

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела имени К.Турысова  
Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений  
полезных ископаемых

УДК 553.077

На правах рукописи

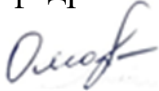
Таукенова Саным Аманбаевна

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

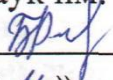
На соискание академической степени магистра  
Геолого-структурные условия локализации золоторудного месторождения  
Бестобе

7M07206 – Геология и разведка месторождений твердых полезных  
ископаемых


Научный руководитель  
доктор PhD, лектор  
кафедры ГСПиРМПИ

  
Г.М. Омарова  
«11» июня 2021 г.

Рецензент  
Доктор PhD, старший научный  
сотрудник Института геологических  
наук им. К.И. Сатпаева


  
Р.Т. Баратов  
«11» июня 2021 г.

Нормоконтролер  
Доктор PhD, сениор-лектор

  
М.К. Кембаев  
«14» июня 2021 г.

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**

Заведующий кафедрой  
ГСПиРМПИ ассоциированный  
профессор, доктор PhD

  
А.А. Бекботаева  
«14» июня 2021 г.

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела имени К.Турысова

Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений  
полезных ископаемых

7М07206 – «Геология и разведка месторождений твердых полезных  
ископаемых»

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ  
ассоциированный профессор, доктор  
PhD

 А.А. Бекботаева

«14» июня 2021 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение магистерской диссертации**

Магистранту Таукеновой Саным Аманбаевне

Тема: Геолого-структурные условия локализации золоторудного  
месторождения Бестобе

Утверждена приказом руководителя университета № 330-М от 11.11.2019 г.

Срок сдачи законченной работы «01» июля 2021 г.

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

- а) изучение геологическое строение месторождения;
- б) определение геолого-структурной позиции месторождения;
- в) выявление рудоконтролирующих и рудовмещающих комплексов интрузивных и жильных пород;
- г) изучение вещественного состава руд;
- д) определение строение минерализованных зон и рудных тел.

Рекомендуемая основная литература:

1 Справочник. Месторождения золота Казахстана.

2 Отчеты по проведению геологоразведочных работ на месторождениях рудного поля.

3 Дюсембаева К.Ш. Микроскопическое исследование руд золота. Учебное пособие, Алматы, 2011, 134 б.






## ГРАФИК



подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультатам	Примечание
Геологическое строение месторождения Бестобе	01.02.2021	
Структурно- морфологические особенности месторождения Бестобе	22.02.2021	
Вещественный состав золотосодержащих руд месторождения Бестобе	15.04.2021	
Поисковые критерии и признаки малоглубинных и среднеглубинных площадей золотого оруденения месторождения Бестобе	23.04.2021	
Заключение	20.05.2021	

## Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч.степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Геологическое строение месторождения Бестобе	Научный руководитель доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМПИ Г.М. Омарова	01.02.2021	
Структурно-морфологические особенности месторождения Бестобе	Научный руководитель доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМПИ Г.М. Омарова	22.02.2021	
Вещественный состав золотосодержащих руд месторождения Бестобе	Научный руководитель доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМПИ Г.М. Омарова	15.04.2021	
Поисковые критерии и признаки малоглубинных и среднеглубинных площадей золотого оруденения месторождения Бестобе	Научный руководитель доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМПИ Г.М. Омарова	23.04.2021	
Нормконтролёр	Нормоконтролер Доктор PhD, сениор-лектор М.К. Кембаев	14.06.2021	

Научный руководитель		Омарова Г.М.
Задание принял к исполнению магистрант		Таукенова С.А.
Дата		«11» ноября 2019 г.

## АНДАТПА

Диссертациялық жұмыс Бестөбе кен орнының алтын минерализациясының геологиялық құрылымы мен локализация жағдайларын зерттеуге арналған. Диссертацияға кандидат кен орнының геологиялық және құрылымдық жағдайын нақтылады. Оның интрузиялық кешенді енгізудің өнімді фазасымен байланысы анықталды. Кен орны типтері бай кварцты-алтынды өзегі түзілімдеріне, сондай-ақ кварц-сульфидті талшықты аз бай минералданған аймақтарына жататындығы анықталды. Анықталған минералданған аймақтар мен кен денелерінің негізгі элементтерінің параметрлік сипаттамасы келтірілген. Гидротермиялық-метасоматикалық өзгерудің өнімді кезеңдері анықталды. Бестөбе кен орнының алтын кенденуінің кіші және орта тереңдіктегі алаңдарының іздеу критерийлері мен белгілері анықталды.

## АННОТАЦИЯ

Диссертационная работа была посвящена изучению геологического, структурного строения и условий локализации золоторудного месторождения Бестобе. Было установлено его связь с фазой продуктивного интрузивного комплекса внедрения. Было определено, что типы руд месторождения Бестобе относятся к богатым кварцево-золотосодержащим жильным формованиям, а также к менее богатым минерализованным зонам кварцево-сульфидных прожилков. Дана минералогическая характеристика основных элементов, которые были выявлены в минерализованных зонах и в рудных телах. Были отмечены продуктивные стадии гидротермальных изменений. Выделены поисковые критерии и признаки малоглубинных и среднеглубинных площадей золотого оруденения месторождения Бестобе.

## ANNOTATION

The dissertation work is devoted to the study of the geological structure and conditions for the localization of gold mineralization of the Bestobe deposit. The dissertation candidate clarified the geological and structural position of the field. Its connection with the productive phase of the introduction of the intrusive complex has been determined. It has been established that the types of ores of the deposit belong to rich quartz-gold-bearing vein formations, as well as to less rich mineralized zones of quartz-sulfide veinlets. A parametric characteristic of the main elements of the identified mineralized zones and ore bodies is given. The productive stages of hydrothermal-metasomatic alteration have been identified. The search criteria and features of shallow and mid-depth areas of gold mineralization of the Bestobe deposit are identified.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Общие сведения о месторождении Бестобе	12
1.1 История исследования	13
2 Геологическое строение месторождения Бестобе	14
2.1 Стратиграфия	16
2.2 Магматизм	18
2.2.1 Интрузии и дайки месторождения	18
2.2.2 Жильные породы I и II этапов	22
2.3 Метаморфизм и характеристика измененных пород ордовика	23
2.4 Тектоника	25
3 Структурно-морфологические особенности месторождения Бестобе	29
3.1 Рудоконтролирующие и рудовмещающие структуры	29
3.2 Типы руд месторождения Бестобе	32
3.3 Кварцевые жилы и некоторые закономерности их размещения на рудном поле месторождения Бестобе	33
3.4 Морфология кварцевых жил	38
4 Вещественный состав золотосодержащих руд месторождения Бестобе	44
4.1 Вещественный состав золотосодержащих кварцевых жил месторождения Бестобе	44
4.1.1 Преджильная стадия	44
4.1.2 Кварцевожильная стадия	45
4.1.3. Постжильная стадия минерализации	46
4.2 Минеральный состав руд месторождения Бестобе	47
5 Поисковые критерии и признаки малоглубинных и среднеглубинных площадей золотого оруденения месторождения Бестобе	54
Заключение	56
Список использованной литературы	58



## ВВЕДЕНИЕ

Сырьевая база золотодобывающей промышленности Казахстана представлена в основном мелкими (с запасами до 25 т) и средними (от 25 до 100 т) месторождениями, на которых в настоящее время добывается около 70% всего производимого в республике золота. Лидирующее положение занимают месторождения Восточного, Северного и Центрального Казахстана. Для золоторудных месторождений Казахстана характерны низкое содержание металла в руде, а также наличие значительной доли труднообогатимых руд. Вместе с тем сравнительно благоприятные горнотехнические условия добычи позволяют сохранять ее себестоимость на уровне среднемировой.[1]

Самым крупным в Казахстане золоторудным объектом является месторождение Васильковское, второе место по величине запасов занимает месторождение Бакырчик, следующими по запасам и промышленной значимости могут выступать месторождения Аксу, Кварцитовые Горки, Бестобе, Жолымбет. Все они обрабатываются подземным способом. Руды на месторождениях представлены как кварцево-жильные, так и в виде минерализованных зон.

Золото традиционно является одним из главных стратегических видов минерального сырья. Особый интерес представляют кварцево-жильные руды, с которыми связано более 40% мировых запасов металла. Именно к этому типу относятся руды исследуемых месторождений.

Основными геолого-промышленными типами месторождений золота в Казахстане являются: кварцево-жильный, штокверковый, минерализованных зон, комплексный (медный, колчеданно-полиметаллический). На долю экзогенных месторождений (россыпи и золотоносные коры выветривания) приходится около 2% активных запасов.

**Актуальность работы.** Месторождение Бестобе является одним из важнейших золотосодержащих кварцево-жильных месторождений в Северном Казахстане. По данным ранее проведенных исследований выявлено, что данное месторождение характеризуется довольно сложным геологическим строением и имеет отчетливо выраженную золоторудную специализацию. Оруденение в нем приурочено к кварцево-жильным зонам в измененных породах. Определение геолого-структурной позиции, условия образования и визуализирование морфологической объемной модели будет способствовать определению масштабов, границ локализации минерализованных зон и рудных тел на месторождении, микроскопическое исследование даст возможность получить минералогическую информацию об интрузивных, измененных породах и о золотосодержащих рудах.

**Цель работы.** В ходе написания диссертации были поставлены следующие задачи:

- изучить геологическое строение месторождения Бестобе;
- описать геодинамические обстановки исследуемого района месторождения;

- определить геолого-структурную позицию месторождения;
- выделить рудоносные и рудоконтролирующие комплексы интрузивных и жильных пород;
- определить строение минерализованных зон и рудных тел, а также визуализировать 3D каркасную модель рудных тел;
- произвести микроскопическое исследование по следующим аспектам: определить минералогический состав главных интрузивных, жильных и измененных пород, а также золотосодержащих руд месторождения.

**Предметом исследования** является золоторудное кварцево-жильное месторождение Бестобе.

**Фактический материал**, который был положен в основу диссертации, получен в результате проведения детального анализа геологических текстовых, графических материалов и изучения каменного материала, собранных в процессе прохождения производственной научно-исследовательской практики в ГК «Казахалтын» на руднике Бестобе. При прохождении научно-исследовательской практики в Институте Геологических Наук имени К. И. Сатпаева из каменного материала были изготовлены шлифы и аншлифы, которые в дальнейшем подверглись микроскопическому изучению.

**Методология исследований.** Акцент исследований был поставлен на детальном анализе имеющихся в наличии геологических данных, также изучения геологического строения района, месторождения, структуры, морфологии и состава рудоносных зон. Они также включали дополнительное изучение вещественного состава рудоносных зон и руд. В процессе исследований проводились следующие виды работ:

1. Детальный анализ данных геологоразведки и предшествующего изучения геологического строения месторождения, вещественного состава руд, проведение оценки геологических условий формирования, локализации золотого оруденения.

2. Образцы каменного материала были отобраны из шахт месторождения Бестобе, из них были изготовлены аншлифы и шлифы в мастерской Института Геологических Наук имени К. И. Сатпаева. Лабораторные исследования рудных минералов с помощью поляризационного (рудного) микроскопа ПОЛАМ Р-312 и породообразующих минералов с помощью нерудного бинокулярного микроскопа MICROS MC-20 (Австрия) были выполнены в лаборатории института Геологических Наук имени К. И. Сатпаева.

3. Проведение сопоставления геологического строения и состава рудных зон, формирование тектонических структур на данном месторождении.

**Научная новизна работы** заключается в изучении условий локализации и определении закономерностей размещения золоторудного месторождения, представленных кварцево-жильными и минерализованными зонами с вкрапленным сульфидным оруденением. Попытки описать геодинамические обстановки исследуемого района месторождения на основе

теории литосферных плит. Была продемонстрирована 3D каркасная модель кварцевых жил с помощью которого в режиме реального времени можно визуально наблюдать над пространственным размещением руд и их морфологическим строением. Также было произведено микроскопическое исследование минералогического состава главных интрузивных пород, измененных пород ордовика, а также золотосодержащих руд месторождения.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 1 статья:

- Таукенова С. А., Омарова Г.М., «Особенности геологического строения золоторудного месторождения Бестобе», научно-исследовательское издание Казахского Национального Исследовательского Технического Университета имени К. И. Сатпаева «Сатпаевские чтения».

**Составная часть и объем магистерской диссертации.** Диссертация написана на 58 страниц компьютерного текстового набора и состоит из аннотации, содержания диссертации, введения, пяти глав, заключения и списка использованной литературы, включающих 18 наименований.

Диссертация включает в себя всего 41 рисунков и 1 таблицу.

## 1 Общие сведения о месторождении Бестобе

Кварцево-жильное месторождение Бестобе, в пределах которого расположен объект работ, расположено на территории пос. Бестобе Селетинского района Акмолинской области, в 90км от базы СКГРЭ (рисунок 1).[2]

Рудник Бестобе связан грейдерной дорогой с железнодорожной станцией Аксу и основной базой материально-технического снабжения ОАО «ГМК Казахалтын». Рудник расположен в 200км к северо-востоку от г.Астана.

Золоторудное кварцево-жильное месторождение Бестобе относится к гидротермальному типу и представлено, в основном, кварцевыми жилами с высоким содержанием золота. По минеральному составу руды принадлежат к золото-кварцевой формации.

