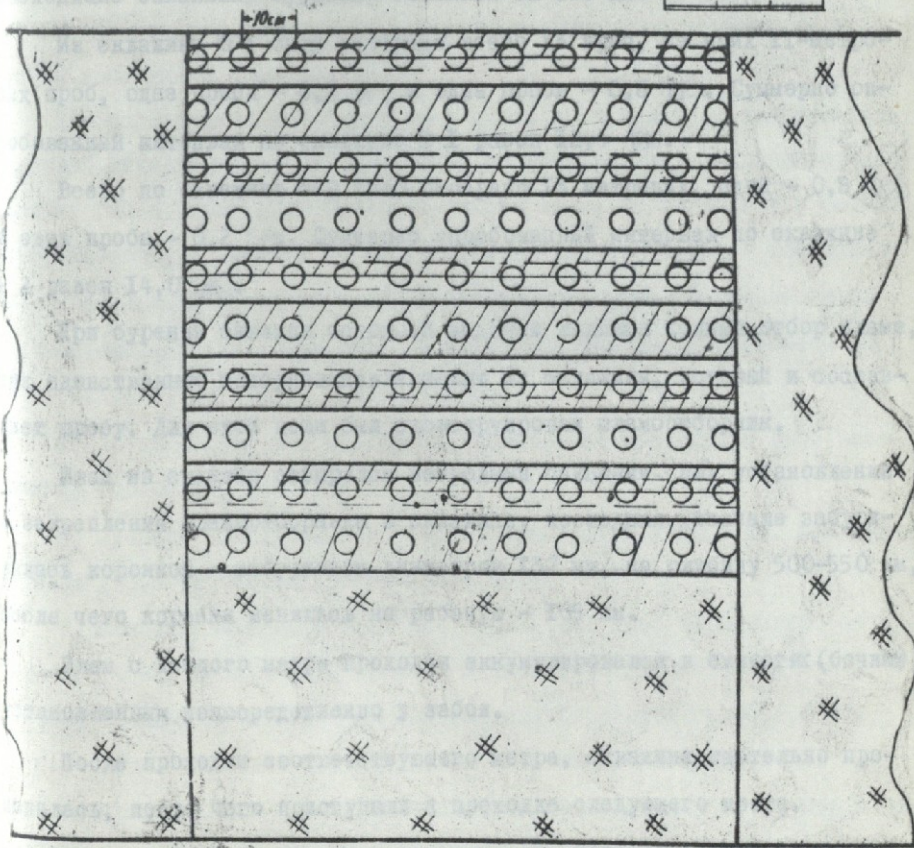
#### в) Отбор валовых проб

Валовые пробы отбирались с целью контроля результатов проб, отобранных другими способами и как эталон для сравнительного анализа. Из пройденных выработок, после завершения отбора точечных и бороздовых проб, осуществлялся отбор валовых проб при тесном сочетании буровзрывных методов - ручным способом, в следующей последовательности.

На площади выделенного квадрата (рис. 33), отступив на 25 см во внутрь площади от сторон квадрата, пробуривались неглубокие (40-60 см) шпурсы с центрально-врубным расположением и с последующей отпалкой центрального вруба уменьшенными зарядами. После отпалки центрального вруба, отбойным молотком производилась подрубка стенок, которая завершалась ручной доводкой, с таким расчетом, чтобы объем вынудой породы соответствовал 1 куб.м. На расслабленных участках из цикла работ полностью исключалось применение взрывного вещества. Порода из центральных частей участка отбивалась при помощи отбойного молотка, а подрубка и доводка осуществлялись вручную. Средний начальный вес одной вало-

### Схема расположения проб горной выработки

Масштаб  
 1 см 0 10 20 см.







-  Валовая проба
-  Точечные пробы
-  Бороздочные пробы  
 "нормального" и "малого" сечения.
-  Рудная зона

Рис. 33



вой пробы равен 2700 кг. Из вновь пройденных выработок (орты № 2 и 3) валовые пробы отбирались по обычным способам в процессе проходки.

г) Отбор шламовых проб

В представленных ортах (№ 2 и 3), были пробурены наклонно-восходящие скважины, буровыми станками БА-100-Ш.

Из скважины № 1 было отобрано всего 13 проб, из коих 11-метровых проб, одна проба - 0,8 м и одна проба - 0,6 м. Суммарно опробованный интервал по скважине № 1 равен 12,4 м.

Всего по скважине № 2 было отобрано 13 метровых, одна - 0,8 м и одна проба - 0,2 м. Суммарно опробованный интервал по скважине № 2 равен 14,0 м.

При бурении скважин основной задачей являлся полный отбор шлама, как единственного материала, извлекаемого из скважины, который и составляет пробу. Для этой цели был сконструирован шламоотборник.

Шлам из скважин отбирался метровыми секциями. Для установления и закрепления шламоотборника в скважине, последняя вначале забуривалась коронкой - забурником диаметром 132 мм, на глубину 500-550 мм, после чего коронка менялась на рабочую - 105 мм.

Шлам с каждого метра проходки аккумулировался в емкостях (бочках), установленных непосредственно у забоя.

После проходки соответствующего метра, скважина тщательно промывалась, после чего приступали к проходке следующего метра.

Собранный шлам отстаивался в емкости, вода сливалась, шлам про-фильтровывался и помещался в шламовые мешки, после чего производилась сушка проб.

После бурения скважин приступали к проходке самих ортов по сечениям 1,8 квм с отбором валовых и бороздовых проб в вышеописанной

последовательности. Проходка ортов и отбор проб осуществлялись по интервалам, соответствующим интервалам отобранных шламовых проб.

#### д. Обработка проб

Основным вопросом при обработке проб является определение оптимального, надежного веса пробы, т.е. того веса, до которого может быть сокращена проба, измельченная до определенного размера частиц, или неизмельченная, при условии, что погрешность сокращения не выйдет за допустимые пределы.

Для определения надежного веса проб, мы, в основном, пользовались формулой Ричардса-Чечетта  $Q = Kd^2$ . Но учитывая цель и характер проводимых работ, при определении надежного веса, мы подходили с особой осторожностью, а именно, во всех случаях нами он брался в несколько раз превышающий надежный вес вычисленной по формуле. Величина значения коэффициента "К" нами была принята 1,0, вместо 0,8, принятой на месторождении, по тем же соображениям.

Исходные данные для обработки, полученные при отборе проб различными способами, следующие:

а) средний начальный вес валовых проб равен 2700,0 кг, при максимальном диаметре частиц 150 мм (рис. 34а);

б) Максимальный начальный вес бороздовых проб нормального сечения - 14,0 кг; максимальный размер кусков равен 50 мм (рис. 34б);

в) средний начальный вес уменьшенных бороздовых проб 6,0 кг, размер кусков наиболее крупной фракции равен 30 мм (рис. 34в);

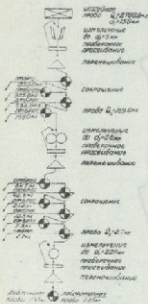
г) Максимальный начальный вес площадных точечных проб, при плотности расположения точек 10 x 10 см - 10,0 кг; максимальный диаметр кусков равен 15 мм;

д) Максимальный начальный вес площадных точечных проб, при плотности расположения точек 20 x 20 см - 3,0 кг; максимальный диаметр кусков равен 15 мм (рис. 34г);



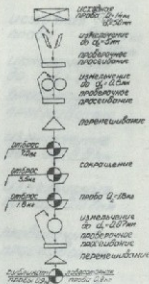
Система обработки малых проволочных и линейных проволочных

Система обработки проволоки проволочной



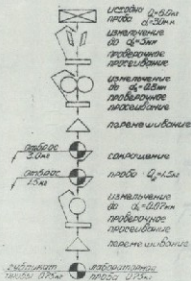
а

Система обработки проволоки нормального сечения



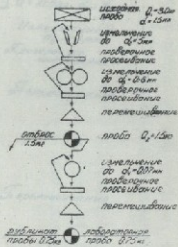
б

Система обработки проволоки уменьшенного сечения



в

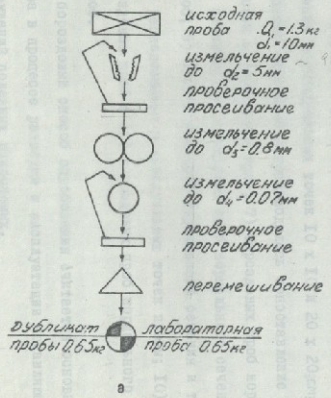
Система обработки плоских точечных проволочных



г

Рис. 34

### схема обработки малых бороз- довых и линейных точечных проб



### схема обработки шпательной проб

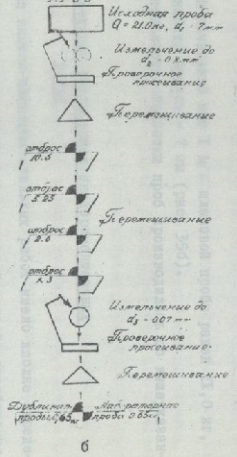


Рис. 35



е) максимальный начальный вес линейных точечных и малых бороздовых проб равен 1,3 кг; максимальный размер кусков - 10 мм (рис. 35а);

ж) Средний начальный вес 1 м<sup>3</sup> шламовой пробы равен 21,0 кг, максимальный диаметр кусков - 7 мм (рис. 35б).

Последовательность обработки проб производилась по вышеуказанным схемам.

### 3. Интерпретация результатов экспериментальных работ

Проведение опытно-экспериментальных работ имело вполне определенную цель: разработать наиболее рациональный способ опробования применительно для Зодского золоторудного месторождения, с установлением надежности принятого на месторождении способа пробоотбора.

При сравнительном анализе, мы, в основном, опирались на результаты валового опробования, как на эталон.

С результатами валовых проб сопоставлялись результаты: I) задириковых проб с различными площадями задирок; 2) широких бороздовых проб; 3) нормальных бороздовых проб; 4) площадных точечных проб с плотностью расположения индивидуальных точек 10 x 10 и 20 x 20 см; 5) шламовых проб. Помимо отмеченного производилось сопоставление содержаний: 6) задириковых и бороздовых проб; 7) бороздовых проб нормального и уменьшенного сечений; 8) бороздовых проб нормального сечения и малых бороздовых проб; 9) бороздовых проб нормального сечения и точечных проб с линейным расположением индивидуальных точек пробы; 10) точечных и малых бороздовых проб и II) бороздовых проб нормального сечения и шламовых проб.

Как известно, бороздовый способ опробования считается основным способом пробоотбора в процессе разведки и эксплуатации подавляющего большинства месторождений полезных ископаемых.

Надежность и представительность бороздового способа опробования с определением характера погрешности на месторождениях полезных ископаемых определяется посредством контроля валовыми пробами. Это мнение настолько широко распространено, что на первый взгляд кажется, что только валовое опробование должно служить эталоном для определения представительности и характера погрешности других способов пробоотбора. Но здесь необходимо отметить то обстоятельство, что интерпретация валовых проб является не сложной только в тех случаях, когда рудные тела прослеживаются или пересекаются всем сечением выработки. При этих условиях исключается разубоживание валовых проб, обеспечивающее тем самым надежную интерпретацию их результатов. В противном случае резко осложняется интерпретация результатов валовых проб, в силу их "засорения", а зачастую становится практически невозможной.

В процессе проведения экспериментальных работ, помимо основной задачи, мы пытались, по возможности, выяснить также вопрос о типе проб, помимо валового, который может быть принят в качестве контрольного на Зодском месторождении.

Вкратце остановимся на задачах, которые разрешаются контрольным опробованием, их, в основном, две.

Первая задача заключается в установлении характера и величины погрешности принятого способа пробоотбора, происходящей за счет непропорционального попадания в пробы богатого или бедного рудного материала, в связи с неаккуратной отбойкой проб. Необходимость производства контроля опробования обосновывается вообще сложным строением рудных тел и неблагоприятной текстурой руд, которые могут обусловить систематическую погрешность текущего опробования. Для решения данной задачи, контрольными пробами, очевидно, могут служить не только валовые пробы, но и другие, как например, задирковые и широкие борозды



Вторая задача контроля заключается в установлении величины систематической погрешности, обуславливаемой непропорциональным охватом пробами, участков с высоким (ураганным) содержанием металла по отношению к количеству таких участков в блоках. Вторая задача, очевидно должна разрешаться только валовыми пробами.

Мы в нашей работе рассматриваем только первую задачу контроля. С этой целью производится сопоставление с валовыми пробами, помимо других способов, также задириковых проб с различными площадями задириков и широких бороздовых проб.

Для всех способов отбора проб составлялись таблицы, отражающие содержание полезных компонентов в сопоставляемых пробах (Л.Б.Магакян, К.А.Парсамян, 1966,1968). По данным этих таблиц вычислялись: средние содержания полезного компонента в сопоставляемых пробах; средние квадратические отклонения; ошибки среднеквадратических отклонений; коэффициенты вариации; коэффициенты корреляции; ошибки коэффициента корреляции; средние абсолютные и относительные отклонения содержаний рядов; средние абсолютные и относительные отклонения арифметической разности содержания рядов; коэффициенты вероятности и по соответствующим таблицам значение вероятности, отклонение средних содержаний ряда и др. статистические характеристики. По данным указанных вычислений составлялись сводные таблицы (I0, I1, I2).

Вычисления производились по известным в математической статистике формулам с общепринятыми обозначениями.

### Сопоставление результатов валовых и задириковых проб

В сопоставлении с валовыми пробами участвуют задириковые пробы с различными площадями задириков, а именно: с площадью равной  $1,0 \text{ м}^2$  и  $0,5 \text{ м}^2$ , т.е.  $1,0 \times 1,0$  и  $1,0 \times 0,5$  м в количестве 32 проб. Глубина задириков в обоих случаях остается постоянной и равна  $0,05$  м.

Для определения характера погрешности (случайная или систематическая) в качестве основного критерия нами рассматриваются вычисленные статистические характеристики сопоставляемых рядов.

а) Сопоставление задириковых проб с площадью задириков равной  $1,0 \text{ м}^2$

При рассмотрении сопоставляемых валовых и задириковых проб (табл. IО, II, I2, рис. 36) замечаем, что отклонения содержаний каждой индивидуальной пары проб не постоянны в знаке (табл. I2). Отклонения происходят, как в сторону завышения, так и в сторону занижения, что указывает на отсутствие систематического отклонения одного знака. Существующие отклонения в индивидуальных пробах носят случайный характер и не вызывают опасений. Сумма количеств отклонений противоположных знаков со своей стороны также указывает на случайный характер отклонений.

Арифметическая сумма отклонений положительного знака равна 80,6 г/т, а отрицательного знака - 93,0 г/т; величина арифметической разности отклонений ряда составляет всего лишь - 12,4 г/т (Л.Б.Магакян, К.А.Парсамян, 1966). Указанное является одним из факторов свидетельствующим об отсутствии систематической погрешности.

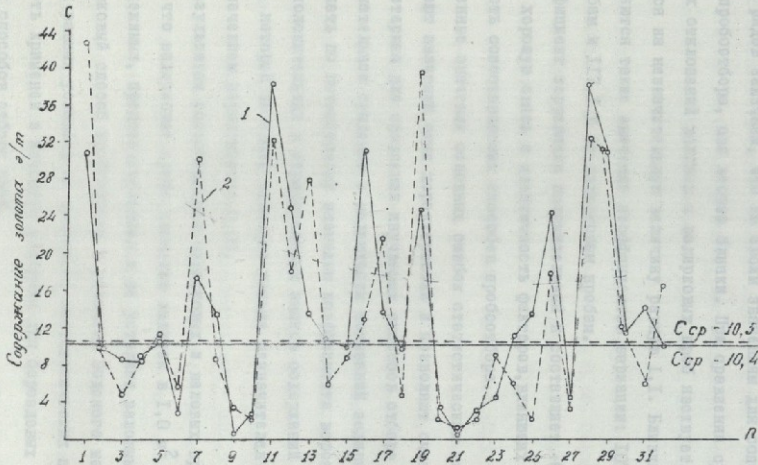
Некоторые большие значения разностей единичных показаний проб, объясняются неравномерностью распределения золота в руде.

Среднее абсолютное отклонение ряда без учета знака равно 5,4 г/т, а среднее абсолютное отклонение арифметической разности составляет всего лишь - 0,4 г/т (табл. IО).

Среднее относительное отклонение ряда без учета знака составляет 51,9 %, а среднее относительное отклонение арифметической разности равно - 3,8 %.

Абсолютное отклонение среднего содержания ряда весьма ничтожно и равно + 0,1 г/т.





Кривые содержания золота

1- валовые пробы; 2-завирковые пробы ( $S=1,0 \text{ м}^2$ ).

Рис. 36

Рассматривая вычисленные статистические характеристики сопоставляемых рядов замечаем, что по своим значениям для сопоставляемых способов пробоотбора, они весьма близки. При сравнении средних квадратических отклонений валовых и задиговых проб явствует, что они отклоняются на незначительную величину равную 1,1. Близкими между собой являются также значения коэффициентов вариации: 107,7% по валовым пробам и 117,1 % по задиговым пробам.

Коэффициент корреляции положительный и составляет +0,8. Это указывает на хорошую связь и идентичность факторов, влияющих на точность и надежность сопоставляемых способов пробоотбора.

Утроенные значения основных ошибок статистических характеристик не превышают значений этих характеристик и позволяют считать их надежным критерием для сравнения изучаемых способов отбора проб.

Окончательное суждение о надежности показаний задиговых проб можно сделать по вычисленному значению коэффициента вероятности расхождения положительных и отрицательных знаков содержаний сопоставляемых рядов, который по своей величине весьма незначителен и равен 0,07 со значением вероятности: 0,05.

По результатам сопоставления задиговых и валовых проб можно отметить, что задиговые пробы площадью задигов в  $1,0 \text{ м}^2$  являются вполне надежными, представительными и не уступают валовым пробам.

Задиговый способ пробоотбора в условиях Зодского месторождения, при прочих равных условиях не допускает систематических погрешностей и может быть применен в качестве контроля для бороздовых и других простейших способов отбора проб.

б) Сопоставление задиговых проб с площадью задигов равной  $0,5 \text{ м}^2$

При рассмотрении сопоставляемых рядов, замечаем, что при задиговом способе отбора проб, площадью задигов равной  $0,5 \text{ м}^2$ , не допуска-



ются систематические погрешности.

При сопоставлении статистических характеристик (табл. IО, II, I2) замечаем, что они близки между собой, так например, среднее значение содержаний, среднеквадратические отклонения, коэффициенты вариации и т.д.

Коэффициент вероятности расхождения между сопоставляемыми способами пробоотбора равен 0,5 со своим значением 0,38. Согласно диаграмме Галкина коэффициенты вероятности по золоту и серебру не превышают 0,62, со значением равным 0,45.

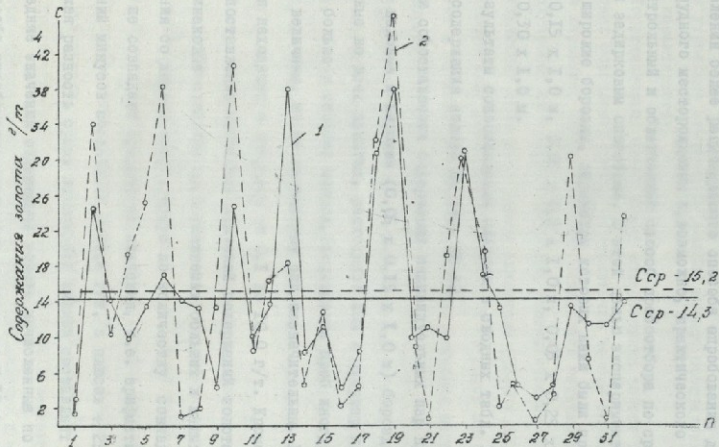
Среднее абсолютное отклонение ряда составляет  $\pm 7,3$  г/т, при среднем абсолютном отклонении арифметической разности  $+0,9$  г/т.

Среднее относительное отклонение ряда не превышает  $\pm 51,0\%$ , а среднее относительное отклонение арифметической разности  $+6,3\%$ . Абсолютное отклонение средних содержаний рядов равно  $+0,9$  г/т.

Как и для "больших" задириковых проб, при рассмотрении рядов отклонений содержаний по отдельным сопоставляемым парам проб не постоянны в знаке и колеблются в обе стороны. Сумма отклонений положительных знаков равна  $+131,1$  г/т, а отрицательных  $-101,5$  г/т. Арифметическая разность суммы значений отклонения знаков составляет:  $+29,6$  г/т. Отмеченные показатели, со своей стороны также указывают на отсутствие систематических погрешностей при использовании данного способа пробоотбора.

Кривые содержания золота (рис. 37), также показывают идентичность сопоставляемых пар проб указанных способов.

Удовлетворительные результаты получены при сопоставлении содержаний валовых и задириковых (1,0 x 0,5 м) проб по серебру (табл. II).



Кривые содержания золота  
1-валовые пробы; 2-задержавте пробы ( $S=0,5 \text{ м}^2$ )



Сопоставление результатов валовых и широких  
бороздовых проб

Постановка данного эксперимента была вызвана необходимостью установления более рационального способа опробования для Зодского золоторудного месторождения и, возможно, практического их применения как контрольный и облегченный способ пробоотбора по сравнению с валовым и задирковым способами. С этой целью экспериментально исследовались широкие борозды, параметры которых нами были приняты равными 0,05 x 0,15 x 1,0 м, 0,05 x 0,2 x 1,0 м, 0,05 x 0,25 x 1,0 м и 0,05 x 0,30 x 1,0 м.

Результаты сопоставления сведены в сводных табл. 10, 11, 12, а кривые содержания золота на рис. 38-42.

При сопоставлении содержаний индивидуальных пар проб, выясняется, что валовые и широкие (0,05 x 0,15 x 1,0 м) бороздовые пробы, отобранные во всех пунктах, расходятся как в сторону плюса, так и минуса, но больше в сторону минуса. Расхождения проб иногда достигают большой величины, но по количеству они незначительны. В основном, отклонения находятся в пределах от 0,1 до 10,0 г/т. Кроме того, уже одно сопоставление единичных значений содержаний золота указывает на неодинаковые свойства сопоставляемых больших и малых проб (рис. 38). Отклонения со знаком плюс и минус по количеству совпадают, но практически не совпадают средние их значения, т.е. арифметическая сумма отклонений минусов составляет - 84,6 г/т, а плюсов + 29,6 г/т. Арифметическая разность суммы отклонений знаков составляет - 55,0 г/т.

Средние значения содержаний золота вычисленные по рядам для каждого способа опробования равны для валовых проб 13,4 г/т, для бороздовых проб 10,9 г/т. Абсолютные отклонения средних содержаний равны - 2,5 г/т.

Методом математической статистики, для определения характера по-

грешности сопоставляемых способов опробования, проверим характер вышеприведенных расхождений (табл. 10). Из табл. видно, что статистические характеристики сопоставляемых способов практически одинаковы и утроенные значения их ошибок меньше соответствующих им значений характеристик.

Корреляционная связь между содержаниями золота (+0,6) в валовых и широких бороздовых пробах недостаточно хорошо выражена. Коэффициенты вариации, характеризующие отклонения содержания золота в частных пробах от среднего значения статистических рядов, для проб сопоставляемых способов - почти одинаковы (71,0 и 69,7%).

Коэффициент вероятности равен 1,78 со своим значением 0,92 и тяготеет к верхним пределам допустимого значения вероятности 0,95 (Н.В.Барышев, 1936, 1946, 1948).

Среднее абсолютное отклонение равно 4,96 г/т; среднее абсолютное отклонение арифметической разности по ряду равно - 2,39 г/т. Среднее относительное отклонение ряда без учета знака составляет 37,0 %, а среднее относительное отклонение арифметической разности по ряду равно - 17,8 %.

Исходя из вышеприведенных данных, по результатам математического анализа, можно отметить отсутствие систематических погрешностей в показаниях широких (0,05 x 0,15 x 1,0 м) бороздовых проб. Однако, суммируя положительные и отрицательные стороны отмеченного способа пробоотбора, нельзя рекомендовать его в качестве контрольного. Результаты проведенных экспериментов показывают, что для этих целей предпочтительнее пользоваться валовым и задириковым способом.

При сопоставлении единичных значений валовых и широких (0,05 x 0,20 x 1,0 м) бороздовых проб выяснилось, что они расходятся как в сторону плюса, так и в сторону минуса с преобладанием по-



следнего (табл. 12). Отклонения, в основном, находятся в пределах до 10,9 г/т, но расхождения проб в некоторых случаях (4 пробы из 50) достигают от 12,6 до 23,3 г/т. Сопоставление единичных значений содержания золота валовых и широких бороздовых проб, показывают на одинаковые их свойства (рис. 39).

Средние значения содержания золота вычисленные по рядам для каждого способа опробования равны для валовых проб 11,2 г/т для широких бороздовых проб 10,5 г/т. Отклонения средних содержаний равны - 0,7 г/т.

Методом математической статистики определим характер выше-приведенных данных, а также возможность наличия систематической погрешности в сопоставляемых широких бороздовых пробах (табл. 10).

Сравнивая значения среднеквадратических отклонений, замечаем, что сопоставляемые валовые и широкие бороздовые пробы отличаются на незначительные величины, составляющие 7,6 %. Утроенные значения ошибки среднеквадратического отклонения значительно меньше соответствующих им значений характеристик.

При сравнении коэффициентов вариации наблюдается значительное расхождение, которое объясняется неравномерностью распределения золота в руде, случайным характером и степенью ее изменчивости.

Корреляционная связь содержаний золота (+0,77) в сопоставляемых способах пробоотбора выраженная, и утроенные значения ошибок определения коэффициента корреляции ( $\pm 0,06 \times 3$ ) намного меньше значений её характеристики.

Коэффициент вероятности (0,79) с его значением (0,57), достаточно хорошо выражен, который показывает об отсутствии систематической погрешности.

Среднеабсолютное отклонение ряда равно 4,65 г/т;

среднеабсолютное отклонение арифметической разности по ряду составляет - 1,58 г/т. Среднее относительное отклонение ряда без учета знака составляет 41,5 %; среднее относительное отклонение арифметической разности по ряду равно - 14,1 %.

Удовлетворительные результаты получены при сопоставлении содержаний валовых и бороздовых проб по серебру (табл. II).

Таким образом, можно отметить, что широкий (0,05 x 0,2 x 1,0 м) бороздовый способ лишен систематических погрешностей, а выявленные отклонения по характеру случайные.

Исходя из вышеприведенных удовлетворительных результатов, для проверки вторично производили сопоставление валовых и широких (0,05 x 0,2 x 1,0 м) бороздовых проб по золоту и на других участках месторождения в двух вариантах (см. табл. 10, 12 и рис. 40).

Отмеченные в таблицах показатели свидетельствуют об отсутствии систематической погрешности в сопоставляемых широких бороздовых пробах.

Таким образом широкие (0,05 x 0,2 x 1,0 м) бороздовые пробы можно рекомендовать как более рациональный, облегченный и контрольный способ пробоотбора для Зодского золоторудного месторождения.

При рассмотрении сопоставляемых валовых и широких (0,05 x 0,25 x 1,0 м) бороздовых проб (табл. 10, 11, 12, рис. 41), замечаем, что сопоставляемые пробы указанных способов пробоотбора расходятся как в сторону плюса, так и в сторону минуса с преобладанием минусов как по количеству, так и по значению. Разница суммы абсолютных отклонений разных знаков (- 82,8, + 4,7) большая и составляет - 78,1 г/т.

По своим величинам сумма отклонения среднего содержания золота между сопоставляемыми валовыми и широкими бороздовыми пробами значительная и равна - 4,1 г/т.



зависит от минуса. Среднее абсолютное отклонение ряда (математическая

При сравнении среднеквадратических отклонений замечаем, что сопоставляемые пробы указанных способов отличаются на значительные величины, составляющие до 58,4 %.

При сравнении коэффициентов вариации сопоставляемых проб, наблюдается незначительное расхождение и низкие их значения (61,9 и 53,5) соответственно, которые свидетельствуют о сравнительно равномерном распределении золота в руде, слабом характере и степени его изменчивости. Указанное явление можно объяснить меньшим количеством (19 шт.) сопоставляемых проб.

Корреляционная связь содержания золота (+0,82) достаточно хорошо выражена.

Коэффициент вероятности (3,66 со своим значением 0,99) значительно больше установленного предела, по которому коэффициент вероятности не должен превышать двух, а значение его - 0,95.

Среднее абсолютное отклонение ряда и среднее абсолютное отклонение арифметической разности ряда соответственно составляют: 4,6 и 4,1 г/т. Среднее относительное отклонение ряда и среднее относительное отклонение арифметической разности ряда равны: 36,2 и 32,3% соответственно.

Вышеотмеченные показатели свидетельствуют о систематической погрешности в сопоставляемых широких (0,05 x 0,25 x 1,0 м) бороздочных пробах.

Аналогичная картина наблюдается при сопоставлении валовых и широких (0,05 x 0,25 x 1,0 м) бороздочных проб по серебру (табл. II).

При рассмотрении сопоставляемых валовых и широких (0,05 x 0,30 x 1,0 м) бороздочных проб (табл. I0, I1, I2, рис. 42) замечаем, что сопоставляемые пробы расходятся по знакам в разную сторону, но и по количеству и по значению преобладающими

являются минусы. Сумма отклонений разных знаков (математическая их разность) составляет - 87,8 г/т.

Сумма отклонения значения среднего содержания золота между сопоставляемыми валовыми и широкими (0,05 x 0,30 x 1,0 м) бороздовыми пробами незначительна и составляет +0,3 г/т.

Среднее квадратическое отклонение сопоставляемых проб отличается на незначительную величину составляющую до 11,7 %.

При сравнении коэффициентов вариации сопоставляемых проб, наблюдается также незначительное (5,0 %) расхождение. Значения коэффициентов вариации показывают, что золото в руде распределяется неравномерно.

Корреляционная связь содержания золота между сопоставляемыми пробами выражена (+0,6).

Коэффициент вероятности равен 0,18 со своим значением 0,14, что говорит об отсутствии систематической погрешности широких (0,05 x 0,30 x 1,0 м) бороздовых проб.

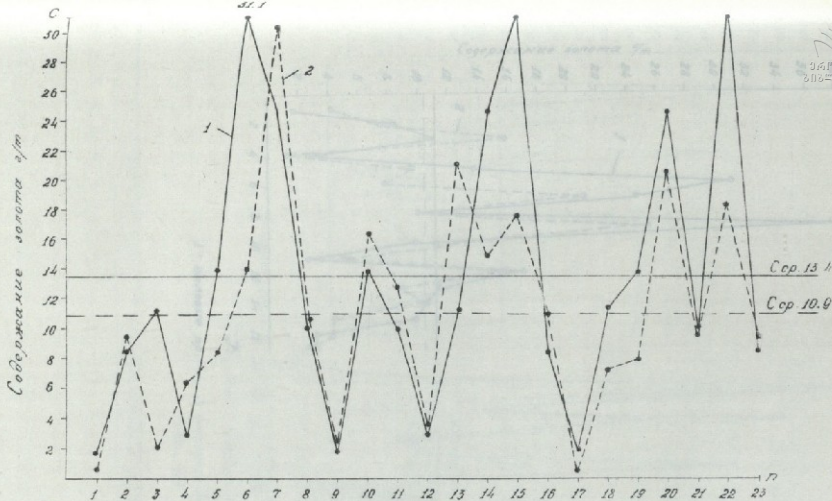
Среднее абсолютное отклонение ряда и среднее абсолютное отклонение арифметической разности ряда соответственно составляют: 6,09 г/т и 1,72 г/т.

Среднее относительное отклонение ряда и среднее относительное отклонение ряда арифметической разности составляют 54,4 % и 15,4 %.

Вышеприведенные показатели свидетельствуют об отсутствии систематической погрешности в сопоставляемых способах валовых и широких бороздовых проб. Выявленные незначительные отклонения по характеру случайные.

Таким образом, из всех вышеприведенных вариантов сопоставления валовых и широких бороздовых проб получили два случая, в которых не

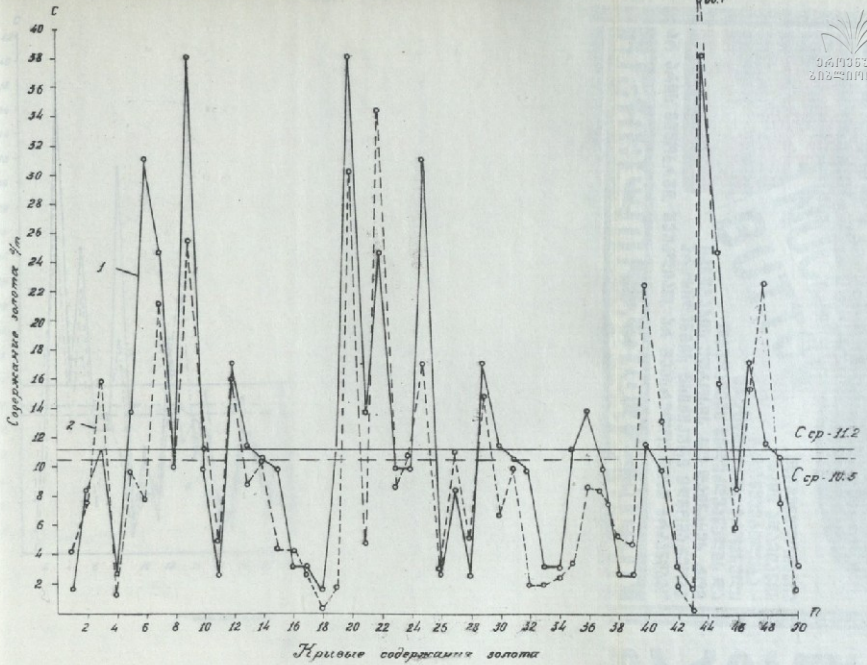




Кривые содержания золота

1- палочные пробы; 2- широкие бороздчатые пробы сеч.  $0.05 \times 0.15 \times 1.0$  м.

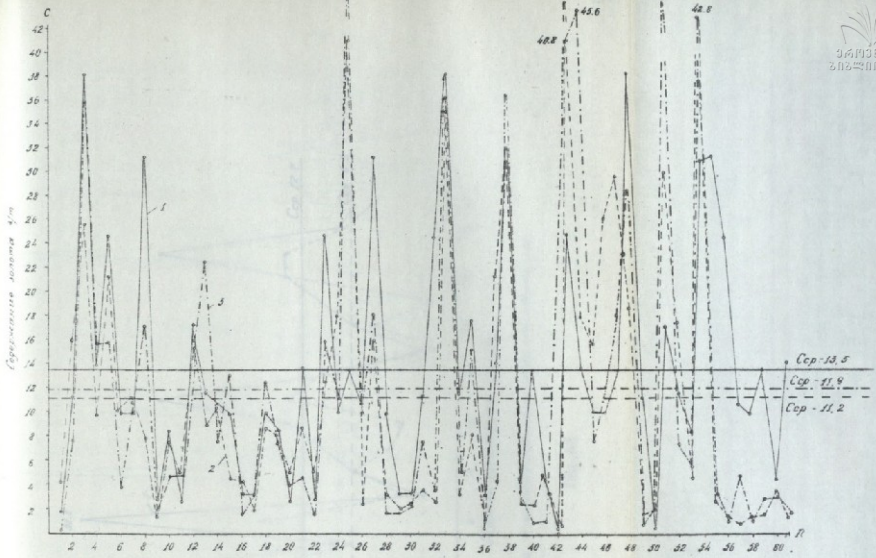
Рис. 38.



1 - валовые пробы; 2 - широкие бороздчатые пробы сеч. 0,05 × 0,2 × 1,0 мм

Рис. 39

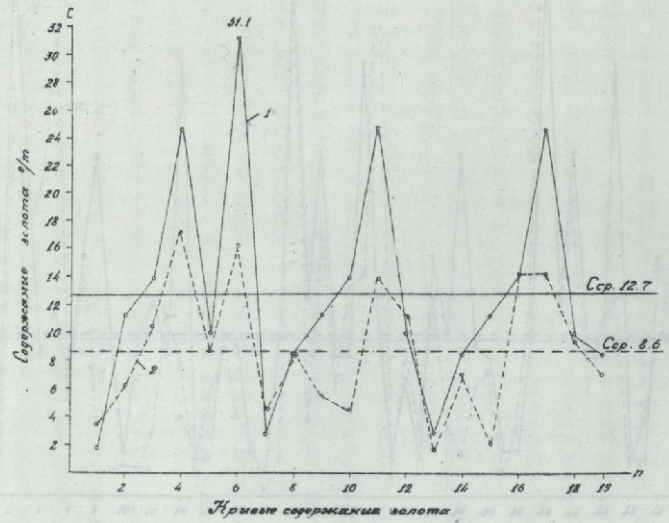




Нижние содержания золота.

1 - валовые пробы; 2 - шпильки бороздчатые пробы сеч. 0,05 × 0,2 × 1,0 мм (1 вариант);  
 3 - шпильки бороздчатые пробы сеч. 0,05 × 0,2 × 1,0 мм (2 вариант);

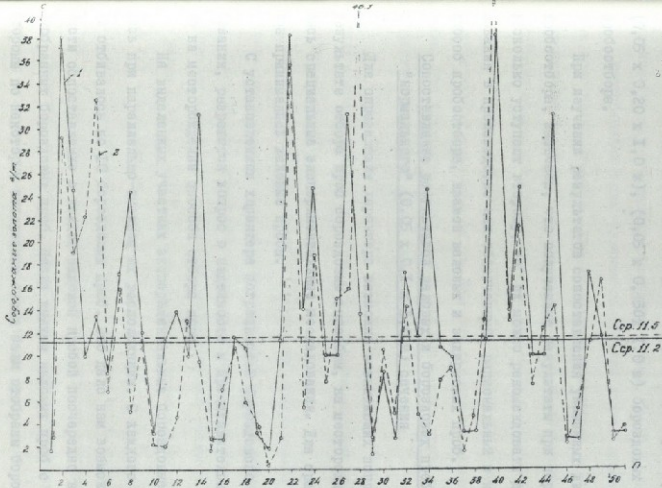
Рис. 40



1-валовые пробы; 2-ширилки бороздовые пробы сеч. 0.05 × 0.25 × 1.0т

Рис. 4I





Кривые поверхностной влаги

1-узкой щуп; 2-широкой борозочной щуп; сеч.  $2,05 \times 0,30 \times 1,0$  м

Рис. 42

наблюдаются систематические погрешности, а именно: при широких (0,05 x 0,20 x 1,0 м), (0,05 x 0,30 x 1,0 м) бороздовых способах пробоотбора.

При изучении результатов сопоставления указанных двух способов пробоотбора, замечаем, что полученные результаты при первом случае, несколько уступают второму, но их можно рекомендовать для использования в производстве как облегченный, рациональный и контрольный способ пробоотбора, взамен валовых и задирковых проб.