Согласно классификации ГКЗ месторождение относится к третьей группе сложности.

Золотосодержащие руды перерабатываются на Бестобинской обогатительной фабрике по схеме извлечения крупного золота гравитацией с последующей флотацией хвостов гравитации.

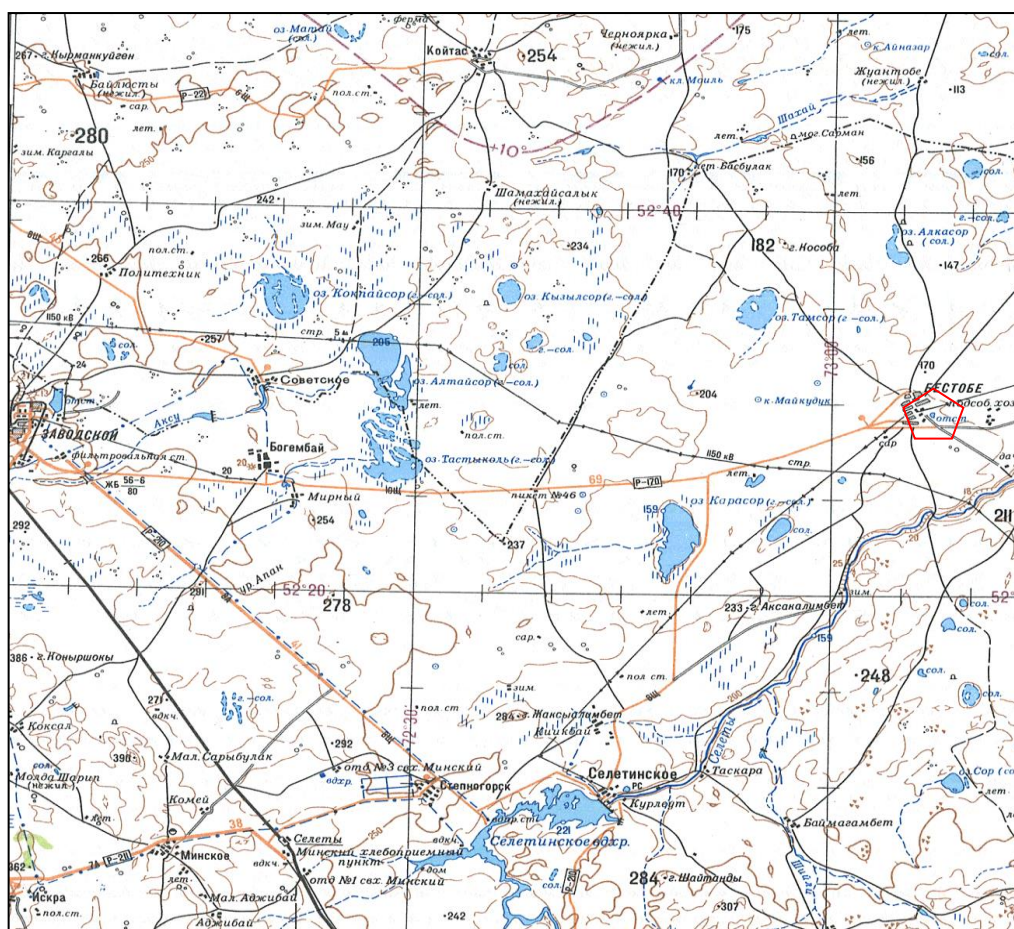


Рисунок 1 – Обзорная карта района Масштаб 1:500000

 - месторождение Бестобе

## 1.1 История исследования

Первые работы по исследованию рудного поля месторождения Бестобе проводились в 1931 году. В результате этих работ была впервые выявлена геологическая обстановка в районе месторождения и установлено наличие значительного количества кварцевых жил с промышленным содержанием золота. В этот период было определено, что кварцевые жилы концентрируются на четырех рудных участках: Западном, Центральном, Восточном и Северном.[3]

В 1933 году проведена детальная разведка рудных тел до глубины 25-45 м. В 1943 году проведена работа по изучению структурных особенностей месторождения. В 1949 году проведена геологическая съемка масштаба 1:100000. В 1948-1953 годах проведены работы по геометризации рудных тел. В 1959-1960 годах уточнена и исправлена геолого-тектоническая схема. В этот период горные работы спустились на глубины 250-340 м. Степень изученности позволила объединить Восточный и Центральный участки, Северный участок, имеющий забалансовые содержания во всех залегающих в нем рудных жилах, развития не получил. С 1960 года по 1968 год проводились работы по изучению интрузивных образований на рудном поле и определению процессов рудогенеза.

Разведочные работы на месторождении, которые велись вплоть до 1991г, достигли значительных глубин – на Западном рудном участке до горизонта 800м, на Центральном - до горизонта 655м. Скважинами месторождение оценено до глубин 800-1000м. При этом следует отметить, что разведочные работы ориентировались на выявление и разведку золотоносных кварцевых жил.

Помимо кварцевых жил в 1973г была выявлена, а в дальнейшем разведана и частично отработана зона «Дальняя», которая представляет собой иной морфологический тип – зона брекчированных пород с интенсивной гидротермальной переработкой всего материала брекчий, с наложенной сульфидной и золотой минерализацией.

Геологические, структурные, минералогические исследования проводились на месторождении большим коллективом исследователей, в результате чего месторождение хорошо изучено, наибольший вклад в изучение внесли: А.В.Воронов, В.И.Гришин, Г.В.Левин, В.А.Нарсеев, М.М.Старова, К.Т.Тлеубергенов, Т.Н.Шавкин, П.И.Шумихин, Г.М.Жаутиков, В.Н.Матвиенко, Н.Т.Воскресенская, Н.Ф.Зверева, М.Мауленов, Э.М.Спиридонов, Н.А.Фогельман.

Помимо кварцево-жильного типа в качестве перспективного Г.В.Левиным выдвигался прожилково-вкрапленный тип золотого оруденения, представленный залежами пирит-арсенопиритового состава, локализующимися в ритмично переслаивающихся алевролитах и алевропесчаниках, а также – зоны березитизации с золотом. Однако, до последнего времени, этот тип оруденения оставался не востребовавшимся.

## 2 Геологическое строение месторождения Бестобе

Месторождение Бестобе расположено в осевой части узкой грабен-синклинали северо-восточного простирания, входящей в состав Селетинского прогиба.[4]

В пределах рудного поля западное крыло Бестобинской грабен-синклинали характеризуется моноклиальным залеганием пород с крутыми ( $70^{\circ}$ - $80^{\circ}$ ) углами падения на юго-восток. Восточное крыло грабен-синклинали в районе шх.2 осложнено антиклинальной и синклиальной складками с размахом крыльев в 200-400м. Крылья этих складок осложнены складчатостью более высоких порядков.

В районе месторождения развиты отложения кембрия и в значительной степени встречаются отложения ордовика: ниже-среднеордовикские, среднеордовикские и верхнеордовикские породы (рисунок 2).

Рудные кварцевые жилы, контролируются разломами северо-восточного, широтного и северо-западного простирания. Они локализируются на двух участках в Западном и Центральном.

В северо-западном крыле Бестобинской грабен-синклинали расположен Западный участок. К этому же участку приурочена золотоносная брекчиевая трубообразное рудное тело и прожилково-вкрапленное золотосульфидно-кварцевое оруденение «Зоны Дальней».

Центральный участок площадью 1 км<sup>2</sup> расположен юго-восточной части Бестобинской грабен-синклинали. На западе и востоке он ограничен меридиональными разломами, с падением  $70^{\circ}$ - $80^{\circ}$  навстречу друг другу, а с северо-запада и юго-востока - северо-восточными разломами, падающими на юго-восток под углом  $50^{\circ}$ .

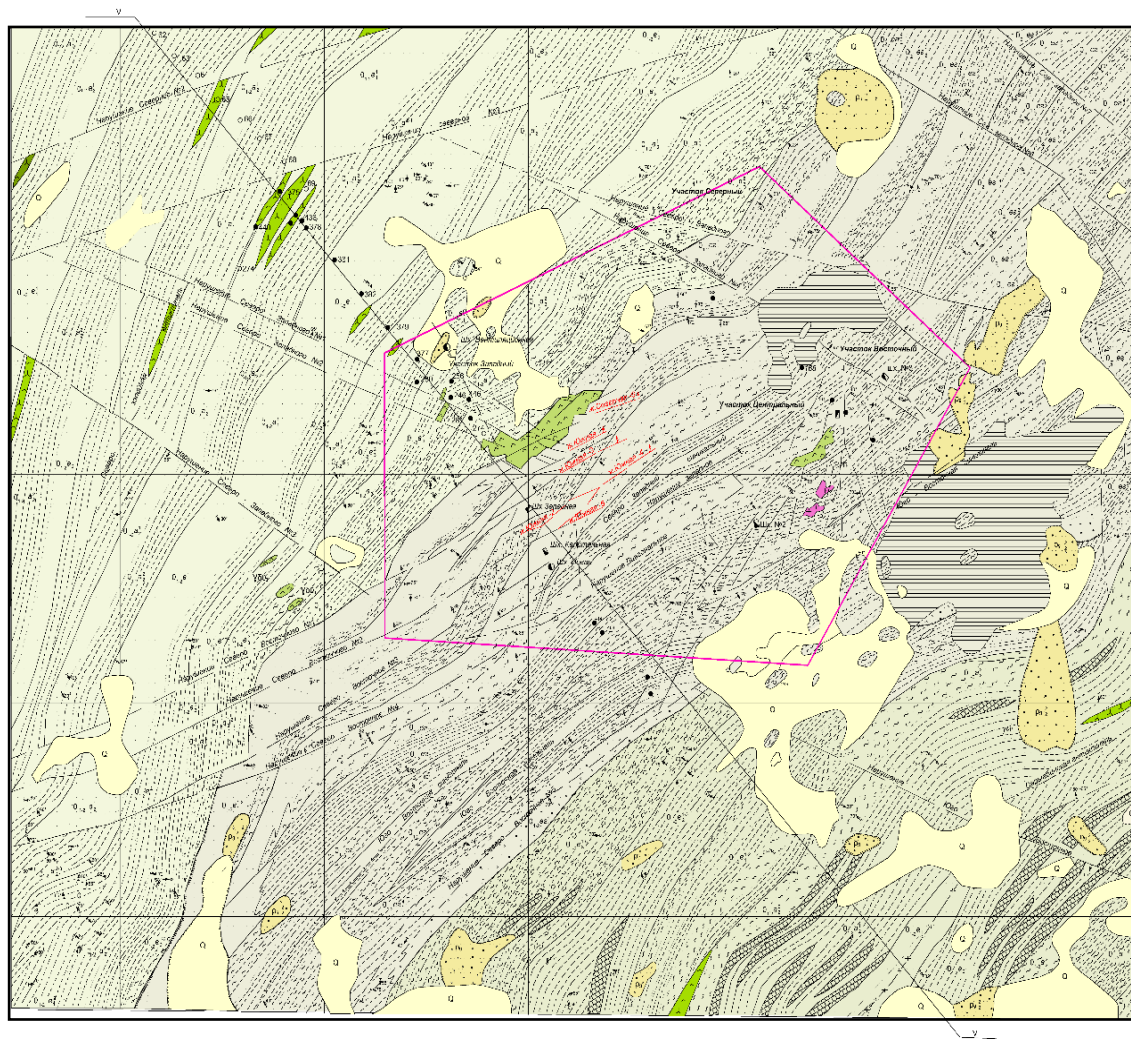
Рудовмещающими породами месторождения являются туфогенно-осадочные толщи среднего ордовика, которые были прорваны малыми интрузиями степнякского, гранитоидами крыккудукского комплекса и серией даек, которые образуют кольцевые и линейные структуры на рудном поле месторождения.

Магматические породы в пределах рудного поля представлены небольшими интрузивными телами основного, среднего и кислого состава: габбро-диоритами, диоритами, кварцевыми диоритами, тоналитами и дайками плагиогранитов, гранит-порфиров и диабазов. Наиболее крупной интрузией является массив, расположенный в районе Западного рудного участка, имеющий каплеобразную форму.

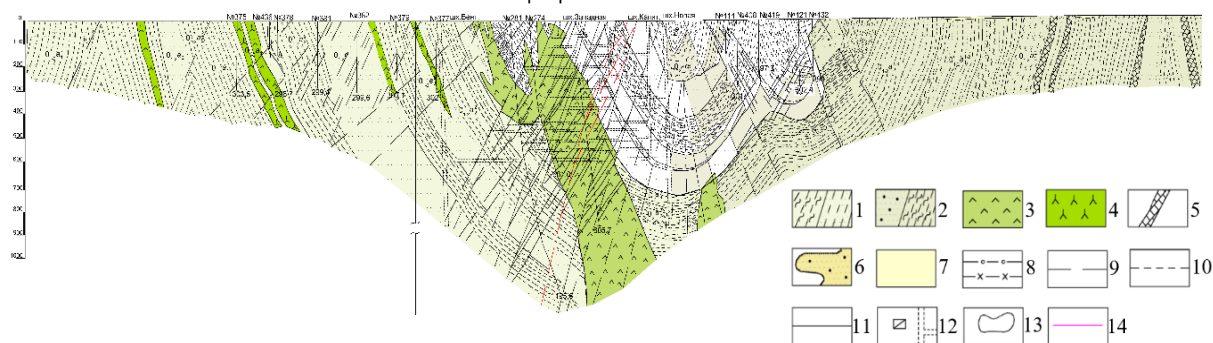
Жильные граниты и плагиограниты, диорит-порфиры, спессартиты и габбродиабазы известны только на Западном участке. Кварцевые диорит-порфиры – только на Центральном.