Сопоставление результатов валовых и бороздовых проб "нормального" (0,05 x 0,1 x 1,0 м) сечения

Для определения характера возможно возникающих погрешностей в результате отбора проб бороздовым способом, на месторождении проводились специальные экспериментальные исследования. Для сравнений за эталон принимались валовые пробы.

С установлением характера погрешностей бороздового способа опробования, разрешится вопрос о надежности и представительности принятого на месторождении способа отбора проб.

На выделенных участках экспериментальные бороздовые пробы отбивались при параллельно-смежном их расположении. С каждого 1,0 м<sup>2</sup> участка отбивалось по 10 бороздовых проб. Это дало нам возможность произвести сопоставление с каждой валовой пробой поочередно всех десяти отобранных бороздовых проб. После выемки валовых проб с их тыльной стороны по некоторым интервалам снова были отобраны бороздовые пробы, которые также участвовали в сопоставлениях.

Параметры бороздовых проб соответствовали принятым на месторождении и равнялись 0,05 x 0,1 x 1,0 м.

Количество анализируемых экспериментальных бороздовых проб составляет 405 шт., и является вполне достаточным для решения поставлен-



ной задачи (Л.Б.Магакян, К.А.Парсамян, 1966, 1968). Вычисленные статистические характеристики приведены в табл. 10, 11, 12 и рис. 43.

Рассматривая сопоставления содержаний золота валовых и бороздовых проб можно отметить, что отклонение содержаний золота бороздовых проб от содержаний золота валовых проб не постоянны в знаке. Отклонения происходят, как в сторону завышения содержаний, так и в сторону занижения. Близкие между собой количества отклонений противоположных знаков указывают на то, что эти отклонения являются случайными. Это указывает также на то, что бороздовые пробы обладают практически одинаковыми свойствами с валовыми пробами.

По своим величинам сумма отклонения среднего содержания золота между сопоставляемыми валовыми и бороздовыми пробами незначительная, именно - 0,1 г/т.

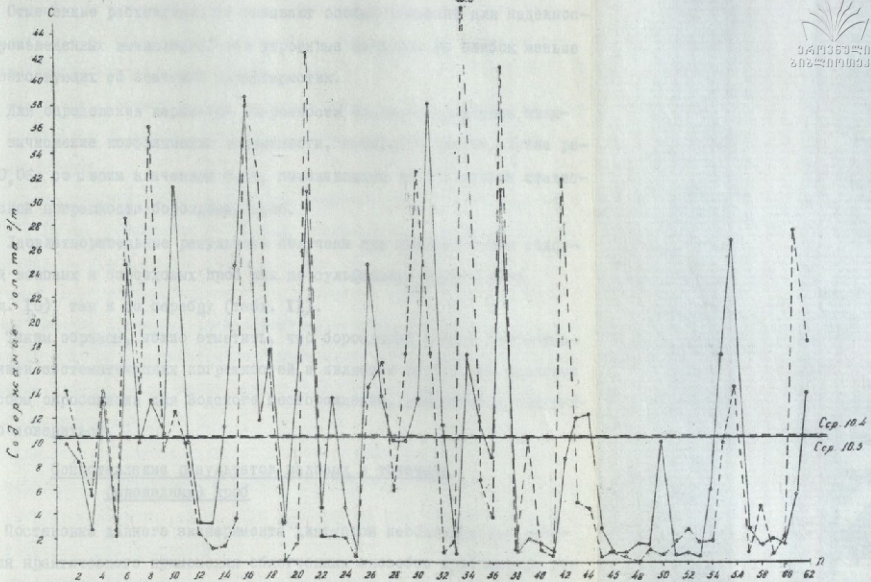
Разница суммы абсолютного отклонения разных знаков для сопоставляемых рядов валовых и бороздовых проб небольшая и составляет +3,6 г/т.

Среднее абсолютное отклонение содержания ряда без учета знака и среднее абсолютное отклонение арифметической разности соответственно равны 6,4 и + 0,06 г/т, т.е. среднее относительное отклонение при 6,4 г/т составляет 62,1 %, а при + 0,06 г/т + 0,6 %.

При рассмотрении статистических характеристик сопоставляемых валовых и бороздовых проб вырисовывается следующая картина.

Сравнивая значения среднеквадратического отклонения, замечаем, что они отличаются на небольшие величины, т.е. разница среднеквадратического отклонения между валовыми и бороздовыми пробами составляет 22,3 %.

При сравнении коэффициентов вариации наблюдается значительное расхождение, которое объясняется неравномерностью распределения золота в руде, характером и степенью ее изменчивости.



Кривые содержания золота

1- валовые пробы; 2- борцовые пробы маргального сечения - 9.00-81.18м.

Рис. 43



Корреляционная связь содержаний золота в сопоставляемых пробах, недостаточно хорошо выражена и равна + 0,64.

Отмеченные расхождения не вызывают особых сомнений для надежности произведенных вычислений, ибо утроенные значения ее ошибок меньше соответствующих ей значений характеристик.

Для определения характера погрешности основным критерием является вычисление коэффициента вероятности, который в данном случае равен 0,06, со своим значением 0,04, показывающий об отсутствии статистической погрешности бороздовых проб.

Удовлетворительные результаты получены при сопоставлении содержаний валовых и бороздовых проб как по сульфидным рудам золота (табл. IО), так и по серебру (табл. II).

Таким образом, можно отметить, что бороздовый способ пробоотбора лишен систематических погрешностей и является достаточно надежным способом опробования для Зодского месторождения, результатам которых можно довериться.

#### Сопоставление результатов валовых и точечных (площадных) проб

Постановка данного эксперимента диктуется необходимостью выбора для практического применения облегченных способов пробоотбора для очистных и горноподготовительных выработок.

Экспериментальные точечные пробы отбивались при различных плотностях сети расположения индивидуальных точек пробы, а именно: по квадратной сети 10 x 10 см и 20 x 20 см. В данном анализе участвуют 17 пар проб сопоставляемых способов.

Результаты пробирных анализов и вычислений сопоставляемых способов сведены в табл. IО, II, I2 и рис. 44а.

Рассматривая индивидуальные отклонения содержаний полезных компо-

ентов по сопоставляемым рядам, замечаем, что одностороннего отклонения не наблюдается. Отклонения содержаний происходит как в сторону повышения, так и в сторону занижения. Это указывает на то, что отмеченные отклонения по характеру являются случайными и обусловлены неравномерностью распределения золота в руде.

Вычисленные статистические характеристики весьма близки между собой и отличаются на незначительные величины, которыми практически можно пренебречь.

Средние квадратические отклонения точечных проб, отобранных по сети 10 x 10 см, отличаются от таковой вычисленной по валовым пробам, на величину равную 1,2, при плотности сети 20 x 20 см, - 3,46.

Такая же картина наблюдается при сравнении коэффициентов вариации. Коэффициент вариации, вычисленной по точечным пробам, отобранным по сети 10 x 10 см, отличается от коэффициента вариации, вычисленного по валовым пробам, на величину равную 15,1 %. При плотности сети 20 x 20 см отличается 27,0 %.

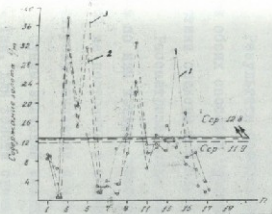
Отклонения средних содержаний сопоставляемых рядов отличаются также небольшими величинами, а именно: для плотности сети 10 x 10 равны - 0,9 г/т; для плотности 20 x 20 см, средние содержания рядов валовых и точечных проб совпадают.

Коэффициент вероятности при плотности сети 10 x 10 см, по своей величине незначителен и равен 0,46 со значением вероятности 0,35. При плотности сети 20 x 20 см коэффициент вероятности равен нулю.

Вычисленные значения коэффициента вероятности указывают на отсутствие систематической погрешности в показаниях проб, отобранных точечным способом.

Таким образом, в результате сопоставления и анализа точечных проб с валовыми, можно прийти к следующему выводу, что точечный способ оп-

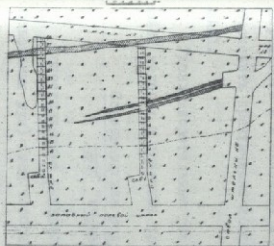




Привес содержания золота

1 — каналы проб, 2 — точечные пробы (в 10-10 см),  
3 — точечные пробы (в 30-30 см)

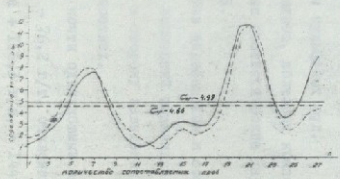
8



Условные обозначения

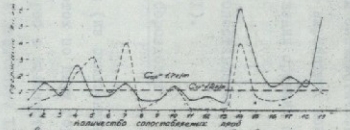
- — гидротермальные изменения или рудные жилы
- ▨ — известняки
- ▧ — известняк
- ▩ — известняк (карбонатно-сульфатный)
- — известняк (карбонатно-сульфатный) или известняк

6



Кривые содержания золота построенные по результатам Валовых (—) и Шлямовых (---) проб после взвешивания сглаживания

В



Кривые построенные по результатам Валовых (—) и Шлямовых (---) проб при содержаниях золота до 4,0 ат

Г

робования является вполне надежным, не допускающим систематической погрешности и в очистных и горно-подготовительных выработках может обеспечить практически достаточную точность вычисления средних содержаний.

Удовлетворительные результаты получены при сопоставлении содержаний валовых и точечных проб по серебру (табл. II).

Сопоставление результатов задириковых и бороздовых проб "нормального" сечения

Сопоставляемые задириковые и бороздовые пробы (из окисленных и сульфидных руд) были отобраны из отдельных выработок по двум горизонтам, а именно: с горизонта 2366 м было отобрано проб в количестве 13 штук по штольне № 5 штрека № 7, рассечке № I; в количестве 12 штук по штольне № 6 штрека № 2; в количестве 12 штук по штольне № 25, штреку № 2, рассечкам № № I и 2 горизонта 2266 м. Помимо этих в сравнении участвуют также пробы отобранные из рассечки № 3, штрека № 7, штольни № 5, в количестве 6 штук. Таким образом, в сопоставлении участвуют по 43 пар проб из окисленных руд и 39 пар из сульфидных руд.

Результаты сопоставления пробирных анализов, полезных компонентов обоих способов пробоотбора, и вычисленные статистические характеристики сведены в табл. № 10, 11, 12 и рис. 45.

Рассматривая ряды сопоставляемых способов опробования и составленные по ним кривые, замечаем, что отклонения показаний индивидуальных проб не постоянны в знаке, а колеблются как в сторону завышения, так и в сторону занижения почти в одинаковых количествах.

Суммы значений знаков выражаются также почти одинаковыми величинами. Так, для золота суммы равны + 78,0 г/т, - 76,2 г/т, отклонение составляет всего лишь + 1,8 г/т; для серебра + 166,3 г/т, - 144,4 г/т, при величине отклонения равной + 21,9 г/т.



Абсолютные отклонения средних содержаний рядов для золота не наблюдаются, а для серебра составляет - 0,5 г/т.

Все эти данные подсказывают о том, что бороздовый способ отбора проб лишен систематических ошибок и по своей надежности и представительности не уступает дорогостоящему задиркового способу пробоотбора.

При рассмотрении значений статистических характеристик можно установить, что они по своим величинам близки между собой и надежны по своим значениям, что указывает на одинаковые свойства изучаемых способов опробования.

Средние квадратические отклонения отличаются по золоту на величину равную 1,9, а по серебру 3,85. Коэффициент вариации отклоняется по золоту на 19,4 %, а по серебру 23,6 %.

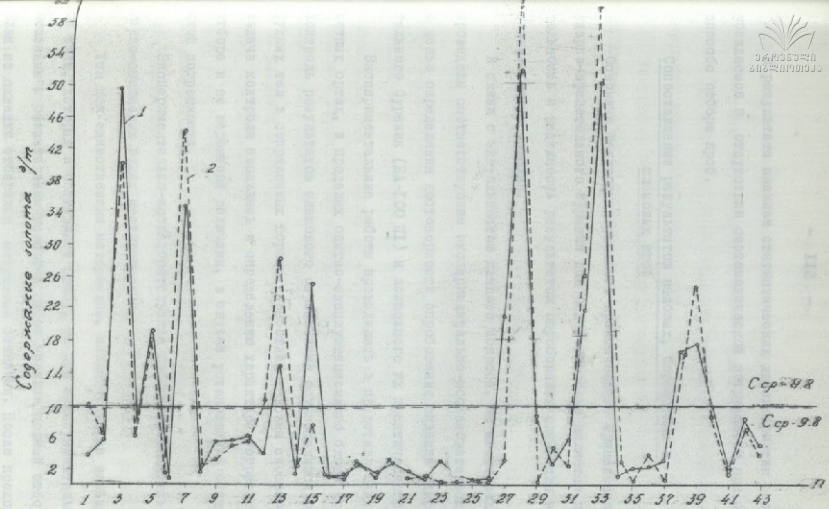
Высокое, положительное значение коэффициента корреляции, близкое к единице (для золота + 0,92, для серебра + 0,79) указывает на высокую связь, общность факторов, влияющих на точность и надежность показаний сравниваемых способов опробования.

Среднее абсолютное отклонение ряда без учета знака для золота не превышает 3,6 г/т, а для серебра 7,22 г/т, причем среднее абсолютное отклонение арифметической разности по ряду, составляет всего лишь для золота + 0,04 г/т, а для серебра + 0,51 г/т.

Среднее относительное отклонение содержаний ряда без учета знака для золота равно 36,7 %, а для серебра 54,2 %. Значение средних относительных отклонений арифметической разности содержаний ряда не превышает для золота + 0,4 %, для серебра + 3,8 %.

Коэффициент вероятности по золоту исключительно равен нулю, а по серебру 0,27 со своим значением 0,21.

Положительные результаты получены также при сопоставлении содержаний золота задиркового и бороздового проб по сульфидным рудам (табл. 10).



Кривые содержания золота  
 1-задиrkовые пробы; 2-буровые пробы сеч. 0,85×0,1×1,0 м

Рис. 45



В результате анализа статистических характеристик окончательно убеждаемся в отсутствии систематической погрешности при бороздовом способе отбора проб.

### Сопоставление результатов валовых, бороздовых и шламовых проб

Основным фактором возможного практического применения скважин ударно-вращательного бурения для целей разведки является представительность и надежность результатов опробования шлама для конкретных геологических условий.

В связи с актуальностью данного вопроса, на месторождении были проведены соответствующие экспериментально-исследовательские работы, с целью определения достоверности опробования скважин ударно-вращательного бурения (БА-100 П) и возможного их практического применения.

Экспериментальные работы проводились в представленных двух подсечных ортах, в пределах опытно-эксплуатационного блока (рис. 44б). Контроль результатов шламового опробования осуществлялся опробованием рудных тел в сопряженных горных выработках валовым способом. Основная задача контроля сводилась к определению характера погрешности шламотбора и ее вероятной величины, в случае установления систематической погрешности.

Экспериментально-исследовательские работы проводились на окисленно-смешанных рудах месторождения.

Так как единственным материалом, извлекаемым из скважин, является шлам, который и составляет пробу, то при экспериментальных работах основным и обязательным условием работ являлся полный отбор шлама. Шлам из скважин отбирался метровыми секциями. После проходки соответствующего метра скважина тщательно промывалась во избежание засорения шлама последующего метра частицами шлама предыдущего интервала, после

чего приступали к бурению следующего метра.

После завершения бурения скважин приступали к проходке самих ортов. Проходка ортов осуществлялась метровыми интервалами, соответствующим интервалам шламовых проб.

Результаты валовых проб при сравнительном анализе принимались за эталон, с которым сопоставлялись результаты шламовых проб.

Помимо прямого сопоставления, полученные результаты обрабатывались, в основном, методами и приемами математической статистики.

а) Сопоставление результатов валовых и шламовых проб

Рассматривая сводные таблицы сопоставления (табл. IО, II, I2 и рис. 46), замечаем, что отклонения содержаний золота каждой индивидуальной пары сопоставляемых проб не постоянны в знаке. Отклонения происходят, как в сторону завышения, так и в сторону занижения, что указывает на отсутствие систематического отклонения постоянного знака. Существующие отклонения в индивидуальных пробах, случайного характера и не вызывают опасения. Иногда эти расхождения достигают больших величин, что объясняется неравномерностью распределения золота в руде, но по количеству они незначительны. Уже одно сопоставление единичных значений содержания золота в сопоставляемых пробах позволяет отметить одинаковые свойства шламовых и валовых проб.

Арифметическая сумма отклонений положительного знака равна + 25,2 г/т, что соответствует 42,0 % от общей суммы, а отрицательного знака - 34,2 г/т, что соответствует 58,0 % от общей суммы. Величина арифметической разности отклонения ряда составляет - 9,0 г/т, что соответствует 15,5 % от общей суммы.

При наличии систематической погрешности резко должно было бы проявляться различие средних значений рядов, ибо по мере накопления



количества проб должно было происходить накопление результатов одностороннего действия факторов, чего не наблюдается.

Абсолютное отклонение среднего содержания ряда ничтожно по своей величине и равно  $- 0,30$  г/т, что соответствует  $- 6,6$  % относительных.

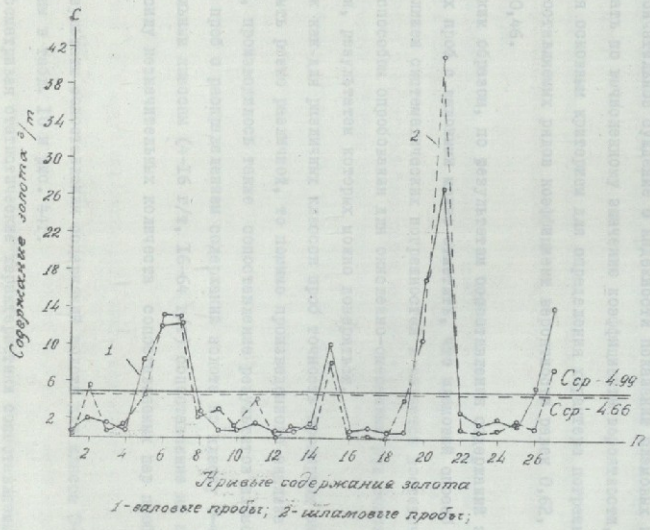
Среднее абсолютное отклонение ряда без учета знака равно  $2,2$  г/т соответственно для положительного знака  $+ 0,9$  г/т, для отрицательного знака  $- 1,36$  г/т, а среднее абсолютное отклонение арифметической разности составляет всего лишь  $- 0,33$  г/т.

Среднее относительное отклонение без учета знака составляет  $44,1$  %. Соответственно для положительного знака  $+ 18,0$  %, для отрицательного знака  $- 26,0$  %, а среднее относительное отклонение арифметической разности не превышает  $- 6,6$  %, что находится в пределах допустимых погрешностей самих анализов.

Рассматривая кривые содержания золота, построенные по результатам валовых и шламовых проб (рис. 46), замечаем, что они в целом идентичны. Это более отчетливо наблюдается при рассмотрении сглаженных кривых (рис. 44в). Некоторые большие расхождения единичных показаний проб объясняются неравномерностью распределения золота в руде.

Рассматривая вычисленные статистические характеристики сопоставляемых рядов замечаем, что они близки по своим значениям. Из сравнения средних квадратических отклонений указанных проб явствует, что они отклоняются на незначительную величину, равную  $1,75$ , что составляет  $25$  % относительных.

Коэффициент корреляции положительный и равен  $+ 0,89$ . Это указывает на хорошую связь и идентичность факторов влияющих на точность и надежность сопоставляемых способов пробоотбора. Утроенные значения основных ошибок статистических характеристик не превышают значений



1 - валовые пробы; 2 - шламовые пробы;

Рис. 46



самих характеристик и позволяют считать их надежным критерием для сравнения изучаемых способов отбора проб (Л.Б.Магакян, К.А.Парсамян, 1966, 1968).

Окончательное суждение о надежности показаний шламовых проб можно сделать по вычисленному значению коэффициента вероятности, который является основным критерием для определения характера погрешности. Для сопоставляемых рядов коэффициент вероятности равен 0,62, со значением 0,46.

Таким образом, по результатам сопоставления содержаний золота шламовых проб с валовыми можно отметить, что шламовый способ отбора лишен систематических погрешностей и является достаточно надежным способом опробования для окисленно-смешанных руд Зодского месторождения, результатам которых можно доверяться.

Так как для различных классов проб точность пробирных анализов может быть резко различной, то помимо произведенного анализа по общему ряду, производилось также сопоставление результатов шламовых и валовых проб с распределением содержаний золота по классу 0-4 г/т. По остальным классам (4-16 г/т, 16-64 г/т) сопоставление не производилось в силу незначительных количеств сопоставляемых пар проб по классам.

Результаты сопоставления содержаний золота для класса 0-4 г/т, приведены в табл. 10 и рис. 44г.

Рассматривая статистические характеристики сопоставляемых рядов, замечаем, что они близки по своим значениям.

Анализируя значения вычисленных статистических характеристик убеждаемся в том, что полученные повышенные относительные отклонения, отнюдь не являются результатом систематической погрешности, а связаны с довольно высокой степенью неравномерности распределения золота в руде при ничтожных концентрациях полезного компонента.

Судя по вычисленному коэффициенту корреляции она довольно высокая и положительная + 0,73. Коэффициент вероятности по отношению к общему ряду для данного класса получился несколько завышенным (0,79), но немного меньше своего предела ( $\geq 2,0$ ), значение которого соответствует 0,57.

Таким образом, результаты сопоставления и вычисления указывают на то, что для данного класса (0 - 4,0 г/т) систематическая ошибка отсутствует.

Результаты сопоставляемых пар проб по серебру сведены в табл. II, I2 и иллюстрируются на рис. 47а. Анализируя отклонения содержания серебра в сопоставляемых парах индивидуальных проб наблюдаются односторонние действия знака отклонения, указывающие на систематический характер отклонений (табл. I2). Из общей суммы положительные отклонения составляют всего лишь 5 из 27 случаев, а отрицательные 21 из 27 случаев, что соответственно составляет + 18,5 и - 77,8 % от общего количества сопоставляемых пар проб.

Количество абсолютно совпавших значений равно 1, которому соответствует 3,7 %.

Сумма отклонений положительного знака составляет + 4,2 г/т, что соответствует 3,8 % от общей суммы, а сумма отклонений отрицательного знака равна 103,9 г/т, что соответствует 96,1 % от общей суммы.

Среднее абсолютное отклонение ряда без учета знака равно 4,0 г/т, положительного знака + 0,1 г/т, отрицательного знака - 3,8 г/т, а среднее абсолютное отклонение арифметической разности довольно высокое и составляет - 3,6 г/т.

Средние относительные отклонения соответственно равны:  $\pm 66,6$  %; + 1,6 %; - 63,3 % и - 60,0 %.

Абсолютное отклонение среднего содержания рядов равно - 3,1 г/т,



а его относительное отклонение - 51,6 %.

Как замечаем, среднее относительное отклонение арифметической разности, а также относительное отклонение средних содержаний рядов, примерно в три раза превышают предельно допустимые средние случайные погрешности самих анализов, что со своей стороны также указывает на систематический характер погрешности.

Вычисленный коэффициент вероятности равен 2,2, что превышает допустимый предел, которому соответствует вероятность равная 0,97.

Это указывает на то, что при отборе шламовых проб по серебру допускается систематическая погрешность в сторону занижения содержания серебра на величину  $f = \frac{6,0}{2,9} = 2,06$  раза, где  $f$  среднее значение систематической ошибки.

Так как все сопоставляемые шламовые пробы по содержанию серебра находятся в пределах низкого класса - до 30 г/т, то сделанный вывод относится именно для этого класса. Что касается относительно характера погрешностей для остальных классов (30 - 100 г/т и выше 100 г/т) вопрос остается неясным ибо соответствующими результатами мы не располагаем.

Для того, чтобы окончательно убедиться в отсутствие систематической погрешности при шламовом пробоотборе по золоту, помимо сопоставления генеральной совокупности сопоставляемых рядов, нами произведено сопоставление результатов валовых и шламовых проб для каждого орта в отдельности. Несмотря на то, что в данном случае сопоставляемые пары для каждого орта по количеству незначительны, результаты вычислений дадут нам возможность судить о характере погрешности при малой выборке.

Результаты сопоставляемых пар индивидуальных проб по орту 2 и 3 приведены в табл. 10, рис. 47 б, в. Рассматривая вычисленные статисти-

ческие показатели сопоставляемых рядов замечаем, что их значения, в основном, близки между собой и находятся в пределах допустимой случайной погрешности пробирных анализов.

Подытоживая результаты сравнительного анализа по сечениям, можно с гарантией отметить, что шламовый способ пробоотбора в условиях Водского золоторудного месторождения, для окисленно-смешанных руд по золоту, свободен от систематических погрешностей. Наблюдаемые отклонения носят случайный характер и не вызывают особых опасений.

#### б. Сопоставление результатов бороздовых и шламовых проб

Результаты сопоставляемых индивидуальных бороздовых и шламовых проб сведены в табл. 10, 12, а кривые содержания золота, построенные по их результатам приведены на рис. 47г.

Анализируя таблицы и рисунок, замечаем, что колебания в индивидуальных показателях проб не постоянны в знаке, а происходят как в сторону положительного, так и в сторону отрицательного знака примерно в равных количествах (Л.Б.Магакян, Б.П.Меликян, К.А.Парсамян, 1968). Колебания положительного знака равны + 13 из 25, что соответствует 52,0 % от общего количества сопоставленных пар проб, а отрицательного знака - 11 из 25, что соответствует 44,0 %. Количество абсолютно совпавших значений равно 1, которому соответствует 4,0 %.

Сумма положительного отклонения по ряду равна + 64,6 г/т, что составляет 46,0 % от общей суммы отклонения. Сумма отрицательного отклонения по ряду равна 75,2 г/т или 54,0 % от общей суммы отклонения, а сумма арифметической разности отклонений составляет всего лишь - 10,6 г/т, что соответствует 7,0 % от общей суммы отклонения.

Среднее абсолютное отклонение ряда без учета знака составило 5,6 г/т, а среднее абсолютное отклонение арифметической разности -



- 0,4 г/т. Средние относительные отклонения соответственно составляют  $\pm 97,7$  и  $6,9$  %.

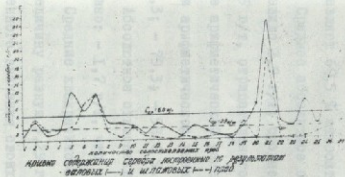
Как явствует из расчетов, среднее относительное отклонение арифметической разности по своей величине находится в пределах допустимых случайных погрешностей анализов, а среднее относительное отклонение содержания ряда несколько превышает допустимые пределы случайных погрешностей. Такое несоответствие объясняется, очевидно, высокой степенью неравномерности распределения золота в руде. Рассматривая сопоставляемые ряды, замечаем, что в некоторых сопоставляемых парах проб отклонения содержания золота в контрольных и основных пробах достигают больших величин, превышая в несколько раз, порою в десятки раз. Например, в пункте 5 (рис. 47 г) отклонение происходит в 7 раз, в пункте 13 - в 13 раз, а в пункте 24 - в 27 раз. Все это говорит о высокой степени неравномерности распределения золота в руде. Об этом свидетельствуют также довольно высокие значения среднеквадратических отклонений ( $\sigma_x = 8,41$  г/т ;  $\sigma_y = 8,30$  г/т) и вычисленные коэффициенты вариации ( $v_x = 146,7$  % и  $v_y = 162,7$  %).

Корреляционная связь содержания по сопоставляемым способам пробоотбора отсутствует. Вычисленный коэффициент корреляции не превышает  $+0,3$ , что намного меньше утроенного значения ошибки вычисления ( $3m_z = \pm 0,54$ ).

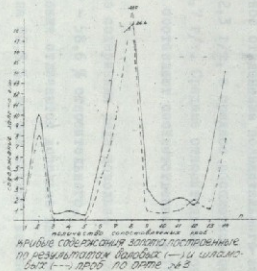
Коэффициент вероятности намного меньше своего предела и равен  $0,32$  со своим значением  $0,25$ .

Подытоживая результаты сопоставления, можно отметить, что как при визуальном сопоставлении содержания золота в индивидуальных пробах, а также при их статистической обработке, систематическая погрешность при шламовом пробоотборе отсутствует.

После сопоставления генерального ряда попытаемся установить ха-

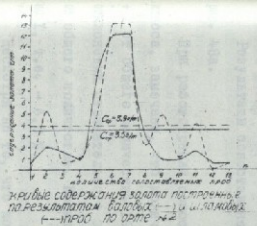


а

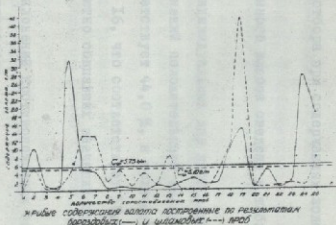


в

Рис. 47



г



г



характер погрешности для шламового пробоотбора при содержаниях золота в руде до 4,0 г/т (низкий класс).

Результаты сопоставляемых проб данного класса сведены в табл. 10, рис. 48а.

При рассмотрении сопоставляемых индивидуальных пар проб данного класса, замечаем, что количество отклонений положительного знака равно + 7 от общего количества 16, что соответствует 44,0 %, а количество отклонений отрицательного знака - 8 из 16, что соответствует 50,0 % от общего количества. Количество абсолютно совпавших значений проб равно 1, т.е. - 6,0 %.

Несмотря на то, что количество отклонений противоположных знаков одинаковы, суммы их отклонений резко отличаются.

Сумма отклонения положительного знака равна + 9,3 г/т, а отрицательного знака - 37,8 г/т, которые по отношению к общей сумме соответственно составляют: 19,7 % и 80,3 %.

Сумма отклонения арифметической разности равна - 28,5 г/т, что составляет 60,5 % относительных.

Среднее абсолютное отклонение без учета знака для данного ряда составило 2,9 г/т; среднее абсолютное отклонение положительного знака: + 0,5 г/т, отрицательного знака - 2,3 г/т, а среднее абсолютное отклонение арифметической разности: - 1,7 г/т. Средние относительные отклонения и арифметической разности ряда составляют соответственно:  $\pm 100,0$ ; + 17,3; - 79,3; - 58,6 %.

Абсолютное отклонение среднего содержания ряда довольно высокое и равно: - 1,7 г/т, что составляет - 58,6 % относительного.

Средние квадратические отклонения отличаются довольно значительно на величину равную 5,29 г/т, т.е. на 80,8 %, но они намного меньше утроенного значения своих ошибок ( $\sigma_x = 6,55$ , а  $3\sigma_x = 4,89$ ;  $\sigma_y = 1,26$  а  $3\sigma_y = 0,93$ ).

Довольно резко отличается также коэффициент вариации ( $v$ ).  
Отличие между  $v_x$  и  $v_y$  составляет 120,8 %. Корреляционная связь практически отсутствует она весьма ничтожна ( $- 0,07$ ), причем отрицательная.

Коэффициенты вероятности по сравнению с генеральной совокупностью относительно высоки, но ниже предела и равен 1,01 с соответствующей ему вероятностью, равной 0,68.

Полученный коэффициент вероятности указывает на то, что имеющиеся отклонения случайного характера и основной способ пробоотбора свободен от систематических погрешностей.

Приступим к определению характера погрешности шламового способа пробоотбора по серебру.

Рассматривая результаты сопоставляемых пар проб по серебру (табл. II, I2 и рис. 486) можно отметить, что в сопоставляемых индивидуальных пробах наблюдается систематическая погрешность в сторону занижения.

Количество отклонений положительного знака составляет + 24,0 % от общего количества, а отрицательного знака: - 76,0 %.

Сумма отклонений положительного знака равна + 19,2 г/т, что составляет 10,8 % от общей суммы отклонения, а сумма отклонений отрицательного знака равна: - 148,5 г/т, что составляет 89,2 % от общей суммы отклонения.

Среднее абсолютное отклонение без учета знака равно 6,7 г/т, которому соответствует 83,7 % относительного.

Среднее абсолютное отклонение арифметической разности ряда равно - 5,1 г/т, которому соответствует - 63,7 % относительного, Абсолютное отклонение среднего содержания составляет - 5,3 г/т, что составляет - 66,2 % относительного.



Полученные относительные отклонения пре<sup>0</sup>входят допустимый предел случайной погрешности анализов примерно в 5 раз.

Корреляционная связь положительная, но слабая. Коэффициент корреляции (+ 0,3) по своей величине намного меньше утроенного значения ошибки вычисления ( $3mz = 0,54$ ).

Коэффициент вероятности получился больше двух (2,14), что превышает допустимый предел, которому соответствует вероятность равная 0,96.

Таким образом, окончательно убеждаемся в том, что по серебру при отборе шламовых проб допускается систематическая погрешность в сторону занижения содержания серебра в 2,96 раза.

Проанализировав сопоставляемые ряды бороздовых и шламовых проб для каждого орта (№ № 2,3) в отдельности (результаты которых сведены в табл. 10, рис. 48 в,г), замечаем, что количество и сумма количеств отклонения противоположных знаков практически одинаковы, что указывает на случайный характер отклонений. На случайный характер отклонений указывает так же среднее абсолютное и относительное отклонение, которые находятся в пределах случайных погрешностей анализа. Коэффициент корреляции значительно низкий, для орта № 2 равен + 0,17, а для орта № 3 + 0,35.

Коэффициент вероятности довольно низкий, для орта 2 равен 0,2, которому соответствует вероятность появления систематической погрешности равной 0,16. Для орта 3 коэффициент вероятности равен 0,29 со своим значением 0,19.

Как видим, полученные коэффициенты вероятности (для двух ортов) указывают на отсутствие систематической погрешности в результате шламового опробования.

Резюмируя результаты сопоставления бороздовых и шламовых проб, первое, что обращает на себя внимание при просмотре вычисленных ста-

стистических характеристик, это величины коэффициентов корреляции сопоставляемых проб. Они получились весьма низкими. Наряду с положительным знаком, получили также с отрицательным знаком. Это указывает на то что содержание золота в бороздовых и шламовых пробах характеризуется весьма слабо выраженной прямой или обратной корреляцией.

Это объясняется тем, что при сопоставлении результатов бороздовых и шламовых проб полностью исключается их сопряженность, что сильно затрудняет их интерпретацию.

Несопряженное расположение сопоставляемых проб значительно увеличивает отклонения содержания полезного компонента в основных шламовых пробах по сравнению с контрольными - бороздовыми пробами за счет элемента случайности, связанного со степенью неравномерности оруденения. Эти расхождения будут возрастать по мере увеличения степени неравномерности оруденения.

Отсюда следует отметить, что контроль буровых проб не рекомендуется производить несопряженными бороздовыми пробами (это относится также и к задиirkовым пробам).

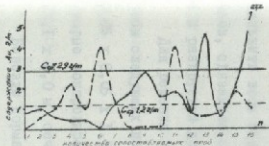
Подытоживая результаты сравнительного анализа по ортам, можно с гарантией отметить, что шламовый способ пробоотбора в условиях Зодского месторождения свободен от систематических погрешностей. Наблюдаемые отклонения носят случайный характер и не вызывают особых опасений.

В результате проведенного сравнительного анализа установлено, что шламовый способ опробования в условиях Зодского месторождения, является достаточно надежным.

Шламовый способ пробоотбора лишен систематических погрешностей и может с успехом применяться на месторождении наравне с бороздовым способом опробования.

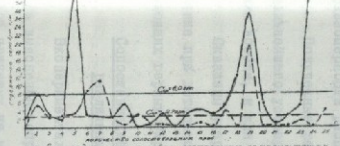
Имеющиеся отклонения в содержаниях шламовых проб, случайного ха-





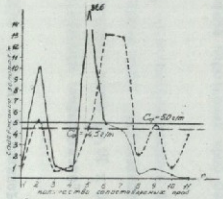
Кривые построенные по результатам бороздочных (—) и шламовых (---) проб при содержании золы до 4,0%/т

а



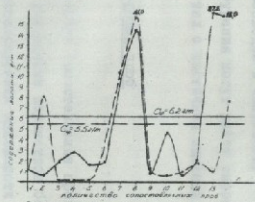
Кривые содержания серы построенные по результатам бороздочных (—) и шламовых (---) проб

б



Кривые содержания цинка построенные по результатам бороздочных (—) и шламовых (---) проб по орте №2

в



Кривые содержания цинка построенные по результатам бороздочных (—) и шламовых (---) проб по орте №3

г

Рис. 48



рактера, независящие от способа отбора проб, и вызваны степенью неравномерности распределения золота в руде.

Полученные результаты имеют большое практическое значение для дальнейшего усовершенствования методики разведки Зодского месторождения вообще, и для эксплуатационной разведки в частности.

Скважины ударно-вращательного бурения могут найти широкое применение при детальной разведке рудных тел с частичной заменой дорогостоящих горных выработок.

### Сопоставление результатов бороздовых проб различных сечений

Экспериментальные работы для данного сопоставления проводились для выяснения вопроса о возможности уменьшения параметров бороздовых проб принятых на месторождении, с установлением надежности способов пробоотбора с точки зрения характера их погрешностей применительно к условиям Зодского месторождения.

При получении положительных результатов, представится возможность уменьшить веса бороздовых проб, что повлечет за собой сокращение расходов, связанное с отбойкой и обработкой бороздовых проб большого веса с разгрузкой дробильного цеха.

Для решения поставленной задачи экспериментировались бороздовые пробы следующих параметров: а) бороздовые пробы уменьшенного сечения (0,05 x 0,05 x 1,0 м) и б) малые бороздовые пробы (0,01 x 0,05 x 1,0 м), которые контролировались бороздовыми пробами "нормального" (0,05 x 0,05 x 1,0 м) сечения.

Борозды нормального и уменьшенного сечения отбивались как при полном их сопряжении, так и при параллельно смежном их размещении. Малые бороздовые пробы и бороздовые пробы нормального сечения отбивались только при полном их сопряжении, причем малые пробы располагались



в центральной части бороздовых проб нормального сечения.

При параллельно-смежном расположении борозд было отобрано по 43 пробы нормального и уменьшенного сечений, а при сопряженном их расположении - по 30 проб.

Таким образом в сопоставлении бороздовых проб нормального и уменьшенного сечений участвуют 73 пары проб.

В сопоставлении малых бороздовых проб с бороздовыми пробами нормального сечения участвуют 82 пары проб.

При отборе каждой пробы фиксировалось время затраченное на отбойку, с последующим определением веса пробы. Время, затрачиваемое на отбойку одной бороздовой пробы нормального сечения, колебалось от 57 до 110 минут, а на отбойку малой пробы - от 5 до 14 мин.

а) Сопоставление результатов опробования борозд уменьшенного и нормального сечений при параллельно-смежном и сопряженном их расположении

Результаты опробования сопоставляемых способов пробоотбора и произведенные по ним соответствующие расчеты, для определения характера погрешности (случайная или систематическая), приведены в табл. 10, 11, 12 и рис. 49, 50).

При рассмотрении статистических характеристик замечается, что для сопоставляемых способов пробоотбора они весьма близки по своим значениям.