Метаморфизм осадочных пород ордовика в региональном плане отразился в значительных изменениях их первоначального облика. Породы вследствие динамических нагрузок и пликтивных дислокаций значительно уплотнены и разбиты многочисленными трещинами кливажа.





Схематический разрез по линии V-V



Условные обозначения: 1 – Нижний ордовик ( $O_{1-2}$ ), 2 – Средний ордовик ( $O_2$ ), 3 – Интрузии степняцкого комплекса (габбро, диориты, плагиограниты), 4 – Дайковый комплекс (диорит-порфиры, гранит-порфиры, диабазы), 5 – Яшмы, яшмовидные кремнистые породы, 6 – Третичные отложения (Pg), 7 – Четвертичные отложения (Q), 8 – Оси синклинальных структур, 9 – Разрывные структуры предрудного этапа, 10 – Разрывные структуры рудного этапа, 11 – Разрывные структуры пострудного этапа, 12 – Горные выработки, 13 – Контуры промышленных рудоносных участков, 14 – Граница горного отвода

Рисунок 2 – Геологическая карта месторождения Бестобе и Схематический разрез по линии V-V (масштаб: 1:10000)

[Составлена П.И. Шумихиным с использованием материалов З.М. Усачевой, В.М. Гришина и рудничных геологов]

Гидротермальный метаморфизм выражен в виде хлоритовых оторочек близ кварцевых жил, иногда с сильной эпидотизацией вмещающих руды пород и процессами карбонатизации.

Стратиграфические толщи пород, слагающие рудное поле интенсивно дислоцированы. Все породы смяты и разбиты сложной системой кливажа и тектонических нарушений. Мелкая изоклинальная складчатость, разрывы и смещения маскируют более крупные структурные элементы, поэтому вся толща кажется тектонически однородной.

## 2.1 Стратиграфия

Рудное поле месторождения Бестобе занимает площадь около 4 км<sup>2</sup>.

В стратиграфическом разрезе месторождения Бестобе П.И. Шумихин (Малечкин, Шумихин, 1965г) в результате многолетних геолого-съёмочных работ, изучения закономерностей ритмичности осадконакопления и сопоставления с фаунистически охарактеризованными разрезами района р. Селеты выделил отложения нижнего-среднего ордовика (свита «в») – O<sub>1-2в</sub>, среднего ордовика (еркебидаикская свита) – O<sub>2ег</sub>, разделённых поверхностью размыва в виде слоя конгломератов с обломками известковистых и яшмовидных пород и кремнистых сланцев, и верхнеордовикские породы (Бестобинская свита) – O<sub>3вс</sub> (рисунок 2). Общая мощность отложений нижнего-среднего и среднего ордовика месторождения Бестобе измеряется примерно в 1200-1500м. [3]

По данным М.А. Петровой (Воскресенская, Емельяненко и др., 1961) среди песчаников флишоидной толщи месторождения Бестобе преобладают полимиктовые, в том числе кварц-плагиоклазовые и граувакковые разновидности. По химическому составу осадочные породы характеризуются преимущественно невысокой кремнекислотностью, сопоставимой с основными магматическими породами.

Вмещающими породами для рудных тел являются туфогенно-осадочные толщи среднего ордовика, прорванные в нескольких местах малыми интрузиями гранитоидов и пересеченные дайками жильных пород (диабазов, плагиогранитов, гранит-порфиров и т.д.). Породы ордовика простираются в северо-восточном направлении с крутым падением: в районе Центрального участка на северо-запад, в районе Западного – на юго-восток под углами от 40 до 70°. Толщи пород в основном переслаиваются песчаниками, глинистыми сланцами и алевролитами. Такой характер толщ ордовика указывает на их образование в условиях мелководного бассейна с очень непостоянным режимом; они напоминают по своему строению толщи флиша. Глинистые сланцы развиты в основном в юго-восточной части рудного поля, но значительное количество их встречается также в центральной и в западной его частях. Они состоят из слабо поляризующего глинистого вещества с обломками зерен кварца, полевого шпата, чешуек серицита с различным количеством гидроокислов железа. Нередко в них наблюдается



повышенное количество хлорита и серицита. Благодаря чему их можно тогда называть хлоритовыми и серицитовыми сланцами. Иногда сланцы имеют терригенный облик за счет увеличенного количества обломочного материала.

А.Г. Тележка наблюдала распространение туфогенных сланцев и песчаников, состоящих из тонкого пелитового вещества с зернами эпидота, антимонита, лейст плагиоклаза и соссюритовой мути, в которой изредка наблюдались остатки радиолярий.

Наибольшее распространение на рудном поле месторождения имеют песчаники. По литологическому составу они подразделяются на мелкозернистые, среднезернистые и крупнозернистые разновидности. Состав зерен, их форма и окантованность во всех разновидностях песчаников одинаковы. Среди песчаников наблюдаются слои с хорошо отсортированным и плохо отсортированным материалом. Обломки представлены порфиритами, яшмами, кремнистыми сланцами и вулканогенно-осадочными породами. Редко встречаются обломки глубинных изверженных пород, главным образом кислого состава.[4]

Бестобинская свита в средней части своего разреза представлена туфогенными мелкоагломератными разностями, среди которых встречаются обломки плагиоклазов, кварца, эпидота, апатита и других пород. Появление вулканогенных образований в средней части бестобинской свиты связано с вулканической деятельностью в соседнем Степнякском синклинии.

Разрез нижнего и среднего ордовика по П.И. Шумихину следующий:

Нижний-средний ордовик, верхняя толща ( $O_{1-2B}$ ).

1. Нижняя песчаниковая пачка – тонкое переслаивание серых тонкозернистых песчаников и черных аргиллитов, мощность прослоев которых колеблется от 15 до 35 см. Мощность пачки больше 10м.

2. Серые тонко- и мелкозернистые песчаники с прослоями аргиллитов, среди которых встречаются редкие и тонкие (до 3 см) прослои известковистых аргиллитов и пелитоморфных известняков. Эти прослои чаще всего приурочены к контакту аргиллитов с наиболее грубозернистыми разностями песчаников. Мощность этой пачки пород до 50м.

3. Переслаивание тонкозернистых, мелкозернистых и среднезернистых песчаников. В песчаниках иногда наблюдается косая слоистость. Мощность 25 м.

4. Черные аргиллиты, полимиктовые и плагиоклаз-кварцевые песчаники. Размеры и состав обломочного материала, а также содержание цемента в песчаниках колеблется в широких пределах. Мощность 10м.

Средний ордовик, еркебидаикская свита, верхняя подсвита ( $O_{2er}$ ), нижняя песчанико-аргиллитовая пачка ( $O_{2er}$ ,  $O_{2er}^2$ ):

1. Песчаники разномзернистые полимиктовые и кварцево-плагиоклазовые с прослоями аргиллитов. В полимиктовых песчаниках преобладают угловатые обломки аргиллитов и эффузивов андезитового и андезито-базальтового состава. Мощность 25м.

2. Те же породы, но с тонким переслаиванием перечисленных

разновидностей. Мощность от 30 до 40м.

3. Переслаивание тонко- и мелкозернистых песчаников, аргиллитов в различной пропорции и с резко меняющейся мощностью слоев.

В результате исследования толщ ордовика, распространенных на рудном поле месторождения П.И. Шумихин считает, что, несмотря на сравнительно однообразный состав этих отложений, устанавливается довольно четкое чередование осадков различной зернистости, что говорит о смене условий осадконакопления. По его мнению, циклы накопления обычно начинались отложениями более грубого материала, а затем сменялись отложением тонкого и глинистого. Такая смена режима осадконакопления, видимо, являлась следствием тектонической активизации и сменой водного режима в этом районе.

## **2.2 Магматизм**

### **2.2.1 Интрузии и дайки на рудном поле месторождения**

Магматические породы в пределах рудного поля месторождения представлены небольшими интрузивными телами основного, среднего и кислого состава: габбро-диоритами, диоритами, кварцевыми диоритами, тоналитами и дайками плагиогранитов, гранит-порфиров и диабазов.[4]

Наиболее крупной интрузией является массив, расположенный в районе Западного рудного участка, имеющий трубообразную форму, вытянутый в северо-восточном направлении и падающий на юго-восток под углом 60-70°. Длина интрузива 700-800м, ширина до 200м. Более мелкие интрузии фиксируются в восточной части рудного поля на площади Центрального рудного участка, Одна интрузия, расположенная примерно в 200-250м к северо-востоку от шахты № 2, имеет длину около 300м и ширину 50м, а две другие – соответственно 100 и 50м. (рисунок 2)

Небольшим развитием на этом участке пользуются дайки порфиров, имеющие небольшую мощность и длину, не превышающую нескольких десятков метров. Кроме того, в районе Западного рудного участка фиксируется одна дайка габбро-диабазов, простирающаяся в юго-западном направлении и падающая на северо-запад под углом 55-60°. Длина дайки около 600м, а мощность от 2-3 до 5-8м. Все интрузивные тела имеют неправильные формы и отличаются отчетливой вытянутостью, почти согласной с первичной слоистостью толщ ордовика.

Г.Н. Назьмова, В.И. Фельдман, Ю.С. Шалаев считают, что интрузии на рудном поле месторождения Бестобе сформировывались в три стадии внедрения магматического материала с увеличением кислотности пород от первой стадии внедрения к третьей. Изучение геологических и петрографических особенностей пород позволило им выделить среди интрузивного материала, по схеме В.С. Коптева-Дворникова, интрузии I и II этапов. Последовательность формирований магматических и

гидротермальных образований, по их мнению, излагается в следующей таблице:

По материалам Г.Н. Шавкина золоторудная фаза, создавшая месторождения с промышленным содержанием золота, является завершающей – самой последней. Он считает, что в эту стадию выпала главная масса золота, до 80-85 % от общего количества.

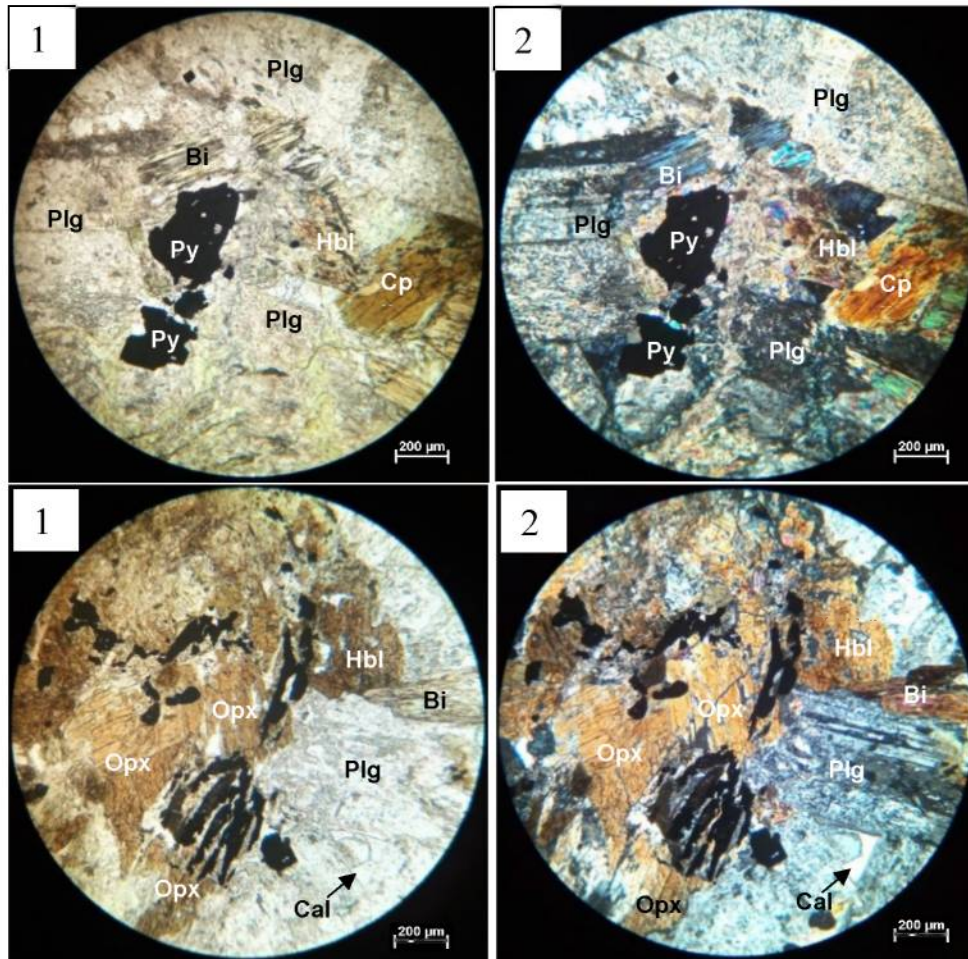
Таблица 1 – Последовательность формирований магматических и гидротермальных образований