Из сравнения среднеквадратического отклонения бороздовых проб нормального и уменьшенного сечения при параллельно-смежном и сопряженном их расположении, видно, что они несущественно различаются и отклоняются для золота от 0,05 до 0,2, а для серебра от 0,1 до 2,1. Такой малой величиной различия можно пренебречь и считать их значения практически одинаковыми.

Близкими между собой являются коэффициенты вариации, которые отличаются для золота от 1,9 до 3,9 %, а для серебра от 5,1 до 8,2 %.

Коэффициенты корреляции являются положительными и колеблются для золота от 1,9 до 3,9 %, а для серебра от 5,1 до 8,2 %.

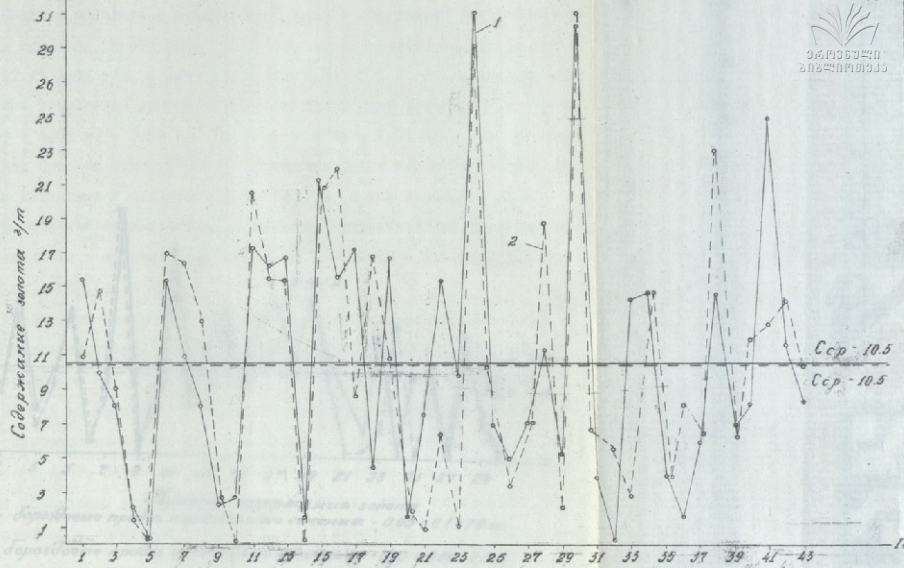
Коэффициенты корреляции являются положительными и колеблются для золота от + 0,76 до + 0,91, а для серебра от + 0,68 до + 0,94. Высокое положительное значение коэффициента корреляций указывает на хорошую связь, идентичность факторов, влияющих на точность и надежность показаний сравниваемых способов опробования.

Коэффициент вероятности по золоту составляет от 0,0 до 0,34, со значением вероятности равной от 0,0 до 0,26, а по серебру от 1,12 до 1,3 со значением равным от 0,73 до 0,80. Значения вероятностей указывают на случайный, не систематический характер расхождений содержания золота и серебра в сопоставляемых пробах.

При сравнении единичные значения содержания золота и серебра указанных способов опробования, можно легко обнаружить, что количество абсолютно совпавших значений золота и серебра в пробах составляет незначительную часть. Большая же доля значений отклоняется на ту или иную величину со знаком плюс, либо со знаком минус. Эти отклонения выраженные знаками, сведены в табл. 12. Близкие между собой количества отклонений противоположных знаков со своей стороны также указывают на то, что эти отклонения являются случайными, а некоторые большие значения разности единичных показаний проб объясняются неравномерностью распределения полезных компонентов в руде.

Систематическая погрешность должна была бы резко проявляться в различии средних значений рядов, так как по мере накопления количества проб, происходит накопление результатов одностороннего действия факторов и, наоборот, по закону больших чисел, при отсутствии систе-





Кривые содержания золота

1 - бороздовые пробы нормального сеч.  $0.05 \times 0.1 \times 1.0$  м

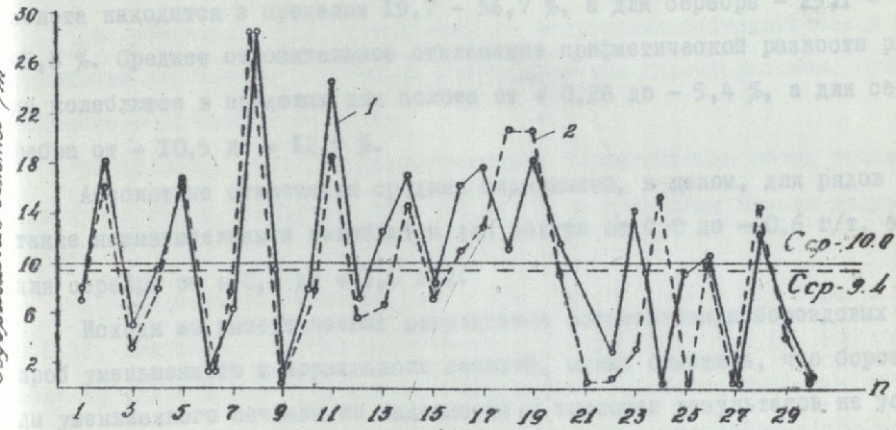
2 - бороздовые пробы уменьшенного сеч.  $0.05 \times 0.05 \times 1.0$  м

при параллельно-стежном их расположении

Рис. 49

метической догадки, разности самостоятельных значений по мере увеличения числа проб должна была приближаться к нулю.

Средние абсолютные отклонения среднего содержания ряда сопоставленных способов обработки, без учета знака колеблется для золота от 1,97 до 3,86 г/т, а для серебра от 2,99 до 5,3 г/т, а средние абсолютные отклонения арифметической разности рядов колеблется в пределах от + 0,68 до - 0,34 г/т для золота и от + 1,25 до + 1,5 г/т для серебра. Средние статистические отклонения рядов без учета знака, для золота находится в пределах 19,7 - 36,7 %, а для серебра - 25,1 - 45,7 %.



**Кривые содержания золота**  
 1- бороздовые пробы нормального сечения -  $0,05 \times 0,1 \times 1,0 \text{ м}$ .  
 2- бороздовые пробы уменьшенного сечения -  $0,05 \times 0,05 \times 1,0 \text{ м}$ .  
 при сопоставляемом их расположении

Сопоставление единичных значений содержания золота и серебра в пробах позволяет выявить различия в результатах анализа борозд и борозд нормального сечения (табл. 10, 11, 12 и рис. 51).

Рис. 50

При обработке единичных значений проб выяснилось, что только в трех пунктах содержание золота совпадает друг с другом. Показатели проб во всех остальных пунктах отклоняются либо в сторону плюс, либо - минус. Иногда эти расхождения достигают больших величин, но по количеству они незначительны. Некоторые большие значения расхо-



матической погрешности, разность сопоставляемых значений по мере увеличения числа проб должна была приближаться к нулю.

Средние абсолютные отклонения среднего содержания ряда сопоставляемых способов опробования, без учета знака колеблются для золота от 1,97 до 3,86 г/т, а для серебра от 2,99 до 5,3 г/т, а средние абсолютные отклонения арифметической разности ряда колеблются в пределах от + 0,03 до - 0,54 г/т для золота и от + 1,25 до + 1,5 г/т для серебра. Средние относительные отклонения рядов без учета знака, для золота находится в пределах 19,7 - 36,7 %, а для серебра - 25,1 - 45,6 %. Среднее относительное отклонение арифметической разности ряда колеблется в пределах для золота от + 0,28 до - 5,4 %, а для серебра от + 10,5 до + 12,9 %.

Абсолютные отклонения средних содержаний, в целом, для рядов также незначительны и колеблется для золота от 0,0 до - 0,6 г/т, а для серебра от + 0,9 до + 1,5 г/т.

Исходя из вышеуказанных результатов сопоставления бороздовых проб уменьшенного и нормального сечений, можно отметить, что борозды уменьшенного сечения по надежности и точности результатов не уступают бороздовым пробам нормального сечения, лишен систематических погрешностей и устанавливает возможность практического их применения.

#### б. Сопоставление результатов бороздовых проб нормального и малого сечения

Сопоставление единичных значений содержания золота и серебра в пробах позволяет отметить одинаковые свойства малых борозд и борозд нормального сечения (табл. 10, 11, 12 и рис. 51).

При сравнении единичных значений проб выяснилось, что только в трех пунктах содержание золота совпадает друг друг с другом. Показания проб во всех остальных пунктах отклоняются либо в сторону плюс, либо - минус. Иногда эти расхождения достигают больших величин, но по количеству они незначительны. Некоторые большие значения разнос-

тей единичных показаний проб, объясняется неравномерностью распределения золота в руде.

Количество отклонений со знаком плюс и минус почти совпадают, где плюсы составляют 47,6 %, а минусы - 48,8 % для золота, а для серебра они совпадают (табл. 12). Это свидетельствует об отсутствии систематической погрешности в сопоставляемых способах опробования. На отсутствие систематической погрешности указывают также средние величины показаний проб и величины их отклонений.

Для убедительности утверждения об отсутствии систематической погрешности рассмотрим полученные статистические характеристики, приведенные в указанных таблицах.

Сопоставляя значения статистических характеристик обоих способов пробоотбора, замечаем, что они по своим величинам близки между собой.

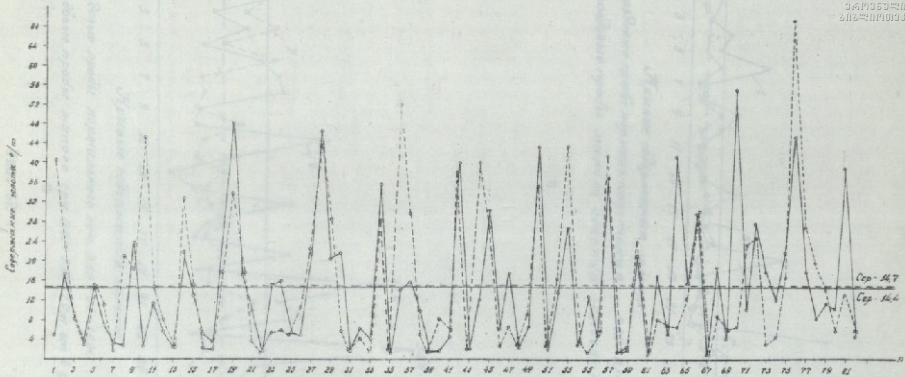
Коэффициент вероятности для золота равен 0,25, а для серебра - 1,82, значение которого соответственно равно 0,19 и 0,93. Это указывает на однозначные суждения об отсутствии систематической ошибки при отборе проб малыми бороздами по сравнению с бороздовыми пробами нормального сечения.

Среднее абсолютное отклонение по всему ряду без учета знака по золоту составляет 7,8 г/т, а по серебру 9,4 г/т. Средние относительные отклонения по ряду без учета знака соответственно равны 54,2 % и 53,4 %.

Среднее абсолютное отклонение арифметической разности ряда составляет для золота + 0,3 г/т, а для серебра + 1,6 г/т, а их относительные отклонения соответственно равны + 2,0 % и + 9,0 %. Отклонения средних содержаний рядов для золота составляют + 0,3 г/т, а для серебра + 1,4 г/т.

Таким образом, исходя из вышеприведенных анализов данного спосо-

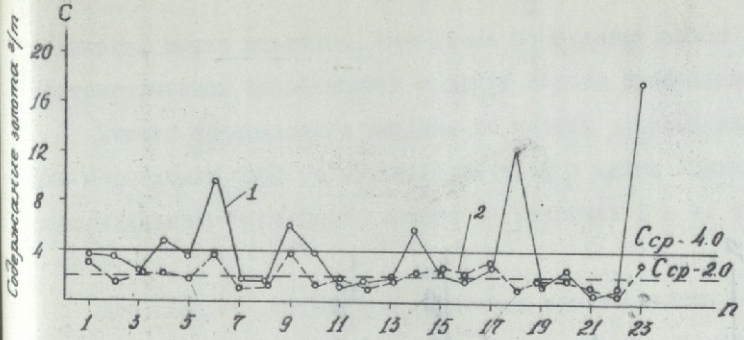




Пробы содержания золота:

1 - буровые пробы журнальных сечений - 0,06 \* 0,1 \* 1,0 м; 2 - буровые пробы матов сечений - 0,01 \* 0,01 \* 1,0 м.

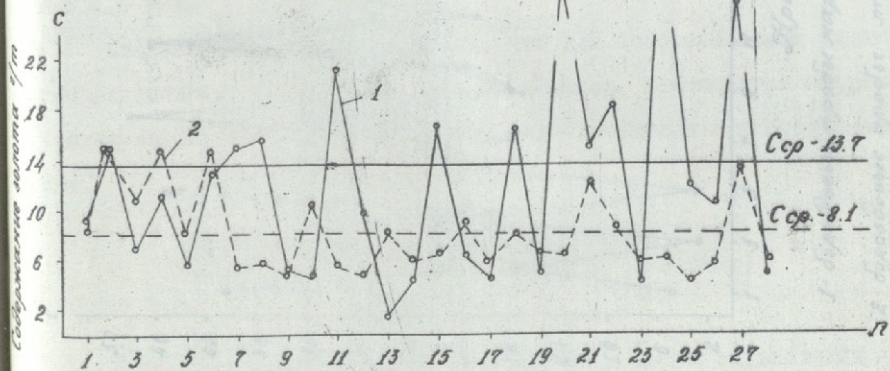
Рис 51



Кривые содержания золота

- 1- бороздовые пробы нормального сечения -  $0.05 \times 0.1 \times 1.0$  м.
- 2- бороздовые пробы малого сечения -  $0.01 \times 0.05 \times 1.0$  м. от 0 до 4 %/т

а



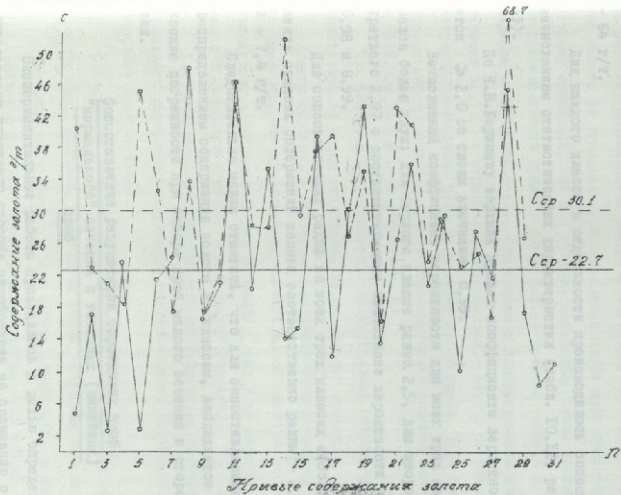
Кривые содержания золота

- 1- бороздовые пробы нормального сеч.  $0.05 \times 0.1 \times 1.0$  м.
- 2- бороздовые пробы малого сеч.  $0.01 \times 0.05 \times 1.0$  м. от 4 до 16 %/т.

б

Рис. 52





Привык содержаниями золота  
 1-бородовые пробки нормального сеч.  $0.05 \times 0.1 \times 1.0$  м  
 2-бородовые пробки малого сеч.  $0.01 \times 0.05 \times 1.0$  м. от 16 до 64 г/т.

Рис. 53

тавления, можно отметить, что малые бороздовые пробы "свободны" от систематических погрешностей и могут широко применяться на практике.

Помимо проведенного анализа по золоту производилось сопоставление бороздовых проб нормального сечения и малых бороздовых проб с распределением содержания золота по классам: 0 - 4, 4 - 16 и 16 - 64 г/т.

Для каждого класса в отдельности производилось сопоставление с вычислением статистических характеристик (табл. 10, 12, рис. 52 а, б и 53).

По Н.В.Баришеву верхний предел коэффициента вероятности считается  $\geq 2,0$  со своим значением 0,95.

Вычисленный коэффициент вероятности для всех трех классов оказался более двух: для первого класса равно 2,5, для второго 2,4, для третьего 2,97 с соответствующими значениями вероятности равными 0,98, 0,98 и 0,99.

Для сопоставляемых рядов во всех трех классах абсолютные отклонения средних содержаний золота соответственно равны - 2,0, - 5,6 и + 7,4 г/т.

Следовательно можем отметить, что для сопоставляемых рядов с распределением содержания золота по классам, наблюдаются систематические погрешности при отборе проб малого сечения в сторону занижения.

Сопоставление результатов бороздовых проб  
"нормального" сечения и точечных (линейных)  
проб

Экспериментальные работы проводились с целью определения представительности точечного способа опробования по сравнению с бороздовым способом.

Индивидуальные точки пробы отбирались по продольной оси бороздо-



вых проб с расстоянием между точками равным 10 см. В данном анализе участвуют 60 пар проб сопоставляемых способов.

Результаты пробирных анализов и вычисленные статистические характеристики по сопоставляемым рядам приводятся в табл. 10, 11, 12 и на рис. 54. Рассматривая рисунок, замечаем, что отклонения содержания золота по отдельным сопоставляемым парам проб происходят как в сторону завышения, так и в сторону занижения. Сумма индивидуальных отклонений плюсов равна + 264,3 г/т, а минусов - 268,0 г/т, а для серебра + 258 и 416,5 г/т. Отклонения с положительными знаками составляет 51,7 %, с отрицательными знаками - 46,7 % от общей суммы отклонений, совпадение проб составляет 1,6 % (табл. 12). Для серебра отклонение с положительными и отрицательными знаками составляет: + 61,6 % и 38,3 % соответственно.

Как видно, сумма отклонений положительных знаков незначительно отличается от суммы отклонений отрицательных знаков.

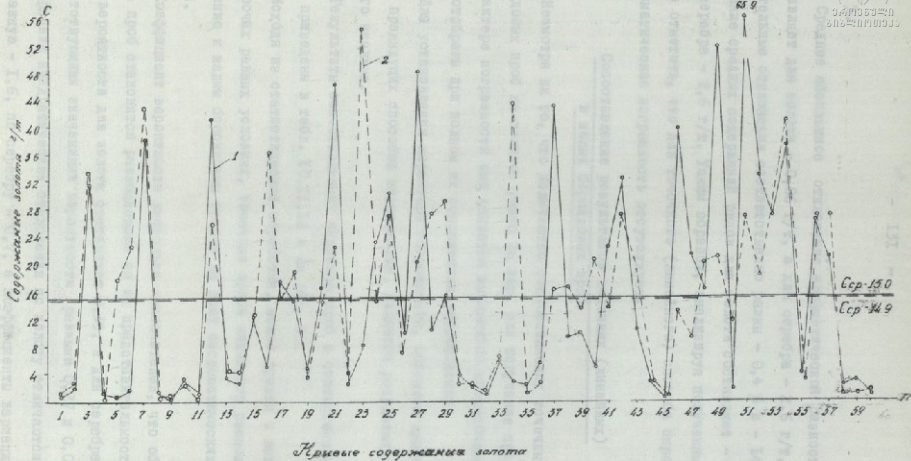
Таким образом, в результате изучения сопоставляемых рядов, можно отметить, что при точечном способе опробования не наблюдается систематическая погрешность как по золоту, так и по серебру по сравнению с бороздовыми пробами "нормального" сечения.

Для убедительности утверждения об отсутствии систематической погрешности рассмотрим полученные статистические характеристики, приведенные в табл. 10, 11.

Сопоставляя значения статистических характеристик обоих способов пробортбора, замечаем, что они по своим величинам близки между собой.

Коэффициент вероятности для золота равен 0,05, а для серебра 1,4, значение которого соответственно равно 0,03 и 0,83.