Магматические породы	Гидротермальные образования
<p><u>I. Интрузивная фаза</u>            Главная интрузивная фаза:            а) амфибол-пироксеновые габбро-диориты;            б) пироксеновые габбро-диориты – фация эндоконтактов;            в) порфиroidные кварцевые диориты;            г) резко порфиroidные биотит-пироксеновые диориты</p> <p><u>II. Фаза дополнительных интрузивов</u>            1-я генерация - кварцевые диориты и тоналиты;            2-я генерация – тоналиты и плагиограниты</p> <p><u>III. Жильные породы II этапа</u>            а) плагиогранит-порфиры;            б) кварцевые диорит-порфириты первой генерации;            в) диорит-порфириты и спессартиты;            г) кварцевые диорит-порфириты второй генерации;            д) габбро-диабазы</p>	<p>Кварцевые жилы с молибденитом</p> <p>Золоторудные кварцевые жилы</p> <p>Золоторудные кварцевые жилы с сульфидной минерализацией</p>

*Породы главной интрузивной фазы*

Среди интрузий наиболее широким распространением пользуются габбро-диориты и диориты, которыми почти полностью сложена интрузия Западного рудного участка и значительная часть интрузивного массива Центрального участка. Амфибол-пироксеновые габбро-диориты (рисунок 2.2.1), в основном слагающие интрузии, обычно представлены среднекристаллическими разностями массивного сложения. Характерной особенностью этих пород является такситовая текстура, обусловленная

крупными скоплениями монокристов биотита, роговой обманки и пироксена. Кроме цветных минералов в породе имеется плагиоклаз, калиевый полевой шпат, кварц и акцессорные минералы. Количество цветных минералов находится в пределах 10%, что придает породе лейкократовый облик. Пироксеновые габбро-диориты - средне- и мелкокристаллические плотные породы, макроскопически отличающиеся от амфиболовых габбро, так как на общем сером фоне породы хорошо различимы узкие, вытянутые кристаллы плагиоклазов.[4]



1 – в одном николе; 2 – в скрещенных николях.

Рисунок 2.2.1 – Амфибол-пироксеновый габбро-диорит, наблюдается серицитизация и карбонатизация. Аллотриоморфная зернистая структура. Рудные минералы – пирит, магнетит. Шлиф 1

Как те, так и другие породы встречаются вдоль контактов интрузии Западного рудного участка в виде узких оторочек. Близ интрузии вмещающие толщи ордовика ороговикованы. А сами породы интрузии претерпевают как бы закалку, становятся более мелкозернистыми за счет перекристаллизации. К фации эндоконтактов отнесены порфиоровидные кварцевые диориты.

Порфиоровидные разности кварцевых диоритов широко развиты на Центральном участке, где они формируются в более мелкие массивы, что в

значительной мере повлияло на их сложение и текстуру распределения минеральных компонентов. Эти породы меняют свой состав и текстуру в зависимости от того, в каких породах они залегают, такое изменение наблюдается по латерали и с глубиной.

#### *Породы фазы дополнительных интрузивов*

Кварцевые диориты и тоналиты дополнительных интрузивов выделены геологами Г.Н. Назьмовой, В.И. Фельдманом и Ю.С. Шалаевым на Западном и Центральном участках, где они слагают несколько обособленных тел. На Западном участке две такие интрузии имеют к северу от основного интрузива. Длина их колеблется от 160 до 200м, ширина от 5 до 50м. С глубиной размеры их несколько увеличиваются, сохраняя все же свою форму, что придает им облик столбообразной залежи. Приблизительно так же выглядят такие интрузии на Центральном участке. Этими же авторами установлено, что кварцевые диориты и тоналиты прорывают габбро-диориты.[4]

Тоналиты и плагиограниты второй генерации дополнительных интрузивов известны на Западном и на Центральном участках, где они слагают интрузивные тела небольших размеров, залегающие согласно общему простиранию пород ордовика. Они обычно бывают представлены мелкокристаллическими порфиroidными породами с порфиробластами из плагиоклазов, реже, биотита и кварца. Считается, что эти породы так же, как и кварцевые диориты, где-то на глубине прорывают вмещающие породы и входят в соприкосновение с габбро-диоритами и диоритами главной интрузивной фазы, иногда захватывая эти породы в виде ксенолитов. Все породы этого состава обычно сильно изменены процессами серицитизации, хлоритизации с наложением пневмато-гидротермального метасоматоза, в результате чего они изменяются до березитов.

На основании вышеизложенного Г.Н. Назьмова, Э.М. Спиридонов, В.И. Фельдман и Ю.С. Шалаев делают следующие выводы:

- интрузивные массивы Западного и Центрального участков имеют сложное строение, так как формирование их происходило в три стадии;
- форма и простирание интрузивов всех трех стадий внедрения определяются:
  - а) северо-восточным простиранием вмещающих толщ ордовика;
  - б) наличием на рудном поле тектонических нарушений двух взаимно пересекающихся направлений. Этим, по их мнению, объясняется вытянутая или дайкообразная форма интрузий;
- подъем магматического расплава происходил по сложной тектонической зоне, на что указывает наличие апофиз и внедрение дополнительных интрузий по подводным каналам;
- внедрение и застывание магмы происходило на небольшой глубине, о чем говорит наличие резко закаленных пород главной интрузивной фазы.

### **2.2.2 Жильные породы I и II этапов**

Жильные граниты и плагиограниты известны только на Западном участке среди пород главной интрузивной фазы; они образуют субмеридиональные, крутозалегающие дайки, мощность которых колеблется от 0,05м до 0,5м, а длина в пределах нескольких десятков метров. Породы состоят из плагиоклаза, кварца. Калиевого полевого шпата и мусковитизированного биотита. Плагиогранит-порфиры встречены главным образом на Центральном участке; они залегают в виде даек небольшой мощности, имеющих крутое юго-восточное падение. Характеризуются плагиогранит-порфиры наличием фенокристаллов кварца и плагиоклаза, заключенных в тонкозернистой основной массе. Довольно часто они пересекаются кварцево-молибденовыми и золоторудными жилами, что свидетельствует об их дорудной фазе формирования.

Диорит-порфириты и спессартиты обнаружены только на Западном рудном участке. Залегают они в виде даек широтного простирания с пологими углами падения. Диорит-порфириты сложены вкрапленниками плагиоклаза, роговой обманки и изредка биотита, размещенных в основной массе. В отличие от них спессартиты имеют мелкозернистое строение и состоят из удлиненных лейст амфибола и таблитчатых кристаллов плагиоклаза. Возрастные взаимоотношения с другими разностями интрузивных пород, встречающихся на месторождении, не установлены.

Кварцевые диорит-порфириты встречаются только на Центральном участке, они залегают в виде даек, простирающихся в северо-восточном направлении и падающих на юго-восток под углом 60-75°. Породы обычно мелкокристаллические с обильными вкрапленниками плагиоклаза, реже амфибола и еще кварца. В нескольких местах наблюдалось пересечение диорит-порфиритов кварцевыми диорит-порфиритами. Соотношение их с другими жильными породами не установлено.

Габбро-диабазы встречены только на Западном рудном участке, где они представлены несколькими дайками, одна из которых имеет длину около 650м и прослеживается на глубину до горизонта 475м. Мощность этой дайки колеблется от 0,2м до нескольких метров. Залегает она в субширотном направлении и падает на северо-запад под углом 60-70°. Возрастное положение дайки определяется следующими факторами:

- а) она пересекает кварцево-рудные жилы;
- б) габбро-диабазы содержат ксенолиты жильного кварца с золотом;
- в) мелкие обломки кварца, встречающиеся в дайке, перекристаллизованы;
- г) габбро-диабазы просечены прожилковыми образованиями самых поздних стадий минерализации.

Таким образом, геологи МГУ считают габбро-диабазы породами, внедрившимися после продуктивной стадии минерализации. Однако, несмотря на кажущуюся убедительность сделанного вывода, все же вопрос возрастного положения габбро-диабазов остается дискуссионным и не

поддерживается рудничными геологами, изучающими это месторождение. На их взгляд, правильно считать образование даек габбро-диабазов дорудным процессом, но очень близким по времени к формированию кварцевых жил. Рудный же процесс, по-видимому, накладывался позднее их формирования. По структурным признакам и составу описанная дайка габбро-диабазов близка и таким же, которые развиты в породах ордовика в виде тел, имеющих согласное с ними простирание.

### **2.3 Метаморфизм и характеристика измененных пород ордовика**

Метаморфизм осадочных пород ордовика в региональном плане выразился в значительном изменении их первоначального облика. Вследствие динамических нагрузок и пликативных дислокаций породы значительно уплотнились и разбиты многочисленными трещинами кливажа. Песчаники и аргиллиты насыщены тонкой вкрапленностью пирита.[5]

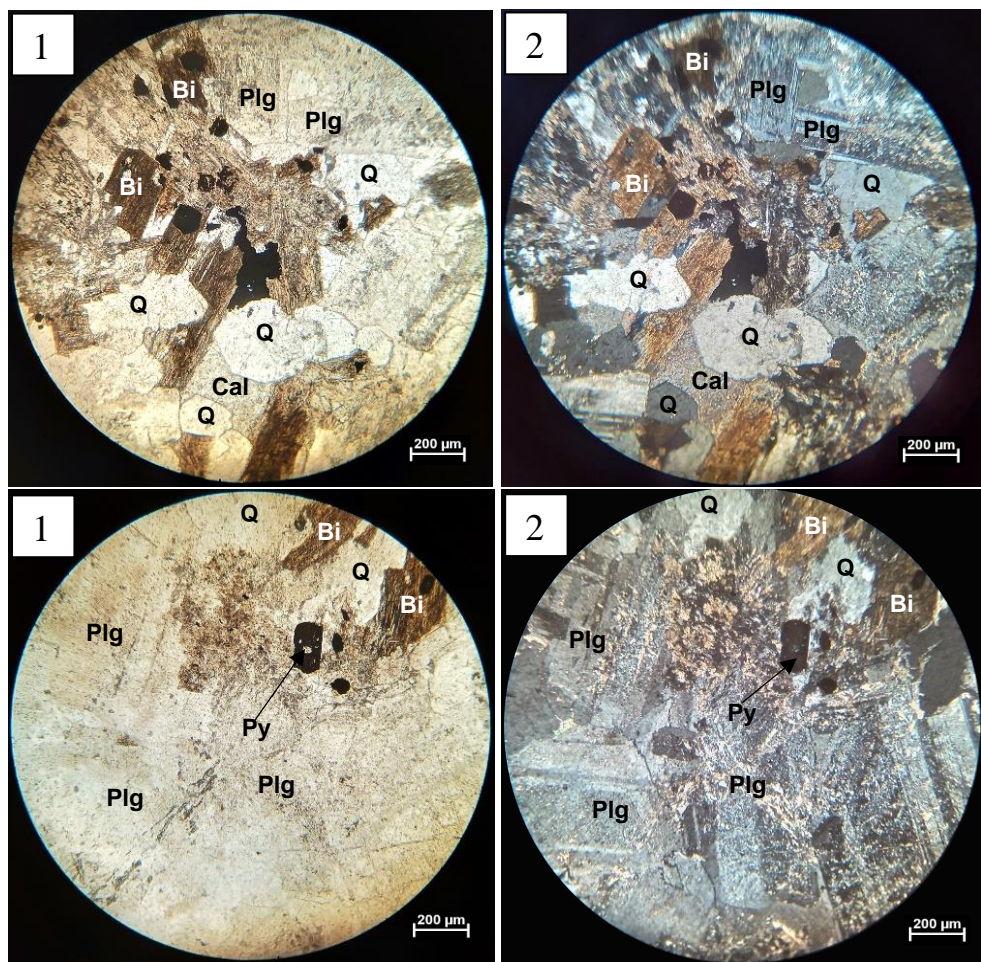
В некоторых породах наблюдается серицитизация полевошпатовых минералов в агломератных породах и в дайках. В интрузиях и дайках наблюдаются процессы альбитизации.

Контактный метаморфизм проявился в довольно сильном ороговикании. Ороговиканные породы прослеживаются по контакту интрузивов в виде непрерывных оторочек, ширина которых колеблется от нескольких метров до нескольких десятков метров. В роговиках иногда наблюдаются процессы диоритизации. Г.Н. Назьмова и Ю.С. Шалаев установили, что ороговикание имеет некоторую зональность, отличающуюся различной степенью и характером процесса. Как правило, вблизи контакта с интрузиями образуются кварц-биотит-плагиоклазовые роговики, которые при удалении от контакта сменяются слабо ороговиканными породами ордовика (песчаниками, алевролитами).

Установлено, что неоднородность литологического состава пород в значительной степени влияет на процесс ороговикания, В полимиктовых песчаниках и граувакках сильнее всего ороговикывается цемент, а крупные частицы пород почти не изменяются. Слабое ороговикание в породах характеризуется, в первую очередь, образованием коричневого биотита, главным образом, в цементе, и, наконец, образованием мелких зерен кварца, плагиоклаза и мелкой сыпи пирита.

Диоритизация проявляется избирательно и с различной интенсивностью. Как правило, наиболее выраженный процесс диоритизации наблюдается в экзоконтакте с интрузией. Мощность измененных пород достигает до 5м. Здесь породы ордовика нацело изменяются с образованием биотита, амфибола, плагиоклаза и кварца. По составу эти породы можно назвать кварц-биотитовыми диоритами (рисунок 2.3.1), так как из темноцветных минералов преобладает биотит. По мере затухания процесса диоритизации появляются реликты первичных пород.





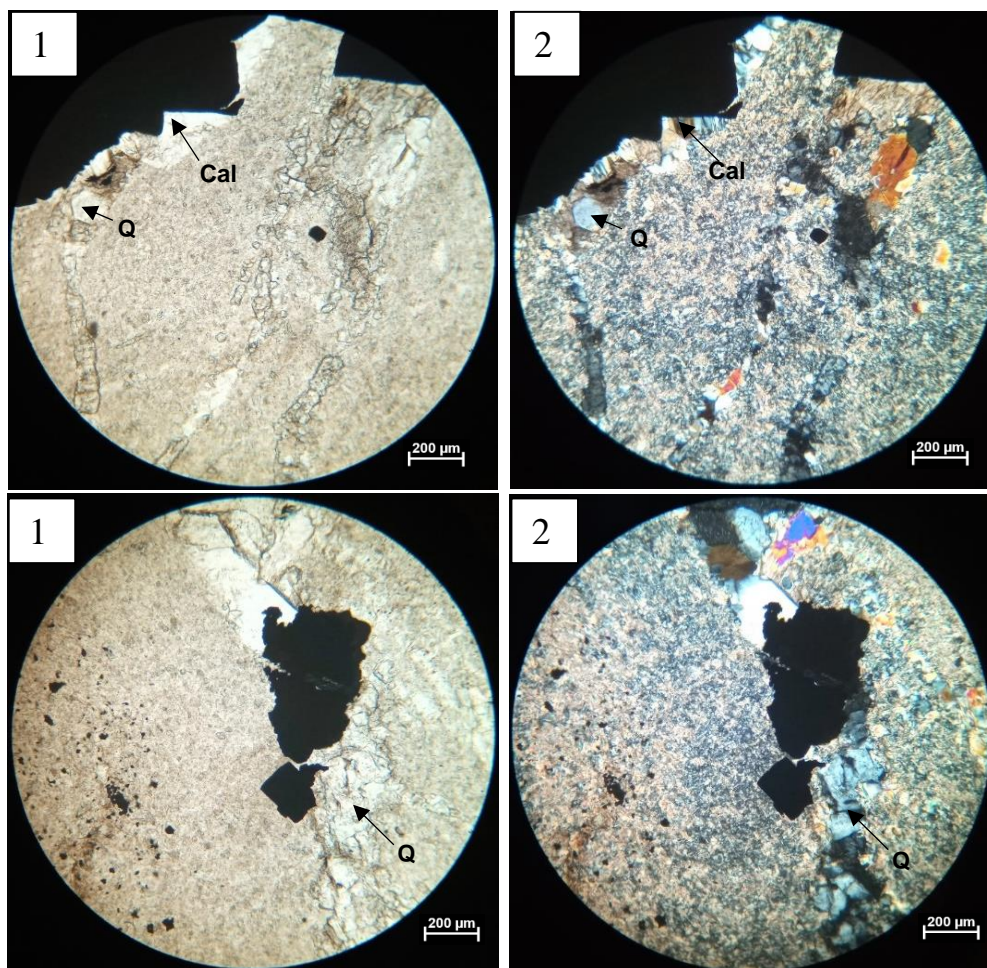
1 – в одном николе; 2 – в скрещенных николях.

Рисунок 2.3.1 – Серицитизированный, окварцованный и карбонатизированный кварц-биотитовый диорит. Рудные минералы представлены пиритом и халькопиритом. Структура гипидиоморфнозернистая. Шлиф 2

Рудоносные зоны месторождения золота сопровождаются гидротермальными изменениями вмещающих пород. Околорудные гидротермально-метасоматические изменения зависят от состава вмещающих пород.

Гидротермальный метаморфизм пород связан с процессами березитизации и собственно рудной стадии. Для ранних метасоматитов характерны процессы серицитизации, альбитизации, хлоритизации и эпидотизации. Со второй стадией метасоматических преобразований связаны окварцевание и карбонатизация (рисунок 2.3.2).





1 – в одном николе; 2 – в скрещенных николях.

Рисунок 2.3.2 - Березитизированный, серицитизированный, карбонатизированный, окварцованный метасоматит. Рудные минералы представлены пиритом, арсенопиритом и халькопиритом. Шлиф 3

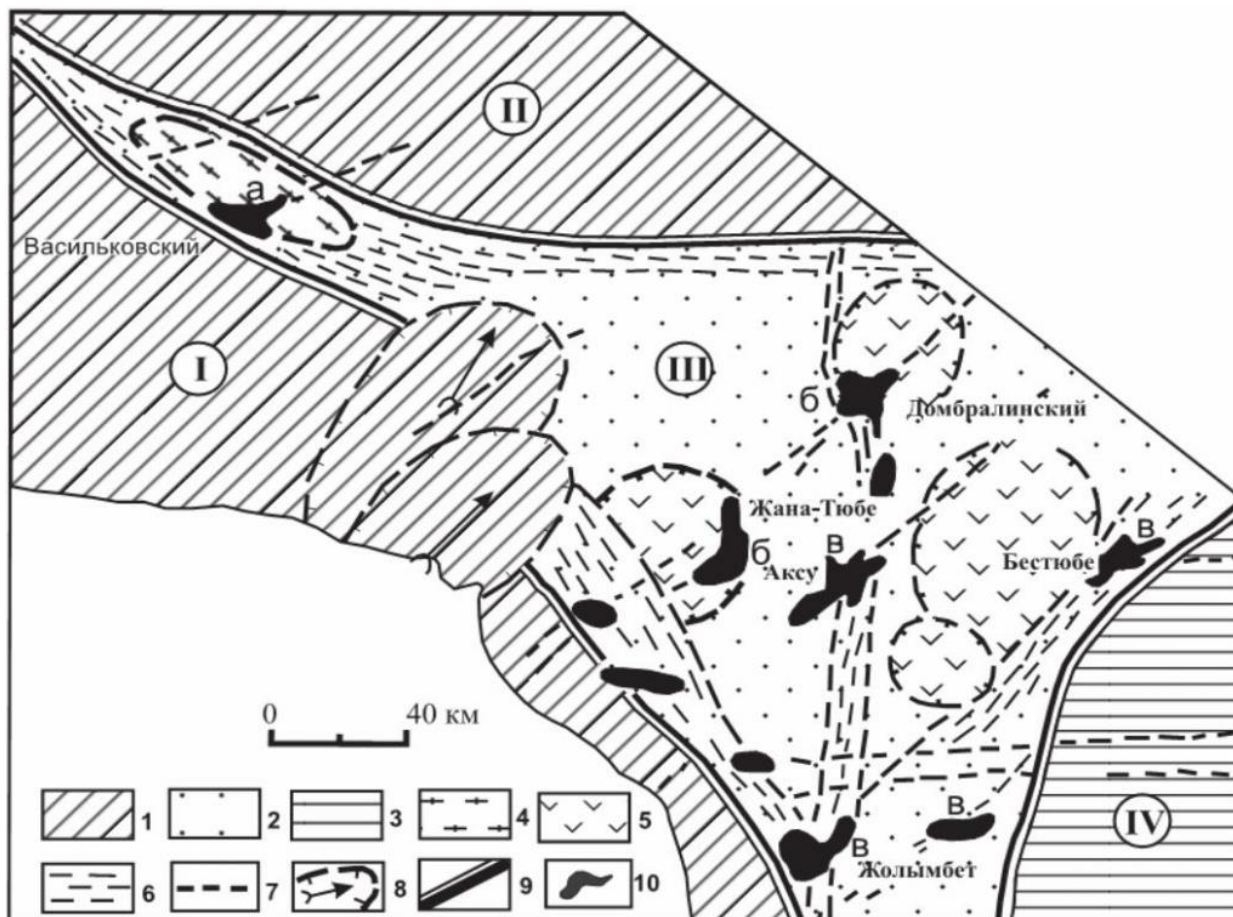
## 2.4 Тектоника

В настоящем разделе сделаны попытки описать геодинамические обстановки Северного Казахстана (рисунок 2.4), формирующиеся в них геологические формации и динамику образования структур, прибегая к представлениям и методике, разработанной Беспаяевым Х.А., Любецким В.Н., Любецкой Л.Д., Ужкеновым Б.С. [8, 9]

На сегодняшний день в Казахстане четка выражена и общепризнана главная закономерность размещения золоторудения – его поясовая зональность, которая особенно хорошо проявляется в линейно вытянутых покровно-складчатых областях. Причины такой закономерности в условиях Казахстана исследованы еще слабо и не находят удовлетворительного объяснения на основе особенностей только геологического и тектонического строения.

Золоторудные пояса известны в древних активизированных

микроконтинентах (Кокшетауский) и их переработанных в островодужную стадию (O<sub>2</sub>-O<sub>3</sub>) краевых частях (Степнякский, Бестобинский), в позднеордовикской островной дуге Чингиз-Тарбагатай, в девонском краевом вулканическом поясе (Шу-Илийский), в Балхаш-Илийском вулканическом поясе (в средне-верхнепалеозойской его части - Таскоринский узел, в позднепермской - Архарлинский); в средне-позднепалеозойских структурах Зайсанской системы (Западно-Калбинский) и Северной Джунгарии.



Условные обозначения: 1 - докембрийские массивы (I - Кокчетавский, II - Шатский); 2 - область каледонской деструкции (III - Степнякский мегасинклиорий); 3 - Ерементау-Чингиз-Тарбагатайский мегантиклинорий (IV); 4 - линейные сводово-глыбовые поднятия; 5 - сложные палеовулканические (ордовикские) сооружения центрального типа; 6 - зоны глубинных разломов длительной активности; 7 - диагональные и поперечные региональные структуры; 8 - чешуйчатые надвиги и вектора их перемещения; 9 - границы структурно-металлогенических зон; 10 - золоторудные поля: а - на сопряжении шовных зон с линейными поднятиями, б - на пересечении глубинных и региональных разломов с палеовулканическими сооружениями, в - на сочленении глубинных разломов различных направлений.

Рисунок 2.4 - Схема тектонической позиции золоторудных полей Северного Казахстана [по Т.М.Жаутикову (Тектонические позиции и структуры золоторудных полей Казахстана. Труды ЦНИГРИ, вып. 184, М., 1984)]

Северо-Казахстанский пояс приурочен к ядерной части докембрийского

Кокшетауского срединного массива и его разрушенной деструкцией и переработанной последующими рифтогенными и островодужными процессами периферии.

Золоторудный пояс Северного Казахстана охватывает ряд разнородных структур, которые сформировались в палеозое в результате деструкции и расчленения некогда единого докембрийского континента на ряд блоков. Геодинамика развития их в палеозое была резко различной. Часть из них, например, Кокшетауский, Шатский, Ишкеольмесский сохранились в виде жестких сиалических микроконтинентов, но испытали многократную тектономагматическую активизацию, часть из них развивались в форме прогибов по рифтогенному типу, затем в островодужном режиме сохранились либо в форме ярко выраженных островных дуг, либо пред- и междугловых прогибов. В современных структурах это каледонский аккреционно-коллизийный пояс, включающий ряд блоков докембрия, разграниченных по периферии раннепалеозойскими прогибами. В докембрии это был единый Сарысу-Кокшетауский микроконтинент - мегаблок прямоугольной формы, выделенный М. А. Абдулкабировой в качестве сводового поднятия с центром в области современной Тенизской впадины. Из этого свода сохранились лишь отдельные выступы, это Кокшетауский, Заградовско-Шатский, Ишкеольмесский, Мамайский, Сарысу-Тенизский, которые были интенсивно переработаны процессами тектономагматической активизации и разграничены раннепалеозойскими прогибами - Восточно-Кокшетауским, Степнякским, Селетинским, Калмаккольским и другими. Деструкция и разрушение сводового поднятия происходили под воздействием внедряющегося мантийного плюма, причем наиболее активно над его апикальной частью, где завершились спредингом и формированием Тенизской глубоководной океанической впадины. По периферии океанического бассейна деструкция проявилась в форме активного рифтогенеза, положившего начало формированию раздвигов, внутриконтинентальных рифтов, надрифтовых прогибов, а позднее - островодужных и аккреционных комплексов.[8]

Большая часть золоторудного пояса представлена ранними каледонидами и лишь на юго-востоке — поздними каледонидами Селетинского прогиба, выполненного в осевой части силурийскими терригенными образованиями.

В пределах Северо-Казахстанского пояса выделены Кокшетауская и Северо-Казахстанская золоторудные провинции с шестью золоторудными зонами: Васильковско-Степнякская, Аксу-Целиноградская, Бестобинская, Матсор-Жаналыкская, Златогорско-Желтауская, Акканбурлук-Жаксы-Жангызтауская.