Среднее абсолютное отклонение по всему ряду без учета знака по золоту составляет 8,87 г/т, а по серебру 11,2 г/т. Средние относительные отклонения по ряду без учета знака соответственно равны 59,1 % и



1- бороздковые пробы нормального сечения -  $0.05 \times 0.1 \times 1.0$  м, 2- точечные (линейные) пробы

Рис. 54



62,9 %.

Среднее абсолютное отклонение арифметической разности ряда составляет для золота - 0,06 г/т, а для серебра - 2,6 г/т, а их относительные отклонения соответственно равны - 0,4 % и - 14,6 %. Отклонение средних содержаний рядов для золота составляет - 0,1 г/т, а для серебра - 2,6 г/т. Таким образом, анализируя полученные данные, можно отметить, что для точечного (линейного) способа опробования систематическая погрешность отсутствует.

Сопоставление результатов точечных (линейных)  
и малых бороздовых проб

Несмотря на то, что количество сопоставляемых точечных и малых бороздовых проб не велико: равно 26 пар, для получения представления о характере погрешности оно является минимально достаточным. Пробы были отобраны при полном их сопряженном расположении.

Для установления характера погрешности, основным критерием, как и для предыдущих способов опробования, являются результаты статистического анализа.

Результаты сопоставляемых анализов проб и статистической обработки приведены в табл. 10, 11, 12 и на рис. 55.

Исходя из статистической обработки, можно прийти к выводу, что при прочих равных условиях, точечные пробы линейного расположения по отношению к малым бороздовым пробам не дают систематических погрешностей.

Коэффициент вероятности настолько незначителен, что оба способа отбора проб становятся равноценными по их представительности. Коэффициент вероятности для золота составляет 0,35, а для серебра 0,11, с соответствующими значениями вероятности равными 0,27 и 0,08.

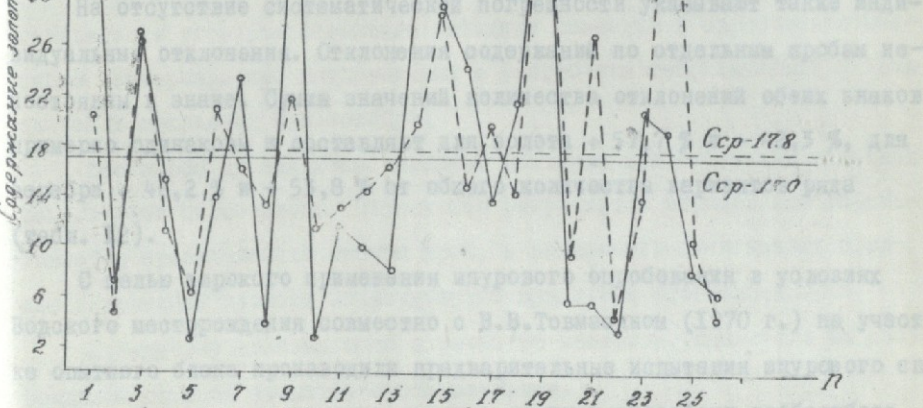
Средние квадратические отклонения по золоту отличаются на величину равную - 1,6, по серебру - 0,7, а коэффициенты вариации отлича-



ются соответственно на 12,4 и 5,3 %.

Среднее абсолютное отклонение содержания по ряду без учета знака для золота составляет 8,1 г/т, а для серебра 6,7 г/т. Среднее относительное отклонение без учета знака соответственно равно 47,6 %

Среднее абсолютное отклонение арифметической разности соседней ряда незначительно и равно: для золота +0,8 г/т, а для серебра 0,23 г/т. Среднее относительное отклонение также незначительно равно: для золота +4,7 %, для серебра +1,2 %. Отклонение содержания составляет для золота 0,8 г/т, для серебра +0,2 г/т.



Кривые содержания золота:

- 1- малые бороздчатые пробы, сеч. 0.01 x 0.05 x 1.0 мм;
- 2- точечные пробы;

Рис. 55

Несмотря на это, рекомендуется широкое испытание и определение достоверности данных прогрессивного метода шпурового опробования в промышленных рудосодержащих зонах месторождения.

Данный способ впервые с успехом применен Г.Г.Евхимом в 1964 г.



ются соответственно на 12,4 и 5,3 %.

Среднее абсолютное отклонение содержания по ряду без учета знака для золота составляет 8,1 г/т, а для серебра 6,7 г/т. Среднее относительное отклонение без учета знака соответственно равно 47,6 % и 44,4 %. Среднее абсолютное отклонение арифметической разности содержания ряда незначительно и равно: для золота + 0,8 г/т, а для серебра + 0,23 г/т. Среднее относительное отклонение также незначительное и равно: для золота + 4,7 %, для серебра + 1,44 %. Отклонение средних содержаний составляет по золоту + 0,8 г/т, по серебру + 0,2 г/т.

На отсутствие систематической погрешности указывают также индивидуальные отклонения. Отклонения содержаний по отдельным пробам непостоянны в знаке. Сумма значений количества отклонений обоих знаков примерно одинаковы и составляют для золота + 57,7 % и - 42,3 %, для серебра + 46,2 % и - 53,8 % от общего количества вариантов ряда (табл. 12).

С целью широкого применения шпурового опробования в условиях Зодского месторождения совместно с В.В.Товмасыном (1970 г.) на участке опытного блока производили предварительные испытания шпурового способа опробования для сопоставления с другими способами пробоотбора. При этом было установлено, что содержание золота в пробах (101 шт.) колеблется в значительных пределах. Оказалось, что экспериментальный участок был непредставительным для производства исследований, так как граница рудного тела проходила по стенке штрека, где были заложены шпуры, которые оказались в кварц-карбонатных породах (лиственитах) с непромышленным содержанием золота.

Несмотря на это, рекомендуется широкое испытание и определение достоверности данных прогрессивного метода шпурового опробования в промышленных рудоносных зонах месторождения.

Данный способ впервые с успехом применен Г.Г.Шехяном в 1964 г.

на Кафанском месторождении меди в крепких породах с неравномерным оруденением.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования различных способов отбора проб дадут основание сделать следующие выводы и рекомендации.

Проведенные исследования по определению представительности и надежности существующих способов опробования на Зодском золоторудном месторождении дали положительные результаты и практически приемлемы.

Полученные результаты имеют большое практическое значение для дальнейшего усовершенствования методики разведки и опробования Зодского месторождения, исследования и разработки теоретических и практических положений пробоотбора.

Вес пробы не являются решающим фактором для получения надежных результатов опробования. Надежность результатов опробования обеспечивается правильностью отбора проб, а надежность вычисленных средних содержаний зависит от количества правильно отобранных проб.

Применение валовых проб в качестве контроля, принятого на месторождении способа является необязательным.

Контроль опробования предлагается производить задишковыми или широкими бороздовыми пробами, в силу их представительности. Считая каждый из этих типов проб равноценным с точки зрения точности решения задачи контроля, по своей гибкости и оперативности предпочтение отдается широким бороздам. При отборе проб широкими бороздами легче соблюдать осторожность в работе.

Применение задишковых проб в качестве контроля не только несколько осложняет обработку их для анализа, но и потребует много времени на осторожную их отбойку.

Задирковые пробы в качестве контроля, по сравнению с широкими бороздами, имеют одно преимущество, а именно: вопрос о представитель-



ности контролируемых проб в этом случае можно осветить относительно большими площадями охваченными задирами. Однако практическая ценность этого преимущества не настолько существенна, чтобы применять именно задилочные пробы в качестве контрольных.

Применение в качестве контрольных проб широких борозд, контроль текущего опробования можно производить не от случая к случаю, а систематически, учитывая незначительные затраты средств и времени на их отбор по сравнению с задилочными пробами.

Параметры широких борозд рекомендуется принимать равными 0,05 x 0,2 x 1,0 м. При необходимости применения задилочного способа, глубину задиры целесообразно принимать более 5 см.

Бороздовый способ опробования с параметрами 0,05 x 0,1 x 1,0 м, принятый на месторождении, является надежным и представительным способом отбора проб, не допускающим систематических погрешностей, результатом которых можно довериться.

Результатами экспериментальных работ, проведенных на месторождении, подтверждается практическая возможность уменьшения сечения борозд. Борозды уменьшенного сечения 0,05 x 0,05 x 1,0 м по надежности и точности результатов не уступают бороздовым пробам большого сечения и устанавливают возможность практического их применения на месторождении в качестве основного способа текущего опробования в процессе разведочных работ.

По оперативности и гибкости применение борозд уменьшенного сечения предпочтительно бороздам большого (0,05 x 0,1 x 1,0 м) сечения. Переход на отбор проб бороздами уменьшенного сечения позволит также разгрузить дробильный цех с сокращением расходов, связанных с отбойкой и обработкой бороздовых проб большого сечения. Борозды большого сечения следует применять в тех случаях, где по техническим причинам не представляется возможным проводить опробование бороздами уменьшен-

ного сечения.

Простейшие способы отбора проб — точечные (площадных и линейных малого веса) и малые бороздовые пробы сеч.  $0,01 \times 0,05 \times 1,0$  м лишены систематических погрешностей, по своим результатам равноценны результатам других способов и могут широко применяться на месторождении в процессе эксплуатационной разведки, в очистных и горно-подготовительных выработках. При точечном способе плотность расположения индивидуальных точек пробы рекомендуется принимать равной, для горно-подготовительных выработок  $10 \times 10$  см, а для очистных —  $20 \times 20$  см. Опробование пробами малого веса значительно экономичнее по сравнению с бороздовым способом опробования большого веса. Простейшие способы опробования в силу легкости и гибкости производства, дают возможность широко практиковать объединение проб и получить при этом более достоверные результаты, улучшить систему учета потерь и разубоживания.

На отбор, доставку и обработку проб малого веса потребуется в 3-10 раз меньше средств и времени, чем для таких же операций с большими бороздовыми пробами.

Точечный способ опробования необходимо широко применять.

Для окончательного суждения о представительности линейных точечных проб, считаем необходимым продолжать экспериментальные работы с увеличением количества индивидуальных точек в пробе.

Широкая постановка исследования методики опробования пробами малого веса, укажет на необходимость коренного пересмотра существующих методов опробования в сторону их облегчения с одновременным получением достаточно точных результатов опробования.

В результате проведенного сравнительного анализа установлено, что шламовый способ опробования в условиях Зодского месторождения является достаточно надежным. Имеющиеся отклонения в содержаниях





шламовых проб, случайного характера, не зависящие от способа отбора проб, а вызваны степенью неравномерности распределения золота в руде. Шламный способ пробоотбора по золоту лишен систематических погрешностей и может с успехом применяться на месторождении наравне с бороздовым способом опробования. Что касается серебра, то по нему при отборе шламовых проб допускается систематическая погрешность в сторону занижения в 2,96 раза.

Вид пробы	Золото (г/т)	Серебро (г/т)
1. Шламовый	100	33,3
2. Бороздовый	100	100

I. Виды проб  
(размеры проб)

1. Выходное		
- выходы борозды на		
доч. 0,15 x 0,25 x 1,0	100	100
2. Выходное		
- выходы борозды на		
доч. 0,15 x 0,25 x 1,0	100	100

II. Виды проб  
(размеры проб)

1. Выходное		
- выходы борозды на		
доч. 0,15 x 0,25 x 1,0	100	100
2. Выходное		
- выходы борозды на		
доч. 0,15 x 0,25 x 1,0	100	100
3. Выходное		
- выходы борозды на		
доч. 0,15 x 0,25 x 1,0	100	100
- выходы борозды на		
доч. 0,15 x 0,25 x 1,0	100	100
4. Выходное		
- выходы борозды на		
доч. 0,15 x 0,25 x 1,0	100	100

Сводная таблица результатов экспериментальных работ (по золоту)

Сопоставляемые способы проботбора	Количе- ство испы- татель- ных проб в шт., П	Среднее содержа- ние по- лезного компо- нента со- достав- ляемых явдов в г/т $C_{ср.х}, C_{ср.у}$	Среднее кварце- точеч- ное от- кло- нение	Квадри- цинт разра- чки в %	Квадри- цинт корре- ляции	Квадри- цинт веро- явно- сти	Значе- ние коэф- фици- ента веро- явно- сти	Среднее абсо- лютное откло- нение ряда арифме- тич. раз- ности знаков в г/т $\sigma_{абс.}$	Среднее абсолют- ное от- кло- нение арифме- тич. раз- ности знаков в г/т $\sigma_{абс.}$ (в %)	Среднее относительное откло- нение ряда арифме- тич. раз- ности знаков в % Р отн. (аритм.)	Среднее относительное откло- нение арифме- тич. раз- ности знаков в % Р отн. (аритм.)	Абсолютное отклонение средних составлений явдов в г/т $C_{ср. у-x}$	
													1
<b>I. Валуны - эвдирические</b> (окисляющие руды)													
1. Валуны	32	10,4	11,2	107,7									
- эвдирические ( $S = 1,0$ км)	32	10,5	12,3	117,1	+0,8	0,07	0,05	5,4	-0,4	51,9	-3,8	+0,1	
2. Валуны	32	14,3	9,2	64,3									
- эвдирические ( $S = 0,5$ км)	32	15,2	13,3	87,5	+0,7	0,5	0,38	7,3	+0,9	51,0	+6,3	+0,9	
<b>П. Валуны-широкие бороздчатые</b> (окисляюще-смешанные руды)													
1. Валуны	23	13,4	9,5	71,0									
- широкие бороздчатые по сеч. 0,05 x 0,15 x 1,0 м	23	10,9	7,6	69,7	+0,7	1,78	0,92	4,96	-2,39	37,0	-17,8	-2,5	
2. Валуны	50	11,2	9,76	87,1									
- широкие бороздчатые по сеч. 0,05 x 0,2 x 1,0 м	50	10,5	10,5	100,0	+0,77	0,79	0,57	4,65	-1,58	41,5	-14,1	-0,7	
3. Валуны	61	13,5	9,9	73,3									
- широкие бороздчатые, по сечению 0,05 x 0,2 x 1,0 м (первый вариант)	61	11,2	11,6	103,6	+0,75	1,7	0,91	7,5	+2,33	55,5	-17,26	-2,3	
второй вариант	61	11,9	14,1	118,5	+0,76	1,06	0,71	7,3	-1,43	54,1	-10,6	-1,6	
4. Валуны	19	12,7	7,86	61,9									
- широкие бороздчатые по сеч. 0,05 x 0,25 x 1,0 м	19	8,6	4,99	53,3	+0,82	3,66	0,99	4,6	-4,1	36,2	-32,3	-4,1	



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5. Валовые	51	11,2	10,2	91,0									
- широкие бороздковые по сеч. 0,05 x 0,0x 1,0 м	51	11,5	11,4	96,0	+0,6	0,18	0,14	6,09	-1,72	54,4	-15,4	+0,3	
<u>И. Валовые - бороздковые</u>													
1. Валовые	62	10,3	9,67	93,9									
- бороздковые "нормального" сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м (окисленно-смешанные руды)	62	10,4	12,45	123,5	+0,64	0,06	0,04	6,4	+0,06	62,1	+0,6	+0,1	
2. Валовые	18	2,5	2,7	108,0									
- бороздковые по сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м (сульфидные руды)	18	2,4	4,3	179,1	+0,75	0,14	0,11	1,88	-0,08	79,2	-2,0	-0,1	
<u>IV. Валовые - точечные (площадные) (окисленно-смешанные руды)</u>													
1. Валовые	17	12,8	8,5	66,4									
- точечные о площадях расположения 10 x 10 см	17	11,9	9,7	81,5	+0,61	0,46	0,35	5,57	-0,91	43,5	-7,1	-0,9	
- точечные о площадях расположения 20 x 20 см	17	12,8	11,96	93,4	+0,63	0,0	0,0	5,4	-0,25	42,2	+1,35	0,0	
<u>V. Вадирковые - бороздковые</u>													
1. Вадирковые	43	9,8	15,4	157,1									
- бороздковые по сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м (окисленные руды)	43	9,8	15,5	137,7	+0,92	0,0	0,0	3,6	+0,04	36,7	+0,4	0,0	
2. Вадирковые	39	9,0	20,9	232,1	+0,98	0,34	0,29	2,14	+0,27	24,8	+3,0	+0,3	
- бороздковые по сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 (сульфидные руды)	39	9,3	21,5	251,1									
<u>VI. Валовые - площадные - бороздковые (окисленно-смешанные руды)</u>													
1. Валовые	27	5,0	6,35	127,2									
- площадные	27	4,7	8,1	173,8	+0,89	0,62	0,46	2,2	-0,33	44,1	-6,6	-0,3	
2. Валовые	19	1,7	1,62	96,3									
- площадные (от 0 до 4 г/т)	19	1,2	1,27	158,3	+0,73	0,79	0,57	1,1	-0,5	64,7	-29,4	-0,5	

Продолжение табл. 10

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3. Вадовые	13	3,5	4,2	120,0									
- шламовые (орт № 2)	13	3,9	4,5	115,4	+0,98	1,5	0,87	1,4	+0,4	40,0	+11,4	+0,4	
4. Вадовые	14	6,4	5,5	85,9									
- шламовые (орт № 3)	14	5,5	10,3	187,2	+0,85	0,57	0,42	3,03	-0,51	47,3	-14,0	-0,9	
5. Бороздовые по сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м	25	5,7	8,41	146,7									
- шламовые	25	5,1	8,50	162,7	+0,3	0,32	0,25	5,6	-0,4	57,7	-6,9	-0,6	
6. Бороздовые	16	2,9	6,55	225,8									
- шламовые (от 0 до 4 г/т)	16	1,2	1,26	105,0	-0,07	1,01	0,68	2,9	-1,7	100,0	-58,6	-1,7	
7. Бороздовые	11	5,0	9,34	186,8									
- шламовые (орт. № 2)	11	4,5	4,63	102,8	+0,17	0,2	0,16	5,5	-0,5	110,0	-10,0	-0,5	
8. Бороздовые	14	6,2	8,05	128,5									
- шламовые (орт № 3)	14	5,5	10,8	196,3	+0,35	0,29	0,19	5,9	-0,7	95,1	-11,3	-0,7	
<u>II. Бороздовый способ различия осечений</u> (окисленно-смешанные руды)													
1. Бороздовые "нормального" сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м	43	10,5	7,5	71,4									
- уменьшенные бороздовые по сеч. 0,05 x 0,05 x 1,0 м (при параллельно-осевом распо- ложении)	43	10,5	7,7	73,3	+0,76	0,0	0,0	3,86	+0,03	36,7	+0,28	0,0	
2. Бороздовые "нормального" сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м	30	10,0	7,25	72,5									
- уменьшенные бороздовые по сеч. 0,05 x 0,05 x 1,0 м (при сопряженном распо- ложении)	30	9,4	7,2	76,4	+0,51	0,34	0,26	1,97	-0,54	19,7	-5,4	-0,6	
3. Бороздовые "нормального" сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м	82	14,4	13,0	90,2									
- малые бороздовые по сеч. 0,01 x 0,05 x 1,0 м	82	14,7	14,4	97,9	+0,66	0,25	0,19	7,8	+0,3	54,2	+2,0	+0,3	