Северо-Казахстанская золоторудная провинция, сформировалась в островодужный этап развития, который начался в раннем ордовике.

Район отличается широким распространением вулканогенно-терригенных толщ ордовика и частично среднего-верхнего кембрия. Нижнепалеозойские толщи наиболее благоприятны для локализации золото-

сульфидно-кварцевых месторождений степнякской группы. На заключительной стадии района формировались изолированные остаточные прогибы, где в позднем ордовике, и, вероятно, в раннем силуре накапливалась сероцветная морская моласса. Площадь распространения этой формации практически не содержит проявления золота.

Золотое оруденение связано с завершающей фазой островодужного этапа развития и тесно ассоциирует с ордовикскими малыми интрузиями степняковского комплекса.

Месторождения степнякской группы развиты только в Степняк-Бестобинском металлогеническом районе. Они представлены жилами, жильными зонами, сопутствующими им штокверками и зонами прожилково-вкрапленной минерализации.

Рудные поля приурочены преимущественно к узлам пересечения глубинных разломов. Кроме того, проявлен структурно-литологический контроль, выраженный в том, что как интрузивы, так и связанные с ними месторождения, залегают в туфогенно-терригенных отложениях ордовика. На некоторых рудных полях отмечаются резкие флексурообразные («S»-образные, например, в Бестобинском золоторудном районе) изгибы складок. Часть оруденения локализуется в контактах литологически разнородных свит. Для месторождений характерна многостадийность формирования рудных тел в узлах пресечения долгоживущих глубинных разломов (Степняк, Аксу, Бестобе, Жолымбет, Жана-Тобе и др.), с преобладанием кварцево-жильного типа оруденения. Оруденение штокверкового типа распространено значительно слабее, чем кварцево-жильное и развито только в интрузиях степняцкого комплекса.[8]

Бестобинская золоторудная подзона не имеет четко установленных границ и условно подразделяется на две части: одну, совпадающую с Селетинским преддуговым прогибом, другую, гипотетическую, охватывающую фрагменты ордовикского разреза к северу и к югу от Селетинского прогиба, на участках перекрытия ими Бестобинского офиолитового шарьяжного пояса.

### **3 Структурно-морфологические особенности месторождения Бестобе**

#### **3.1 Рудоконтролирующие и рудовмещающие структуры**

Структурная позиция месторождения определяется его приуроченностью к осевой части узкой линейно вытянутой Бестобинской грабен-синклинали северо-восточного простирания, расположенного на территории Селетинского преддугового прогиба (рисунок 3.1.1). Последний находится между Ерментау-Ниязким и Ишкеольмесским выступами. В 2 км северо-западнее и в 8-10 км юго-восточнее месторождения проходят Северо-Бестобинский и Селетинский тектонические разломы. Простираясь параллельно осям ведущих складчатых структур района, они образуют ступенчатый сброс с вертикальным перемещением 1,5 км по Северо-Бестобинскому и 2 км по Селетинскому разломам. Бестобинский и Селетинский разломы являются крупными глубинными разломами (рисунок 3.1.1), простирающиеся в северо-восточном направлении и обычно сопровождающиеся серией оперяющих трещин, которые считаются рудоконтролирующими.[6]

Сами рудоконтролирующие разломы большей частью остаются безрудными, а рудоносные трещины являются ответвлениями от них и расположены между ними. Объясняется это тем, что эшелонированные трещины в процессе рудогенеза были приоткрытыми, в то время как основные рудоконтролирующие зоны (трещины) были закрыты с накрепко притёртыми стенками.

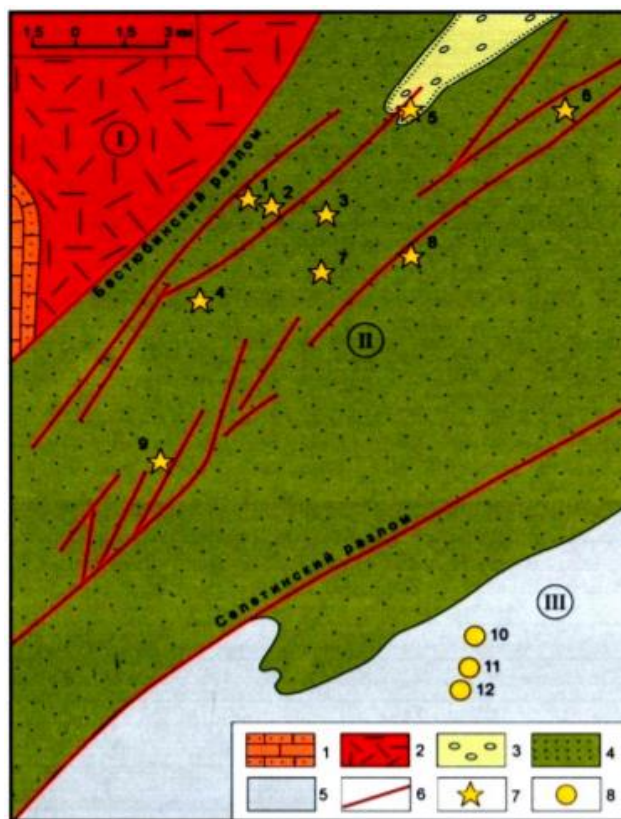
В юго-западной и северо-восточной частях Бестобинской грабен-синклинали слои пород простираются на северо-восток  $5-10^{\circ}$ , в центральной – на северо-восток  $25-40^{\circ}$ , т. е. толщина пород образует ясно выраженный S – образный изгиб (рисунок 3.1.2). Слои и горизонты пород в разных частях месторождения часто характеризуются противоположным падением.

Локализация интрузивных пород и золоторудных кварцевых жил с ореолами березитизации определяется особенностями разрывной тектоники. Как интрузивные, так и гидротермальные образования концентрируются в локальных участках (Западный и Центральный участки) на крыльях грабен-синклинали, характеризующихся развитием долгоживущих нарушений северо-восточного и запад-северо-западного простираний (рисунок 3.1.2). Эти нарушения имеют доинтрузивное заложение, они связаны с планом деформации, обусловившим складчатость, и неоднократно подновлялись в послеинтрузивное время.

Как было выше упомянуто, на месторождении главной системой структур, с которыми тесно связано золото, являются сколовые разрывы северо-восточного ( $65^{\circ}$ ) простирания, которые представляют протяженные по простиранию и падению (более 1200 м) сколовые трещины со встречным к напластованию падением и представленные зонами перемятых и



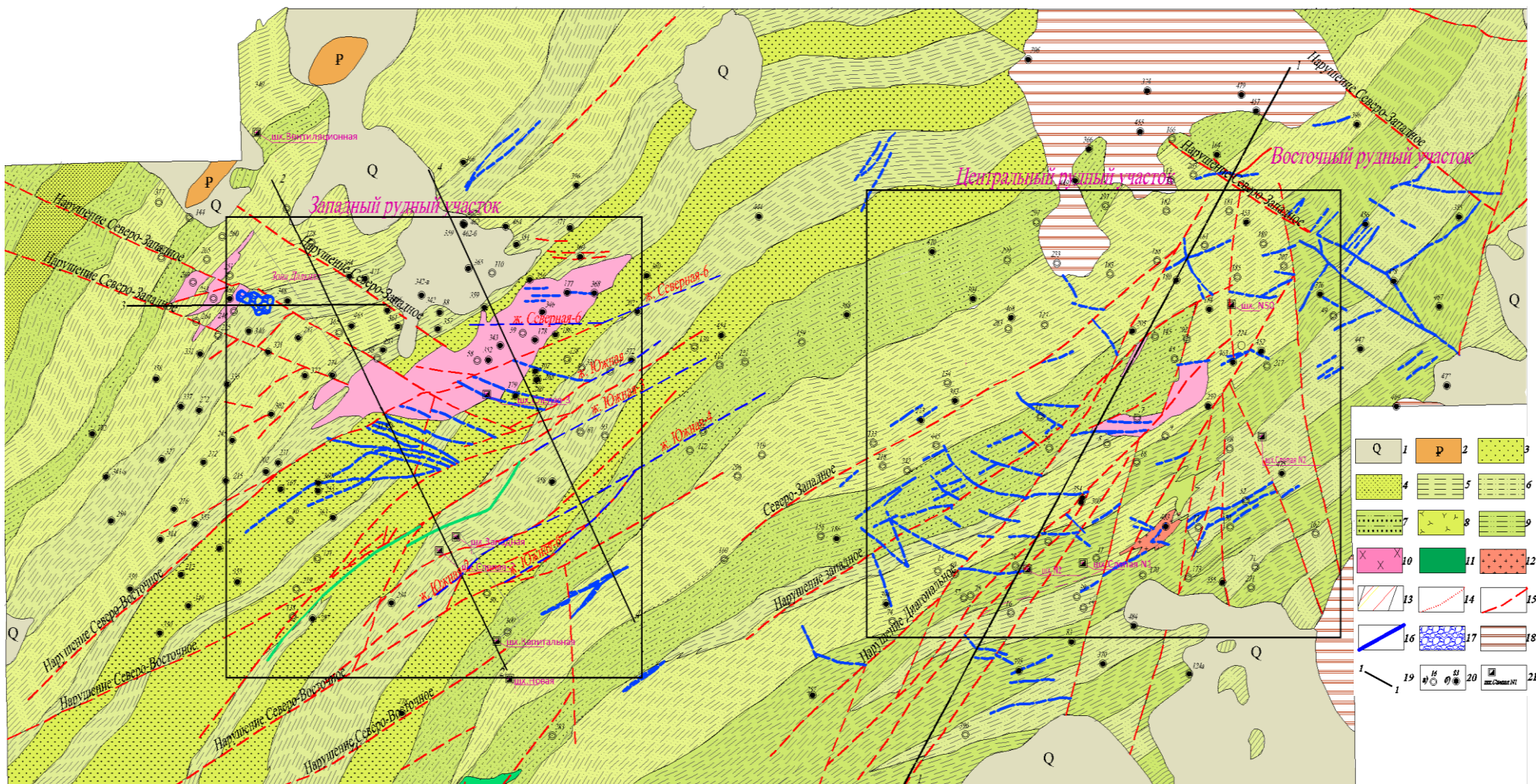
рассланцованных пород.



Условные обозначения: 1-карбонатно-терригенный комплекс (ДЗ-С1); 2-континентальный вулканоплутонический комплекс Д1-2); 3-глубообломочный терригенный комплекс (Оз); 4- флишоидно-терригенный комплекс (О2); 5-островодужный базальтоидный комплекс (С 1-3); 6- разломы; 7-месторождения (1-3-Бестобе с участками: 1-«Зона Дальняя», 2-Западный,3- Центральный) и рудопроявления (4-9) золота; 8-рудопроявления колчеданно-полиметаллические золотосодержащие. Структурные элементы: I-наложенные впадины, II-Селетинский прогиб, III-Ерейментауский антиклинорий.

Рисунок 3.1.1 – Геолого-структурная карта района месторождения Бестобе (Умарбекова З.Т., 2020г., [12, с.136])

Система этих разрывов, развитых в осевой части синклинали, рассекает месторождение на два блока: северо-западный и юго-восточный (рисунок 3.1.2). В послеинтрузивный период по северо-восточным нарушениям происходили сдвиго-взбросовые перемещения с амплитудами от нескольких метров до десятков метров, сопровождавшиеся развитием оперяющих менее протяженных трещин северо-восточного и запад-северо-западного простираний. Наиболее яркими представителями северо-восточных нарушений на Западном участке являются жильные трещины Южная-4 и Северная-6, на Центральном участке-Западное, Диагональное и Восточное нарушения (рисунок 3.1.2). Нарушения других направлений носят характер сопряжённых структур и располагаются на месторождении неравномерно, создавая блоковое строение.



Условные обозначения: 1 – Современные отложения: супеси, сугленки, глины и глинистые образования, 2 – Отложения палеогена: галечники, пески, сцементированные глины, 3 – Конгломераты и грубозернистые песчаники с прослоями алевролитов и аргиллитов,



4 – Среднезернистые и мелкозернистые песчаники с прослоями алевролитов и аргиллитов, 5 – Аргиллиты (глинистые сланцы), с прослоями песчаников, алевролитов, 6 – Алевролиты и тонкозернистые песчаники, 7 – Переслаивание среднезернистых мелкозернистых осадков, 8 – Порфириты и их туфы, 9 – Переслаивание среднезернистых и глинисто-пелитовых осадков, 10 – Кварцевые диориты, монце-габбро-нориты, 11 – Габбро-диабазы, 12 – Плагиогранит-порфиры, 13 – Яшмы, яшмовидные кремнистые породы, 14 – Граница зоны метаморфизованных пород, 15 – Тектонические нарушения, 16 – Рудные тела (кварцевые жилы), 17 – Золотоносные брекчии, 18 – Хвосты обогатительной фабрики, 19 – Линии геологических разрезов участков: Западный, Центральный и Дальний (рисунки 3.4.1, 3.4.2 стр. 41, 42), 20 – Геологические скважины и их номера, 21 – Действующие шахты.

Рисунок 3.1.2 – Геологическая карта месторождения Бестобе  
(Составлена Гафкеновым Г.А., ТОО «Горметпроект», 2010г.)

Северо-восточные разломы (Западный, Диагональный, Восточный и другие) являются ведущими на Центральном участке и образуют систему сближенных швов с азимутом простирания  $65-70^{\circ}$ , ширина распространения северо-восточных швов – 400-450м. Система северо-восточных разломов контролирует на участке размещение золоторудной минерализации, как золотоносных минерализованных зон, так и кварцевых жил. В то же время пространственная ориентировка золотоносных минерализованных зон и кварцевых жил с золотом различна.

Минерализованные зоны характеризуются северо-восточной и северо-западной ориентировкой, повторяющей ориентировку рудоконтролирующих разломов (рисунок 3.1.2). Кварцевые жилы секут минерализованные зоны. Ориентировка жил меняется от восточно-северо-восточного направления до широтного и северо-западного, образуя дугу, выпуклой стороной направленную на юго-запад. При этом золоторудные кварцевые жилы, как и минерализованные зоны, сосредоточены в области развития Северо-восточных разломов и практически не выходят за их пределы.

Крупные доинтрузивные нарушения запад-северо-западного простирания (поперечные простиранию складчатости) распространены на месторождении менее широко, но имеют существенное значение. Общее для Северного и Восточного участков протяженное Северо-западное нарушение приурочено к флексуобразному изгибу пластов и представляет мощную (до 10м) зону дробления со взбросо-сдвиговым характером смещения значительной амплитуды (до 250м в плане).

Из выше, изложенного, можно сделать небольшой вывод, что рудоконтролирующими структурами на месторождении являются нарушения, рассекающие Бестобинский грабен-синклиналь на тектонические блоки. Относительно локальные разрывные нарушения и трещины, являющиеся опирающими, апофизами и мелкими разрывами, служат рудовмещающими структурами и определяют структурно-морфологические особенности месторождения и рудных тел.



### 3.2 Типы руд месторождения Бестобе

Золоторудное месторождение Бестобе относится к эндогенной формации, образовавшейся в завершающей фазе островодужного этапа развития и тесно ассоциирует с ордовикскими малыми интрузиями степняковского комплекса. Эта золоторудная формация характеризуется умеренно сульфидными рудами. Тип руд, зависящий от регионально-химических особенностей формирования региона, представлен золотополиметаллической ассоциацией, в которой мышьяк является характерным элементом ранних стадий рудообразования. Наиболее поздние стадии представлены пиритом, блеклыми рудами и золотом, выделившимся совместно или раздельно, накладываясь друг на друга.

По установленной морфогенетической классификации руды Бестобинского месторождения относились к типу тонких кварцево-золотосодержащих жильных формирований, отложившихся в поясе развития малых интрузий и даек на глубинах, не превышающих 1,5-2,0 км. Однако, более тщательное изучение процессов рудообразования на месторождении позволило несколько расширить представления о формировании его. Выявились руды, представленные золотосодержащими плагиогранитами, брекчиевые руды, характерные для взрывчатых сооружений (участок «Дальний»).[7]

Геологоразведочными работами была установлена рассеянная пирит-арсенопиритовая минерализация среди плагиогранитов, приуроченная к тонким кварцево-сульфидным прожилкам. Здесь рудное тело представлено штокверкообразной залежью с сильно развитым кливажом и сульфидной минерализацией. Содержание золота бедное (3,12 г/т). Золото связано с пирит-арсенопиритовой минеральной ассоциацией без наложения последующих стадий сульфидно-золотой минерализации. Среди плагиогранитов третьей интрузивной фазы внедрения установлено рудное тело трубообразной формы, сложенное брекчией. Материал брекчии представлен комплексом пород, окружающих интрузивное тело, т.е. брекчии, состоящей из кусков габбро-диоритов, плагиогранитов, песчаников, сланцев и гравелитов.

### 3.3 Кварцевые жилы и некоторые закономерности их размещения на рудном поле месторождения Бестобе

На рудном поле Бестобинского золоторудного месторождения известны 4 участка, где установлено наличие кварцевых жил – это Западный, Центральный, Восточный и Северный. [3]

Помимо кварцевых жил в 1973г была выявлена, а в дальнейшем разведана и частично отработана зона «Дальняя», которая представляет собой иной морфологический тип – зона брекчированных пород с интенсивной гидротермальной переработкой всего материала брекчий, с наложенной сульфидной и золотой минерализацией.

Промышленное же развитие жилы получили на современном срезе только на первых трех участках – Западном, Центральном, Восточном.

В настоящее время промышленное содержание золота имеют Участки Западный, Центральный и зона брекчиевых руд «Дальняя» (рисунки 3.1.2, 3.3).[4]

Кварцевые жилы, выявленные в пределах Северного участка, находящегося примерно в 1,5 км к северу от Центрального, почти все имеют бедное содержание золота и не представляют промышленного интереса.

Большинство кварцевых жил на месторождении формируются в толще ордовикских пород в непосредственной близости к интрузиям или дайкам плагиогранитов и гранит-порфиров.

На Западном участке основная часть кварцевых жил простираются в юго-западном направлении, а небольшая часть (около 30-32 %) – в широтном или близко к широтному. Вообще говоря, расположение кварцевых жил, развитых на этом участке, как бы имеют форму наподобие штокверка, который представлен интрузией габбро и кварцевых диоритов, залегающих в этом районе, пронизанного сетью прожилков и кварцевых жил. Если посмотреть на геологическую карту района месторождения (рисунок 3.1.2), то отчетливо видна серия кварцевых жил, залегающих почти параллельно интрузии и толще пород ордовика, падающих навстречу им под углом 60-70° и серия кварцевых жил широтного простирания, расположенных вблизи южной границы интрузии. Расположены они по отношению к жилам 1-й системы диагонально и являются как бы их соединяющими. Углы встречи их с жилами 1-й системы обычно равны 35-40° и 100-120°.

Особенно большая насыщенность кварцевыми жилами этой системы наблюдается между основными, мощными тектоническими зонами, в которых образовались жилы Южная № 4 и Северная № 6. За этими зонами жилы второй системы проявлены слабо. Кварц в них встречается только тогда, они пересекают какие-либо нарушения северо-восточного простирания.

Установлено, что на данном участке часть продуктивных кварцевых жил, как того, так и другого направлений, располагаются около интрузии. Чем дальше жилы удаляются от интрузии, они сменяются на почти безрудные трещины. Рудные швы становятся бескварцевыми и представляют собой тектонические зоны с перетертым материалом вмещающих пород и значительным количеством прожилков кальцита. Создается впечатление, что распространение промышленных участков в жилах генетически тесно связано с деформациями прединтрузивного периода и с динамизмом становления самой интрузии гранитоидов.

На геологическом разрезе через Западный рудный участок отчетливо вырисовывается крупная синклиальная складка, осложненная тектоническими трещинами, секущими ее крылья в крест их падения (рисунок 4, б). По Г.Н.Шавкину получается, как бы классическая схема расположения трещиноватости по законам эллипсоида деформации. По всей вероятности, породы ордовика, испытывая тангенциальное давление, имея в западном

направлении контрфорс, сжимались и в наиболее упругих частях площади образовывали изоклинальные складки и многочисленные трещины сколового и разрывного характера. Таким образом, каркас трещиноватости, наблюдаемый сегодня на месторождении, был заложен в стадию пликативных дислокаций толщ ордовика. Надо полагать, что немаловажную роль в образовании этого каркаса и, в первую очередь, мощных тектонических зон, фиксируемых на самом рудном поле месторождения, по-видимому, сыграл глубинный Кыргызтасский разлом, находящийся в 3,5-4,0 км к северу от месторождения.

Процесс становления интрузий подновлял ранее заложенный структурный каркас. Такой же процесс подновления трещин создавал предпосылки для выполнения их кварцем, сульфидами и золотом.

Длины кварцевых жил различны. Жилы, залегающие параллельно интрузии и падающие в северо-западном направлении, имеют длину от 300-400м до 700-900м (жилы Южная № 4, Северная № 6 и другие), а жилы широтного простирания обычно имеют длину 250-300м.

Основными жилами, выполняющими систему тектонических нарушений северо-восточного простирания, являются жилы: Южная № 4, Южная, Южная № 1, Северная № 6, находящиеся друг от друга на расстоянии 120-140м (рисунки 3.1.2, 3.4.2). Эту же систему нарушений выполняют и другие более мелкие жилы: Южная № 5, Южная № 3 лежачего и висячего бока, апофиз жилы Новой, № 4, № 4 в/б, № 79, Шахтерская и другие, залегающие примерно на половине расстояния между основными жилами. К жилам, имеющим широтное простирание и залегающим почти параллельно южному контакту интрузии, относятся жилы: Секущая, Новая, Широтная, № 4, Северная № 2 и другие.

Особо следует остановиться на жилах, залегающих в вершинах углов двух взаимно пересекающихся тектонических нарушений или в сопряжении жил, выполняющих эти направления. Наиболее насыщенными жилами являются участки рудного поля в районе сопряжения жилы Секущей с жилами Северной № 6 и Южной. В первом случае они залегают в вершине острого угла, а во втором - в вершине тупого угла. К жилам, выполняющим эту систему нарушений, принадлежат все апофизы жил Секущей и Промежуточной. Длина жил колеблется от нескольких десятков до 150-200м. По своей природе они относятся к жилам, выполняющим разрывные тектонические трещины, а по форме залегания напоминают дугообразные жилы, ограниченные с одной стороны жилой Секущей, а с другой – Северной № 6 и Южной. Падение этих жил различно. У жил, залегающих в вершине острого угла, образованного плоскостями жил Секущей и Северной № 6, падение северо-северо-восточное, а у жил, залегающих в вершине тупого угла, образованного жилами Секущей и Южной, - северо-северо-западное.

На Центральном участке такая же схема трещиноватости использовалась как для формирования небольших интрузий и многочисленных даек различного состава, так и в стадию гидротермального

процесса при формировании кварцевых жил. Однако, несмотря на общность схемы трещиноватости, структурная обстановка на Центральном рудном участке в значительной степени отличается от обстановки на Западном участке. Как отмечалось выше, здесь мы имеем мелкие интрузии кварцевых диоритов и многочисленные, небольших размеров, дайки плагиогранитов и гранит-порфиров. По-видимому, наличие этих образований на площади рудного поля Центрального участка оказало существенное влияние на образование многочисленных мелких тектонических трещин, расположенных эшелонировано близ более мощных сместителей. К числу таких мощных тектонических дизъюнктивов относятся нарушения: Диагональное, Восточное, I и II Западные, залегающие почти параллельно друг другу на расстоянии примерно 120м (рисунок 3.1.2).

Основная масса кварцевых жил на Центральном участке выполняет тектонические трещины субширотного простирания, падающие на юго-запад и северо-северо-восток под углами от 40 до 55° (рисунок 3.1.2). Первые из них обычно развиты в центральной части участка, а вторые – в юго-западной и северо-восточной частях. К числу таких кварцевых жил, падающих в юго-западном направлении, относятся жилы: скважины № 182, Июньская, № 13, Октябрьская, №№ 26, 26<sup>1</sup>, 26<sup>11</sup>, Новая, № 11, № 4, № 14 и другие, большинство из которых ограничивается на западном фланге II-м Западным нарушением, а на восточном – Диагональным и в редких случаях – Восточным нарушением. Длина жил этой системы колеблется от 50-70м до 300-350м. Залегают они почти параллельно друг другу на расстоянии (в плане) 80-90м. К жилам субширотного направления, но падающим на север-северо-восток, в южной части рудного поля принадлежит жила Диагональная, а в северной – жилы № 24, № 22 и жила № 12, которые как бы ограничивают развитие рудных тел на Восточном участке. Длина их примерно такая же. Как и у жил, имеющих юго-западное падение.[4]

Если посмотреть на поперечный разрез (рисунок 3.4.1, а), то по ним отчетливо видно, что основные жилы юго-западного падения как бы являются лестничными жилами, ограниченными справа и слева нарушениями северо-восточного падения. При этом характерно, что они по отношению к их ограничивающим жилам располагаются почти строго перпендикулярно. Значительную роль в пространственном размещении рудных жил в пределах Центрального участка, на наш взгляд, сыграли зоны меридиональных тектонических нарушений, они как бы рассекают его на западную и восточную части (рисунок 3.1.2). По своему характеру они резко отличаются от других мощных тектонических зон, проявленных на рудном поле, и представляют собой серию хорошо разработанных тектонических трещин, имеющих крутые (почти вертикальные) углы падения. Рассматривая характер размещения кварцевых жил вблизи этой зоны, устанавливается что все они, как и жилы № 9, Меридиональная, Мартовская и другие, залегают в вершинах острых и тупых углов, образованных тектоническими зонами юго-восточного падения (I и II Западные, Диагональное и Восточное нарушения) и описанной выше

меридиональной зоной. Это, по-видимому, в какой-то степени может объяснить причину появления в этом районе, почти на всех вскрытых горизонтах участка, жил, имеющих различные элементы залегания.