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
а) по классу от 0 до 4 г/т; по сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м	23	4,0	4,0	100,0									
- по сеч. 0,01 x 0,05 x 1,0 м	23	2,0	0,27	135,0	+0,34	2,5	0,98	2,3	-2,0	57,5	-50,0	-2,0	
б) по классу от 4 до 16 г/т; по сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м	28	13,7	12,1	88,3									
- по сеч. 0,01 x 0,05 x 1,0 м	28	8,1	3,2	39,5	+0,06	2,4	0,98	8,1	-5,7	59,1	-41,6	-5,6	
в) по классу от 16 до 64 г/т; по сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м	31	22,7	12,6	55,5									
- по сеч. 0,01 x 0,05 x 1,0 м	31	30,1	12,0	39,8	+0,36	2,97	0,99	11,2	+7,45	49,3	+32,8	+7,4	
<u>Уп. Боровозовые "нормального" сеч.</u> 0,05 x 0,1 x 1,0 м	60	15,0	16,1	107,3									
- точечные (линейные)	60	14,9	13,9	93,3	+0,47	0,05	0,03	8,87	-0,06	59,1	-0,4	-0,1	
<u>IX. Мелкие бороздоване</u> по сеч. 0,01 x 0,05 x 1,0 м	26	17,0	12,8	75,3									
- точечные (линейные) (окисленно-смаляные руды)	26	17,8	11,2	62,9	+0,55	0,35	0,27	8,1	10,8	47,6	+4,7	+0,8	

Т а б л и ц а II

Сводная таблица результатов экспериментальных работ по определению погрешности различных способов пробоотбора (по серебру)

Сопоставляемые способом пробоотбора	Колич. проб	Средн. содержание	С	V	Z	t	t <sub>зн.</sub>	Раб.	Раб. (эрич-мет.)	Рог.	Рог. (эрич-мет.)	С <sub>ор.</sub> V-x
I. Валовые -	32	20,8	21,6	105,8								
- эдмиковые ( S = 0,5 мм)	32	19,6	18,1	92,3	+0,67	0,41	0,31	10,9	-10,2	52,4	-49,5	-1,2
II. Валовые - широкие бороздочные (окисленно-смешанные руды)												
Валовые -	23	15,0	7,86	54,2								
- широкие бороздочные сеч. 0,5 x 0,15 x 1,0 м	23	11,8	8,82	74,7	+0,35	1,6	0,89	7,82	-3,14	52,1	-20,9	-3,2
Валовые -	50	14,6	12,0	82,2								
- широкие бороздочные сеч. 0,5 x 0,2 x 1,0 м	50	13,3	12,8	96,2	+0,73	1,59	0,88	7,35	-1,33	50,3	-9,1	-3,2
Валовые -	19	16,2	7,01	43,3								
- широкие бороздочные сеч. 0,5 x 0,25 x 1,0 м	19	10,9	4,89	44,8	+0,17	3,2	0,99	7,21	-5,31	44,4	-32,8	-5,3
Валовые -	51	15,5	11,9	76,8								
- широкие бороздочные сеч. 0,5 x 0,3 x 1,0 м	51	14,8	14,2	95,7	+0,67	0,47	0,36	8,28	-0,76	53,4	-4,9	-0,7
E. Валовые -	62	14,2	18,94	133,4								
- бороздочные нормального сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 мм (окисленно-смешанные руды)	62	12,9	16,04	124,3	+0,7	0,74	0,54	8,44	-1,2	59,4	-0,08	-1,3
IV. Валовые - точечные (площадные)												
Валовые -	17	14,9	11,7	78,5								
- 1. Точечные с площадью расположения 10 x 10 см	17	14,1	14,5	102,8	+0,67	0,30	0,23	8,60	-0,84	57,7	-5,6	-0,8
- 2. Точечные с площадью расположения 20 x 20 см	17	13,9	13,3	95,7	+0,67	0,40	0,31	6,97	-1,05	46,7	-7,04	-1,0



Продолжение табл. 11

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
У. Задирковне -	43	13,8	19,71	142,8									
- бородавочные нормального сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м	43	13,3	15,86	119,2	+0,79	0,27	0,21	7,22	+0,51	54,2	+3,8	-0,5	
УІ. Валовые -	27	6,0	6,45	107,5									
- шламозные	27	2,9	4,26	146,9	+0,72	2,2	0,97	4,0	-3,6	66,6	-60,0	-3,1	
УІІ. Бородавочные нормального сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м	25	8,0	11,2	140,0									
- шламозные	25	2,7	4,38	162,2	+0,30	2,14	0,96	6,7	-5,1	83,7	-63,7	-5,3	
УІІІ. Бородавочный способ различных сечений													
1. Бородавочные нормального сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м	43	11,6	7,9	68,1									
- уменьшенные бородавочные сеч. 0,05 x 0,05 x 1,0 м (при параллельно-смежном расположении)	43	13,1	10,0	76,3	+0,68	1,12	0,73	5,3	+1,5	45,6	+12,9	+1,5	
2. Бородавочные нормального сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м	30	11,9	10,1	84,8									
- уменьшенные бородавочные сеч. 0,05 x 0,05 x 1,0 м (при соприкасающемся распо- ложении)	30	12,8	10,2	79,7	+0,94	1,3	0,80	2,99	+1,25	25,1	+10,5	+0,9	
3. Бородавочные нормального сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м	82	17,6	17,2	97,7									
- малые бородавочные сеч. 0,01 x 0,05 x 1,0 м	82	19,0	23,0	121,0	+0,69	1,82	0,93	9,4	+1,6	53,4	+9,0	+1,4	
ІХ. Бородавочные нормального сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м	60	17,8	16,6	93,3									
- точечные (линейные)	60	15,2	10,5	69,0	+0,45	1,4	0,83	11,2	-2,6	62,9	-14,6	-2,6	
Х. Бородавочные малого сеч. 0,01 x 0,05 x 1,0 м -	26	15,2	8,5	55,9									
- точечные (линейные)	26	15,4	7,8	50,6	+0,40	0,11	0,08	6,7	+0,23	44,4	+1,44	+0,2	

Таблица 12

Сводная таблица результатов отклонения содержания  
полезных компонентов по разным способам опробования, выраженные знаками

Сопоставляемые способы пробования	По золоту						По серебру					
	Плюс (+)		Минус (-)		Ноль (обеднение)		Плюс (+)		Минус (-)		Ноль (обеднение)	
	к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I. Валовые - задириковые по сечениям												
1,0 x 1,0 м	12	37,5	18	56,3	2	6,2	-	-	-	-	-	-
1,0 x 0,5 м	15	46,9	17	53,1	-	-	12	37,5	20	62,5	-	-
II. Валовые - широкие бороздовые по сеч.												
0,05 x 0,15 x 1,0 м	11	47,8	12	52,2	-	-	8	34,8	15	65,1	-	-
0,05 x 0,20 x 1,0 м	15	30,0	35	70,0	-	-	20	40,0	30	60,0	-	-
0,05 x 0,20 x 1,0 м (I вариант)	22	36,1	39	63,9	-	-	-	-	-	-	-	-
0,05 x 0,20 x 1,0 м (II вариант)	17	27,9	44	72,1	-	-	-	-	-	-	-	-
0,05 x 0,25 x 1,0 м	4	21,5	15	70,9	-	-	6	31,6	13	68,4	-	-
0,05 x 0,30 x 1,0 м	17	33,3	34	66,7	-	-	22	43,1	29	56,9	-	-
III. Валовые - бороздовые "нормального" сечения - 0,05 x 0,10 x 1,0 м	27	43,6	34	54,8	I	1,6	29	46,8	33	53,2	-	-
IV. Валовые - точечные (площадные) с площадью расположения												
10 x 10 см	6	35,2	11	64,7	-	-	7	41,2	10	58,8	-	-
20 x 20 см	5	29,4	12	70,6	-	-	8	47,1	8	47,1	I	5,8
V. Задириковые - бороздовые "нормального" сечения - 0,05 x 0,10 x 1,0 м	19	44,2	23	53,5	I	2,3	19	44,2	24	55,8	-	-
VI. Валовые - шламные	9	33,3	17	63,0	I	3,7	5	18,5	21	77,8	I	3,7
VII. Бороздовые "нормального" сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м	13	52,0	11	44,0	I	4,0	6	24,0	19	76,0	-	-
VIII. Бороздовый способ различных сечений "нормального" сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м - уменьшенного сеч. 0,05 x 0,05 x 1,0 м												
1. при параллельно-смежном располож.	22	51,2	20	46,5	I	2,3	22	51,2	19	44,2	2	4,6
2. при сопряженном расположении	10	33,3	17	56,7	3	10,0	19	63,3	10	33,3	I	3,4



Продолжение табл. 12

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3. Бороздовые "нормального" сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м													
- малого сеч. 0,01 x 0,05 x 1,0 м	39	47,6	40	48,8	3	3,6	4I	50,0	4I	50,0	-	-	
а) по классу от 0 до 4 г/т сеч. 0,01 x 0,05 x 1,0 м	7	30,4	15	65,2	I	4,5	-	-	-	-	-	-	
б) по классу от 4 до 16 г/т сеч. 0,01 x 0,05 x 1,0 м	12	42,9	14	50,0	2	7,1	-	-	-	-	-	-	
в) по классу от 16 до 64 г/т сеч. 0,01 x 0,05 x 1,0 м	20	64,5	II	35,5	-	-	-	-	-	-	-	-	
IX. Бороздовые "нормального" сеч. 0,05 x 0,1 x 1,0 м													
- точечные (линейные)	3I	51,7	28	46,7	1,6	1,7	25	41,7	35	58,3	-	-	
X. Бороздовые малого сеч. 0,01 x 0,05 x 1,0 м													
- точечные (линейные)	15	57,7	II	42,3	-	-	12	46,2	14	53,8	-	-	

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Содержание выполненных исследований может быть кратко сформулировано в виде следующих основных положений:

1. Зодское золоторудное месторождение расположено в юго-восточной части Севано-Амасийской структурно-металлогентической зоне и приурочено к ядру антиклинальной складки, контролирующей оруденение рудного поля в целом, где вдоль глубинных разломов внедрились интрузивные породы ультраосновного, основного и кислого составов. Ядро антиклинали сложено вулканогенными и вулканогенно-осадочными отложениями нижнесенонского возраста.

Основные и ультраосновные породы являются вмещающими для оруденения золота, которое генетически связано с умеренно-кислыми гранитоидными породами верхнетретичного возраста.

2. Образование рудоносных зон связано с крупными разрывными нарушениями (разломами) северо-западного и близширотного направления. Пространственное положение рудоносных зон и рудных тел контролируется именно этими нарушениями. Основное количество запасов золота приурочено к зонам дробления и оперяющим мелким трещинам, различных генетических типов, сопровождающих указанные разломы.

3. Литологический фактор сыграл существенную роль в формировании рудоконтролирующих разрывных структур, локализации рудных тел и их морфологии. Неоднородность среды рудообразования, прежде всего сказалась на развитии трещинных структур и зоны дробления. В наиболее хрупких породах (габбро) развиваются зоны дробления, выдержанные рудообразующие трещины и рудные тела. В менее хрупких и пластичных породах (перидотиты) трещинные структуры проявлены слабо, здесь трещины и рудные тела часто разветвляются и выклиниваются.

Физико-механические свойства вмещающих пород во многом предопре-



делают внутреннее строение рудных тел и текстурные особенности руд. Доказательством этого является развитость на месторождении разветвленных кварцевых жил и рудных тел с брекчиевидными текстурами, приуроченными в основном, к пирокластическим и хрупким разностям пород.

Основными поисковыми предпосылками золотого оруденения в пределах рудного поля и месторождения являются: магматические, структурные, литологические, металлогенические и геохимические.

4. Исходя из сложных геолого-структурных особенностей, литологического фактора, физико-механических свойств, рудовмещающих пород, внутреннего строения и текстурных особенностей, рудные тела Зодского месторождения условно подразделяются на пять морфологических типов:

1) жильные зоны, 2) кварцевые жилы, 3) рудные столбы, 4) скрытые линейно-зообразные рудные тела, 5) участки частых кварц-карбонатных прожилков.

Кварцевые жилы и рудные столбы входят в систему жильных зон (как обогащенные участки), следовательно, на данном месторождении жильная зона играет ведущую роль.

5. По степени окисления, минералогическому составу, структурно-текстурным особенностям, руды Зодского месторождения подразделяются на три технологических сорта: окисленные, смешанные и сульфидные.

Существенные отличия в вещественном составе и структурно-текстурных особенностях руд Зодского месторождения, резко влияющие на результаты процесса обогащения, вызывают необходимость их геолого-технологической типизации.

Следует отметить, что на Зодском месторождении зона окисления неоднородна и в ней наблюдаются всевозможные переходы окисленных и смешанных руд на небольших интервалах. Фактически смешанные руды входят в зону окисления, и нельзя требовать от разведки раздельного оконтуривания вышеупомянутых трех сортов руд, так как это связано с большими

затратами. Целесообразно выделить два сорта руд: окисленно-смешанные и сульфидные. Это облегчает разведочные работы и более практично при производстве эксплуатации и обогащении.

Необходимо разведочными работами, с помощью сгущенной сети выработок, установить более точные границы между окисленно-смешанными и сульфидными рудами, которые до сих пор не ясны.

6. Наиболее важной чертой жильных зон является их "анизотропия" в смысле изменчивости распределения полезных компонентов в различных направлениях.

На всех составленных диаграммах наблюдается левая асимметрия кривых распределения полезных компонентов, указывающая на высокую степень изменчивости изучаемых элементов.

Максимальная изменчивость оруденения наблюдается по мощности (вкrest простирания) рудных тел (весьма неравномерное распределение оруденения). Изменчивость оруденения по простиранию рудных тел (по сравнению с ее изменчивостью по мощности) в некоторой степени слабее и относится к сильно неравномерному распределению. Изменчивость мощности рудных тел неравномерная.

Изменчивость оруденения и мощности рудных тел по простиранию и падению (восстанию) примерно одинакова.

Коэффициент относительной изменчивости содержания и мощности рудных тел с глубиной возрастает.

Корреляционная связь между золотом и серебром очень слабая.

Вышеуказанная "анизотропия" вызвана особенностями внутреннего строения различных морфологических типов рудных тел, проявляющимися в определенной пространственной ориентировке рудоносных структур.

7. Методом сравнения вариантов (способом разрезания) и аналитическими расчетами устанавливается следующая необходимая детальность на-



блюдений при разведке и опробовании:

а) длина бороздовой пробы в выработках, прослеживающих жильные зоны в направлении максимальной изменчивости (вкrest простирания рудных тел) - I м (непрерывное бороздовое опробование);

б) расстояние между пробами 2 м, при опробовании рудных тел по простиранию (в штреках), является допустимым;

в) расстояние между выработками, обеспечивающее подсчет запасов по категориям:

A - 16-24 м

B - 32-40 м

C<sub>1</sub> - 80-100 м.

8. В качестве основной системы при различных этапах разведки Зодского месторождения (сложного типа), рекомендуется проведение горных выработок. Применение буровой разведки, как основной системы, нецелесообразно. Она приводит к большим погрешностям в определении пространственного положения рудных тел, качества и количества запасов.

Система разведочных работ Зодского месторождения при предварительной и детальной разведках должна быть горно-буровой (комбинированной), с преобладанием горных выработок. Скважины колонкового и горизонтального бурения должны играть вспомогательную роль.

Рекомендуемая система эксплуатационной разведки является сочетанием горных выработок и горизонтальных буровых скважин различного типа (ударно-вращательного, электровращательного и перфораторного), обеспечивающим плотность и рациональность разведочной сети.

9. Экспериментальные исследования по определению представительности разных способов опробования на Зодском месторождении дали положительные результаты и практически приемлемы для дальнейшего усовершенствования методики разведки и опробования.

Валовые пробы в качестве контроля являются необязательными. Контроль опробования предлагается производить задирковыми (глубину за-

дирки 5 см) или широкими (0,05 x 0,2 x 1,0 м) бороздовыми пробами.

Борозды уменьшенного сечения (0,05 x 0,05 x 1,0 м) по надежности результатов не уступают бороздовым пробам "нормального" (0,05 x 0,1 x 1,0 м) сечения и их можно применять на месторождении в качестве основного способа опробования в процессе разведочных работ.

Малые бороздовые пробы сечением 0,01 x 0,05 x 1,0 м лишены систематических погрешностей и могут широко применяться в процессе эксплуатационной разведки, в очистных и горно-подготовительных выработках. Они значительно экономичнее и на отбор, доставку и обработку потребуется в 8-10 раз меньше средств и времени, чем для таких же операций большими бороздовыми пробами.

Разработанная методика опробования шлама при бурении скважин сплошным забоем, в условиях Зодского месторождения обеспечивает получение надежных результатов и может с успехом применяться на месторождении наравне с бороздовым способом опробования.

Широкое использование скважин ударно-вращательного бурения, испытание и определение достоверности данных скважин электровращательного и перфораторного бурения, а также шпурового способа опробования в условиях Зодского месторождения являются актуальным не только для опробования, но и для разведочных целей.

Ю. Рекомендуется принимать значение коэффициента "К" (формулы  $Q = Ka^2$ ) равным 0,4 (установлена экспериментально) вместо принятого на месторождении 0,8, что позволит намного упростить схему обработки проб с соответствующим снижением затрат, средств и времени.

II. При широком применении рекомендуемых различных способов бурения горизонтальных скважин и рациональных методов опробования на Зодском месторождении, получается большой экономический эффект (более 150 тыс.руб. в год).



Разработанная нами методика разведки и опробования на примере

Зодского месторождения может быть широко применена не только в геологических условиях Армении, но и на других аналогичных месторождениях Союза.

1. Абрам Г. В. - Геология Армянского нагорья (западная часть), 1899. Отд. русск. Геогр. Общ. т. I, Восточная часть, там же, т. II, 1902.
2. Абовян С. Б. - Геология и полезные ископаемые северо-восточного побережья озера Севан. Изд. АН Арм. ССР, 1961.
3. Ахбоз Н. И. - Опробование месторождения полезных ископаемых. Изд. третья. "Недра", 1965.
4. Ахбоз Н. И. - О формах миграции золота в зоне окисления месторождения. Изд. АН СССР, сер. геол., № 4, 1952.
5. Амирян Н. О. - Характер обрушения золота на одном месторождении. Изд. АН Арм. ССР т. XXX № 4, Ереван, 1960.
6. Амирян Н. О. - О вещественном составе руд одного из золоторудных месторождений. Изд. АН Арм. ССР т. XX, № 3-4, 1960.
7. Аристов В. В. - К вопросу об оценке выходов золоторудных месторождений. Сб. "Вопросы теоретической и прикладной геологии", вып. 5, ИГПИ, 1947.
8. Асавян А. Г. - Региональная геология Армении. Атлас. Ереван, 1958.
9. Барняк Н. В. - Контроль опробования. Материалы по методам разведки и подсчету запасов. Выпуск II, Госгеолтехиздат, 1968.
10. Барняк Н. В., Гринев Л. В. - К вопросу методики опробования. Тр. ИГПИ, вып. 1, 1956.
11. Барняк Н. В. - Эффективность проб в очистных выработках на месторождениях цветных металлов и золота. Сб. геология сбора. 6, 1965.

Л И Т Е Р А Т У Р А

(опубликованная)

1. Аби́х Г.В. - Геология Армянского нагорья (западная часть), 1899. Отд. русск.геогр.Общ. т.І, Восточная часть, там же, т.ІІ, 1902.
2. Абовя́н С.Б. - Геология и полезные ископаемые северо-восточного побережья озера Севан. Изд. АН Арм.ССР, 1961.
3. Альбо́в М.Н. - Опробование месторождений полезных ископаемых. Изд. третье. "Недра", 1965.
4. Альбо́в М.Н. - О формах миграции золота в зоне окисления месторождений. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1952.
5. Амиря́н Ш.О. - Характер оруденения золота на одном месторождении. Изд. АН Арм.ССР т. XXX № 4, Ереван, 1960.
6. Амиря́н Ш.О. - О вещественном составе руд одного из золоторудных месторождений. Изв. АН Арм.ССР т. XIII, № 3-4, 1960.
7. Аристо́в В.В. - К вопросу об оценке выходов золоторудных месторождений. Сб. "Вопросы теоретической и прикладной геологии", вып. 3, МГРИ, 1947.
8. Асла́нян А.Г. - Региональная геология Армении. Айпетрат. Ереван, 1958.
9. Барыше́в Н.В. - Контроль опробования. Материалы по методам разведки и подсчету запасов. Выпуск II, Госгеолиздат, 1948.
10. Барыше́в Н.В., Гро́мов Л.В. - К вопросу методики опробования. Тр. МГРИ, вып. I, 1936.
11. Барыше́в Н.В. - Плотность проб в очистных выработках на месторождениях цветных металлов и золота. Сов.геология сборн. 6, 1945.



12. Барышев Н.В.,  
Каллистов П.Л.,  
Красников В.И. - Новые данные по обработке проб металличе-  
ских руд. "Цветные металлы", № 3, 1937.
13. Барышев Н.В.,  
Белов П.С. - Краткое руководство по опробованию золо-  
торудных месторождений. Metallurgizdat,  
1943.
14. Белицкий А.А. - Механизм образования трещиноватости и тек-  
тонических разрывов. В сб. "Проблемы  
тектонифизики". Госгеолтехиздат, 1960.
15. Бернштейн П.С. - Сравнение данных разведочного колонкового  
бурения с результатами горных работ. Сов.  
геология, № 17, 1946.
16. Бетехтин А.Г. - Шоржинский хромитоносный перидотитовый  
массив (в Закавказье) и генезис месторож-  
дений хромистого железняка вообще. Хромиты  
СССР, т. I, изд. АН СССР, 1937.
18. Билибин Ю.А. - К вопросу о локализации месторождений золо-  
та. Проблемы геологии, № 5, 1935.
18. Бирюков В.И. - Основные методы разведки полезных ископае-  
мых. Изв. вузов, раздел "Геология и развед-  
ка", № 5, 1959.
19. Богацкий В.В. - Математический анализ разведочной сети.  
Госгеолтехиздат, 1963.
20. Бородоевский Н.И.,  
Бородоевская М.Б. - Березовское рудное поле. Metallurgizdat,  
1947.
21. Божинский А.П.,  
Бородаевская М.Б. - Основные причины расхождения между подсче-  
том запасов по данным разведочных работ  
и результатами эксплуатации. "Достовер-  
ность и возможность повышения результатов  
разведки", Недра, 1965.
22. Болдырев А.К. - Мировые месторождения золота. Материалы  
по геологии и полезным ископаемым Северо-  
востока СССР, вып. II, 1946.

23. Бородаевский Н.И. - О генетических типах золотоносных месторождений. Труды ЦНИГРИ, вып. 50, 1960.
24. Вартапетян Б.С. - Закономерности распределения медного оруденения на территории Армянской ССР. Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1965.
25. Вольфсон Ф.И. - Проблемы изучения гидротермальных месторождений. Госгеолтехиздат, 1962.
26. Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации. Госгеолтехиздат, 1962.
27. Габриелян А.А. - О тектоническом районировании. Изд. АН Арм.ССР, 1956.
28. Габриелян А.А. - Основные вопросы тектоники Армении. Изд. АН Арм.ССР, 1959.
29. Галкин Б.И. - Ошибка проб, взятых из борозды постоянного сечения, и способы ее устранения. Разведка недр, № 3, 1950.
30. Галкин Б.И. - Ошибка валового и задиркового опробования и ее предупреждение. Разведка недр, № 1, 1953.
31. Галкин Д.И., Биряков В.И., Крейтер В.М. и др. - Разведка штокверковых месторождений цветных и редких металлов. Госгеолтехиздат, 1962.
32. Денисов М.Н., Куличихин С.Н. - Анализ сопоставления результатов разведки некоторых рудных месторождений с данными их эксплуатаций. "Достоверность и возможность повышения результатов разведки", Недра, 1965.
33. Зайцев Е.П. - Опробование коренных месторождений и добытых рудных масс пробами малого веса. Центральный ин-т информации цветной металлургии, 1958.
34. Зенков Д.А. - Руководство по методике рудничной геологии для золоторудных месторождений. ч. I, Горноэксплуатационное опробование на золотых рудниках, 1941.



35. Зенков Д.А. - Об основных свойствах разведочных сеток. Разведка недр, № 4, 1950.
36. Зенков Д.А. - Четыре типа изменчивости рудных тел. Разведка недр, № 6, 1955.
37. Зенков Д.А. - О точности разведочных разрезов. Сев.геология, № 49, 1956.
38. Золотые месторождения Урала и Казахстана, под редакцией Иванова А.А.. Главзолото, 1947.
39. Зубарев И.И., Шафранов С.А. - Содержание различных этапов геологоразведочных работ и новые требования к предварительной разведке месторождений. Материалы по методике разведки полезных ископаемых. Госгеолтехиздат, 1962.
40. Иванов Н.В. - Новое направление в опробовании рудных месторождений. Госгеолтехиздат, 1963.
41. Инструкция по применению классификации запасов к коренным месторождениям золота. Госгеолтехиздат, 1961.
42. Инструкция по применению классификации запасов к россыпным месторождениям золота, платины, олова и вольфрама. Госгеолтехиздат, 1954.
43. Казаковский Д.А. - Оценка точности результатов в связи с геометризацией и подсчетом запасов месторождений. Углетехиздат, 1948.
44. Казаковский Д.А. - О применимости формул статистики к оценке точности подсчета запасов месторождений. В сб. "Исслед. по вопросам горного и маркшейдерского дела", Углетехиздат, 1957, № XXXI
45. Каждан А.Б. - О выборе параметров пробоотбора при разведке рудных месторождений. Изв. высш. учебн. завед. Геология и разведка, 1965, № 8.
46. Каллистов П.Л. - Учет высоких проб и самородков при подсчете запасов месторождений золота, 1952.

47. Каллистов П.Л. - Изменчивость оруденения и плотность наблюдений при разведке и опробовании. Сов.геология, № 53, 1956.
48. Каллистов П.Л. - Методы экспериментального определения рациональных схем обработки проб. "Сов. геология", № 10, 1938.
49. Котляр В.Н. - Интрузивные породы центральной части Арм.ССР. Интрузивы Закавказья. Тр.Груз.ГУ в. II.
50. Крейтер В.М. - Поиски и разведки полезных ископаемых. Госгеолиздат, 1940.
51. Крейтер В.М. - Поиски и разведка м-ний полезных ископаемых. Госгеолтехиздат, часть I и 2, Москва, 1961.
52. Крейтер В.М. - Структуры рудных полей и месторождений. Госгеолтехиздат, 1956.
53. Крениг А.А., Пожарицкий К.Л. и Розин А.А. - Руководство по подсчету запасов месторождений золота. Главзолото, 1940.
54. Леонтьев Л.И., Хайн В.Е. - Верхнемеловые гипербазиты и офиолитовая формация малого Кавказа. ДАН СССР, т. XV, № 1, 1949.
55. Магакян И.Г., Мкртчян С.С. - Взаимосвязь структуры магматизма и металлогении на примере Малого Кавказа. Изв. АН Арм.ССР, серия геол. и геогр. № 4, 1957.
56. Магакян И.Г., Мкртчян С.С. - Генетическая связь оруденения с магматизмом. Зап. Арм. отд. ВМО, вып. I, 1959.
57. Магакян И.Г. - Стибио-теллуро-висмутиты Зодского золоторудного месторождения Басаргечарского района Арм.ССР АН Арм.ССР, т. 23, № 5, 1956.
58. Магакян И.Г. - Металлогения Армении. Изд. АН Арм.ССР, 1954.
59. Магакян И.Г. - Структурно-металлогенические зоны Малого Кавказа. Сб. "Закономерности размещения полезных ископаемых", т. 3. Изд. АН СССР, 1960.



59. Магакян Л.Б.,  
Бабаян А.А.,  
Парсамян К.А.  
- Экспериментальное определение значения "К" для окисленно-смешанных руд Зодского месторождения. Научные труды НИГМИ, вып. УШ, 1969.
60. Магакян Л.Б.,  
Парсамян К.А.  
- О практической возможности применения простейших способов пробоотбора на Зодском золоторудном месторождении. Научные труды НИГМИ, вып. ІХ, 1971.
61. Мадатян Э.М.  
- К вопросу о структурных особенностях размещения золоторудных месторождений северной части Армянской ССР. Изв. АН Арм.ССР т. XXII, № 6, 1969.
62. Материалы по методике разведки полезных ископаемых. Гостеолтехиздат, 1962.
63. Меликян Л.С.,  
Паланджян С.А. и др.  
- К вопросу о геологической позиции и возрасте офиолитовой серии Ширако-Севано-Акеринской зоны малого Кавказа. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 1-2, 1967.
64. Методические указания по проведению предварительной разведки. ВИМС, 1960.
65. Методические указания по производству геологоразведочных работ. Вып. I. Разведка золоторудных месторождений. Гостеолтехиздат, 1957.
66. А.К.Митрапольский  
- Техника статистических вычислений. Физматгиз, 1961.
67. Мкртчян С.С.  
- Зангезурская рудоносная область Армянской ССР. Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1958.
68. Мовсесян С.А.  
- Промышленные типы медно-молибденовых и золоторудных месторождений Армянской ССР. Изв. АН Арм.ССР, т. XXII, № 6, 1969.
69. Основные вопросы и методы изучения структур рудных полей и месторождений. Гостеолтехиздат, 1960.

70. Пожарицкий К.Л. - Опробование месторождений цветных металлов и золота. Metallurgizdat, 1947.
71. Папазян Э.В., Бахчисарайцев А.Н. - Некоторые результаты исследования буримости пород выше средней крепости электровращательным способом. Научные труды НИГМИ, вып. УП, Ереван, 1970.
72. Парсамян К.А., Магакян Л.Б. - Практическая возможность применения проб малого веса. "Промышленность Армении", № 5, 1968.
73. Парсамян К.А. - Геолого-структурные и морфологические особенности рудных тел Зодского месторождения. Ученые записки Ереванского Госуниверситета, № 2, 1970.
74. Паффенгольц К.Н. - Геология Армении. Гостеоліздат, М.-Л., 1948.
75. Погребницкий Е.О. и др. - Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Изд. "Недра", 1968.
76. Пэк А.В. - Некоторые вопросы трещинной тектоники в рудничной геологии. Сов.геология, № 20, 1947.
77. Ренгартен В.П. - Тектоника Армянской зоны. В кн. Геология СССР, Закавказье, т. X, 1941.
78. Романовский В.И. - Применение математической статистики в опытном деле. Гостехиздат, 1947, 1955.
79. Россровский С.Н., Акмаева С.С. и др. - Усовершенствование схем переработки смешанных и сульфидных руд Зодского месторождения. Фонды ЦНИГРИ, НИГМИ, 1967.
80. Руководство по методам разведки и подсчету запасов золоторудных месторождений. Отдел технической информации, НИГРИ Золото, 1956.
- 81, Саркисян Г.А. - Роль вмещающих пород при метасоматизме и зональность его продуктов на примере золоторудного месторождения. В кн. "Метасоматические изменения боковых по-



93. Մանուկյան Կ.Բ.  
- род и их роль в рудообразовании. Изд. "Недра", М., 1966.
82. Саркисян О.А.  
- О возрастном расчленении интрузивов Севано-Ширакского синклиниория. Изв. АН Арм.ССР, серия геол. и геогр., т. XII, № 4, 1959.
83. Смирнов С.С.  
- Зона окисления сульфидных месторождений. Изд. I, М., 1936, изд. 2, М., 1951.
84. Смирнов В.И.  
- К вопросу о зональности рудных месторождений. Изв. АН СССР, сер. геол. № 6, 1937.
85. Смирнов В.И.  
- Геологические основы поисков и разведок полезных ископаемых. Изд. Моск. гос. ун-та, изд. I, 1954.
86. Смирнов В.И.  
- О плотности разведочной сети. "Советская геология", 1957, сб. 58.
87. Смирнов В.И. и др.  
- Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых. Госгеолтехиздат. 1960.
88. Татевосян Т.Ш.  
- Некоторые метаморфические породы северо-восточного побережья оз. Севан. Тр. Ергосунта, т. 37, 1952.
89. Твалчрелидзе Т.А.  
- Золото - висмут - теллуровая ассоциация Далиблурского и Зодского месторождения. КИМС, 1959.
90. Хрущов Н.А.  
- Контроль работы химических лабораторий методом анализа эталонных проб. Разведка и охрана недр, № 6, 1954.
91. Шарапов И.П.  
- Об определении изменчивости и выдержанности месторождений полезных ископаемых. "Разведка недр", 1952, № 3.
92. Шаталов Е.Т.  
- К вопросу о методике и организации геологопоисковых работ на золото. Сборник материалов по геологии золота и платины, № 8, 1948.

93. Шатанов И.П. - О контрольных анализах геологических проб. Разведка и охрана недр, № I, 1954.
94. Шехян Г.Г. - К вопросу о совершенствовании опробования горных выработок на эксплуатируемых месторождениях Арм.ССР. Изв. АН Арм.ССР, т. ХУП, № 6, 1964.
95. Шехян Г.Г.,  
Мартикян К.М.,  
Папазян Э.В. - Электровращательное бурение при разведке. Разведка и охрана недр, № 6, 1969.
96. Шихалибейли Э.Ш. - Тектоника Севано-Акеринского синклиналия в пределах Азербайджана. Тр. Совещ. по тект. Альп. обл. юга СССР. Изд. АН Аз.ССР, 1956.
97. Экономическая оценка разработки рудных месторождений. Тр. Алма-Ата, 1968.
98. Якжин А.А. - Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Госгеолтехиздат, 1959.
99. Якжин А.А. - Опробование и подсчет запасов полезных ископаемых. Госгеолиздат, 1954.
100. Emmons W.H. - *Gold deposits of the world.*
101. Emmons W.H. - *prospecting for gold in the shield ores of Canada, Siberia, Southern Rhodesia and Western Australia. A. U. M. E., Tech. pub. 452, 1932.*
102. Traton L.C. - *Hydrothermal origin of the Rand gold deposits, part 1, Econ. Geol., supplement to vol. 25, 1930.*
10. Мачекия А.Б.,  
Нарсемян К.А. - Определенные месторождения драгоценных металлов в Армении (SA-100 II) в условиях условий золото-рудного месторождения. Вестн. АН РА, 1964.
10. Мачекия А.Б.,  
Неликян К.В.,  
Нарсемян К.А. - Определенные месторождения драгоценных металлов в Армении (SA-100 III) в условиях условий золото-рудного месторождения. Вестн. АН РА, 1964.



ЛИТЕРАТУРА (рукописная)

- I03. Абрамян Э.И.  
Торосян С.Т. и др. - Внедрение электровращательного бурения разведочных скважин малого диаметра для целей эксплуатационной разведки на Кафанских рудниках. Фонды НИГМИ, Ереван, 1970.
- I04. Акмаева С.С. и др. - Разработка комплексной схемы обогащения золота и теллуросодержащих руд Зодского месторождения. Фонды НИГМИ, 1965.
- I05. Амирян Ш.О. - Минералого-геохимическая характеристика Зодского золоторудного месторождения. Диссертационная работа на соискание уч. степени кандидата геол.-мин.наук. Фонды Арм.ГУ. 1961.
- I06. Безирганов Б.Г. - Геохимические предпосылки и методика поисков скрытых золоторудных тел, приуроченных к основным и ультраосновным породам (на примере Зодского золоторудного поля Малого Кавказа). Дисс. на соиск. уч. степ, канд. геол.-минер. наук, Москва, 1969.
- I07. Бернштейн П.С.,  
Константинов М.М.,  
Груцин В.А. и др. - Особенности локализации и типы золоторудных месторождений Армении и Азербайджана. Рукопись, Фонды, ЦНИГРИ, М., 1968.
- I08. Магакян И.Г.,  
Мкртчян С.С. - Кясаманское м-ние ртути. Фонды ИГН Арм.ССР, 1953. Ереван. 1960.
- I09. Магакян Л.Б.,  
Парсамян К.А. - Отчет по научно-исследовательской работе за 1964-1966 гг. "Разработка рациональной методики эксплуатационной разведки и опробования Зодского золоторудного месторождения". Фонды НИГМИ, 1966.
- I10. Магакян Л.Б.,  
Меликян Б.П.,  
Парсамян К.А. - Определение достоверности опробования скважин ударно-вращательного бурения (БА-100 ПТ) в условиях Зодского золоторудного месторождения" Фонды НИГМИ, 1968.

- III. Мадатян Э.М.,  
Батикян Б.Т. - Отчет Зодской ГРЭ за 1963 г. (промежуточный). Рукопись. Фонды Арм.ГУ, Ереван, 1964.
- II2. Мартикян К.М. - Опыт сравнения данных геологоразведочных работ с результатами эксплуатации на Каджарванском медно-молибденовом месторождении Армянской ССР. Диссертационная работа, 1965.
- II3. Матевосян С.М. - Зодское золоторудное месторождение. Сводный геологический отчет по работам 1951-1959 гг. с подсчетом запасов на I.I.1960 г. Рукопись, фонды АрмГУ, Ереван, 1960.
- II4. Матевосян С.М.,  
Мкртчян Р.А. и др. - Сводный геологический отчет о подсчете запасов Зодского золоторудного месторождения по состоянию на I.УП. 1965 г. Рукопись. Фонды Арм.ГУ, 1965.
- II5. Меликян Б.П. - Геологическое строение, методы разведки и опробования Зодского золоторудного месторождения Армянской ССР. Диссертационная работа, 1971.
- II6. Парсамян К.А.,  
Мадатян Э.М.,  
Меликян Б.А. - Исследование геолого-структурных особенностей Зодского месторождения применительно к выбору рациональной системы разработки. Фонды НИГМИ, 1967.
- II7. Петросян М.И.,  
Мадатян Э.М.,  
Парсамян К.А. - Комплексное исследование по изысканию эффективных систем разработки и технологии ведения подземных горных работ на руднике Зодского месторождения. Этап "а". Фонды НИГМИ, 1967.
- II8. Степанян Г.М.,  
Шарашидзе Г.И. - Геологический отчет Зодской ГРП, рукопись, фонды Арм.ГУ, 1955.
- II9. Татевосян Т.Ш. - Петрография основных и ультраосновных пород побережья оз.Севан. Дисс. на соискание уч.степ. канд.геол.-мин.наук, Ереван, 1948.



- I20. Тер-Абрамян Л.Г., - Отчет Зодской ГРП за 1961 г.  
Гекчян Г.К.            Рукопись, фонды Арм.ГУ, Ереван, 1962.
- I21. Товмасян В.В.       - Геолого-структурные особенности и воп-  
                              просы методики разведки золоторудных  
                              штокверков (на примере Ключевского и  
                              Коммунарковского месторождений). Диссер-  
                              тационная работа, 1971.
- I22. Чичинадзе М.К.     - Минералогия зоны окисления Зодского  
                              золоторудного месторождения. Рукопись,  
                              фонды ИГН АН Арм.ССР, 1963.
- I23. Шехян Г.Г.           - Методы разведки и опробования Кафанского  
                              месторождения Армянской ССР в связи с  
                              особенностями его геологического стро-  
                              ения. Диссертационная работа на соиск.  
                              уч.степени кандидата геол.-мин. наук,  
                              фонды НИГМИ, 1967.
- I24. Яшвили Т.Г.,         - Отчет Зодской ПРП, 1952 г. Рукопись.  
Потеряхина А.В.        Фонды Арм.ГУ, Тбилиси, 1953.