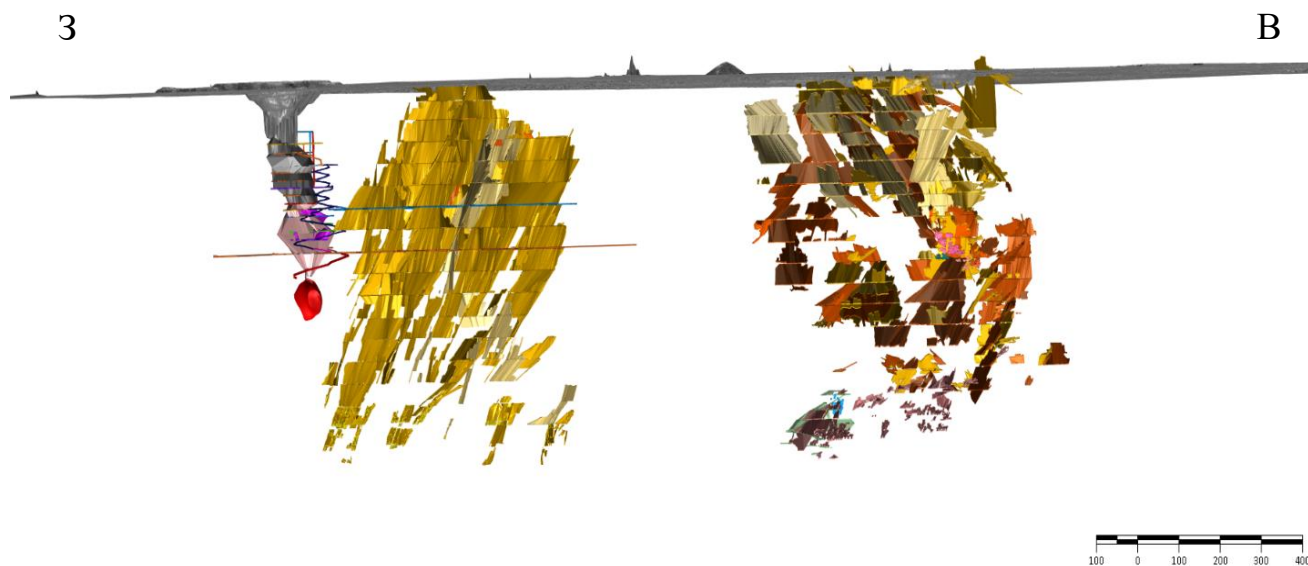


Рисунок 3.3 - 3D каркасная модель рудных тел месторождения Бестобе (слева направо, участки: Дальняя, Западная и Центральная, масштабная линейка указана в м)

\*Каркас был построен ресурсными геологами рудника «Бестобе», 2020г.

На Восточном рудном участке кварцевые жилы выполняют три системы тектонических нарушений:

- нарушения северо-западного простирания с падением на северо-северо-восток под углами 45-55°;
- нарушения северо-восточного простирания с падением на юго-восток под углами 35-42°;
- нарушения юго-западного простирания, падающие на северо-запад под углами 40-45°.

К рудным телам, выполняющим первую систему нарушений, относятся жилы: № 12, апофиз жилы № 12, жила № 22 и ее апофиз, жила № 24. К жилам, образовавшимся в трещинах северо-восточного простирания, принадлежит жила Монгольская, а к жилам, залегающим в трещинах третьей системы – жила Восточная.

В плане кварцевые жилы в пределах этого участка образуют как бы стороны четырехгранной пирамиды, вершина которой находится примерно на горизонте 100-130 м.

На Северном рудном участке горными выработками легкого типа и редкими буровыми скважинами выявлено 10 кварцевых жил, часть из которых в течение 1948-1950 гг. была разведана до глубины 40-75м. Залегают они в трех районах участка. Простирание жил северо-восточное и меридиональное (жила «Продснабовская»), углы падения от 40 до 60°. Длина жил сравнительно небольшая, не превышающая 200-250м (жила Сурьямая). Содержание золота

в жилах бедное, не выше 0,7 г/т. Единственной жилой, где было установлено повышенное содержание золота, является жила «Рудоуправленческая».

Из всего выше, изложенного, можно сделать следующий вывод:

На рудном поле Бестобинского золоторудного месторождения, как уже было упомянуто, известны 4 участка, где установлено наличие кварцевых жил – это Западный, Центральный, Восточный и Северный.

В настоящее время промышленное содержание золота имеют участки Западный, Центральный и зона брекчиевых руд «Дальняя» (рисунок 3.1.2).

Визуализация 3D каркасов рудных тел отчетливо демонстрируют, а также подтверждают ранее установленные следующие закономерности пространственного размещения кварцевых жил на рудном поле (рисунок 3.3):

- На Западном рудном участке основная масса кварцевых жил имеет юго-западное простирание, а небольшая часть (30-32 %) – широтное или близкое к широтному. Расположение рудных тел, развитых на этом участке, приближенно имеет форму штокверка.

- Основная же масса кварцевых жил на Центральном участке выполняет тектонические трещины субширотного простирания, которые падают на юго-запад и северо-северо-восток под различными углами (40-55°). Жилы юго-западного падения развиты в центральной части, а жилы северо-северо-восточного падения в северо-восточной и юго-западной частях участка. Основные жилы юго-западного падения как бы являются лестничными жилами, ограниченными справа и слева нарушениями северо-восточного падения.

Зона «Дальняя» представляет собой трубообразное тело, сложенное брекчией среди плагиогранитов почти вертикального падения. Рудное тело расположено в северо-западной части Западного участка.

### **3.4 Морфология кварцевых жил**

Морфология кварцевых жил в большинстве случаев сложное и обусловлено тектонической структурой рудного поля, литологическим составом вмещающих пород и характером тектонических трещин, в которых они сформировались. Обычно очень сложные формы имеют рудные тела в местах, где деформирующие усилия достигли своего максимума.[5]

Наиболее простое строение жил наблюдается у рудных тел, выполняющих тектонические нарушения юго-западного и юго-юго-западного простираний, падающих на северо-запад. Более сложное строение бывает у жил, сформированных в нарушениях широтного и субширотного направлений и очень сложное у жил, выполняющих дугообразные сопряжения тектонических трещин в вершинах углов двух тектонических направлений (рисунок 3.1.2).

Как отмечалось выше, жилы, выполняющие тектонические нарушения юго-западного или близкого к ним направлений, развиты только в районе рудного поля Западного участка. Все перечисленные выше жилы, в основном,

развиваются в песчано-алевролитовых отложениях нижнего-среднего и среднего ордовика, пересекая в некоторых случаях интрузив кварцевых диоритов. Простираение их в центральной и восточной частях юго-западное, а в юго-западной – юго-юго-западное. Располагаются они относительно закономерно на расстоянии примерно 50-65м друг от друга. Наиболее крупные из них (Южная № 4, Южная № 1, Северная № 6 (рисунок 3.4.2)) удалены одна от другой на расстоянии 110-130м. Углы падения жил крутые от 55° до 75-80° на северо-запад. Средний угол падения равен 60°. Длина жил непостоянная и колеблется от нескольких десятков метров (жила № 79) до 800-900м (жила Южная № 4). По простиранию и падению жилы имеют выдержанное залегание: прямолинейное, хотя в отдельных участках и наблюдаются повороты и изгибы, обусловленные пересечением жильной трещины какими-либо тектоническими нарушениями, преимущественно широтного простирания. Такие явления отмечаются по жилам Южной № 4, Южной № 3 л/б, Южной № 1, в местах подхода к ним жил Секущей, Широтной № 4, Спутник и др. Представлены жилы этого направления мощными, интенсивно рассланцованными, местами хорошо минерализованными зонами, кварц в которых встречается не повсеместно, а в виде гнезд, линз, небольших челноков или многочисленных тонких прожилков, ориентированных почти параллельно жиле. Монолитным кварцем (на значительных интервалах) жильные трещины бывают выполнены редко и то только в их центральных частях. На флангах количество кварца постепенно уменьшается: взамен ему появляется кальцит, и трещина практически становится безрудной. Содержание золота в таких участках бывает забалансовое, или ниже 0,7 г/т, т.е. ниже бортового, установленного для забалансовых запасов. Мощность рудных тел непостоянная и колеблется от пережимов до раздувов в 2,5-3,0м. такие раздувы часто можно наблюдать в местах пересечения жил тектоническими нарушениями или в местах сопряжения их с жилами широтного простирания. В таких участках жилы обычно имеют неправильные формы и брекчированную текстуру кварца, нарушение сплошности, перемещение с различными амплитудами по тектоническим трещинам и большое количество апофиз висячего и лежащего бока, иногда имеющих содержание золота. По падению морфологическая характеристика жил этой системы примерно такая же, как и по простиранию. Анализ подсечений их буровыми скважинами ниже горизонтов горных работ показал, что с глубиной они выглядят примерно так же, как и на уже вскрытых горизонтах.[6]

Строение жил, выполняющих тектонические нарушения широтного простирания и падающих на север-северо-восток (Западный участок), несколько отличается от жил первой системы (рисунок 3.4.1, б). На Западном рудном участке к жилам этой системы относятся: жилы Широтная №№ 1, 2, 3, Северная № 2, Секущая, Новая, Широтная № 4 и № 4', № 76, апофиз № 1 жилы Южной № 1 и другие. Падают они на север-северо-восток под углами 55-65°. Длина их соответствует длине тектонических трещин, которые они выполняют, и не превышает 340-360м. Большинство жил этой системы на

верхних горизонтах участка залегает в интрузиве и лишь одна жила Новая входит в него только на горизонте 208-2015м. На западном фланге почти все жилы этой системы ограничиваются жилой Северной № 6, встречный угол с которой равен 35-38°, а на восточном – часть их выклинивается при выходе жильной трещины из интрузии в песчано-алевролитовую толщу, а остальные ограничиваются жилами Южная № 3 и Южная № 4. Ни одна жила не выходит за жилу Южную № 4, и последняя является для них как бы экраном. Наиболее крупной жилой этой системы является жила Секущая, а наиболее богатой золотом – жила Новая, залегающая в 84м к югу от жилы Секущей. Жилы, как правило, представлены монолитным кварцем, за исключением жилы № 76 и Широтной № 1, которые морфологически идентичны жилам первой системы. По простиранию и падению они сравнительно выдержанные, но очень часто, особенно при подходе к жиле Северной № 6, бывают осложнены тектоническими нарушениями северо-западного и юго-восточного падений. Особенно наглядно это видно при подходе жилы Секущей к жиле Северной № 6 на горизонте 250 м. Здесь перед жилой Северной № 6 жила Секущая осложнена серией параллельно залегающих тектонических нарушений юго-восточного падения, по которым она смещается в лежачий бок с амплитудами от 1,0 до 8,0м. В большинстве же случаев амплитуды перемещения жил по этим нарушениям не превышают 3-4м. Мощности жил изменяются от 0,05м до 2,0м. Наиболее выдержанными жилами по мощности являются жилы Новая и Северная № 2. Мощность их по всей длине близка к средней 0,25-0,30м (рисунок 3.4.2).

Примерно такую же морфологическую характеристику имеют и жилы широтного простирания, но падающие на юго-запад, которые встречаются только в пределах Центрального рудного участка. Особенно сложное строение этих жил наблюдается при подходе их к Диагональному и 1-му Западному нарушениям. В таких местах они резко увеличиваются в мощности, имеют значительное количество небольших, но богатых золотом апофиз, необычные причудливые формы и часто как бы вливаются в эти нарушения, образуя при этом «рудные шлейфы». Довольно сложное строение жил этой системы бывает и в районах пересечения ими даек гранит-порфиров. Как правило, мощность рудных тел в таких участках резко уменьшается, разработка трещин становится слабой и появляется большое количество тонких кварцевых прожилков, просекающих гранит-порфиры в различных направлениях.

Жила в этом районе представлена не монолитной кварцевой жилой, а мощной (до 10-12м) зоной, просеченной множеством кварцевых прожилков различной мощности, границами которой являются: на западе – собственно жила скважины № 182, на востоке – 1-е Западное нарушение, а по восстанию – ядро складки. Если на этот участок посмотреть в разрезе (рисунок 3.4.1, а), то получается, как будто здесь мы имеем дело с седловидными жилами, залегающими в ядре этой небольшой антиклинальной структуры.



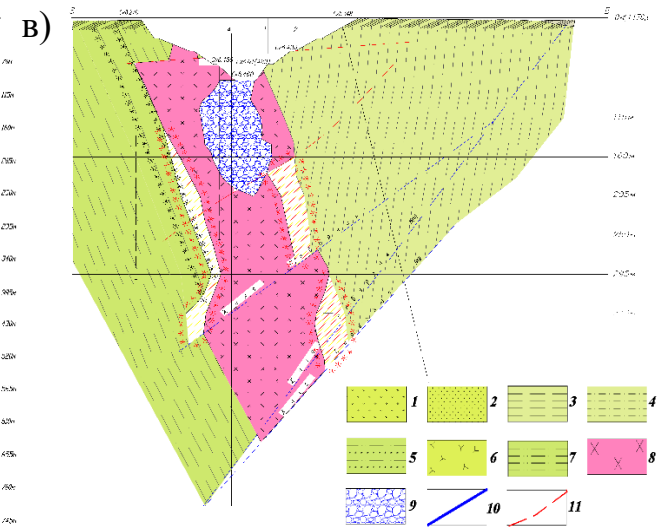
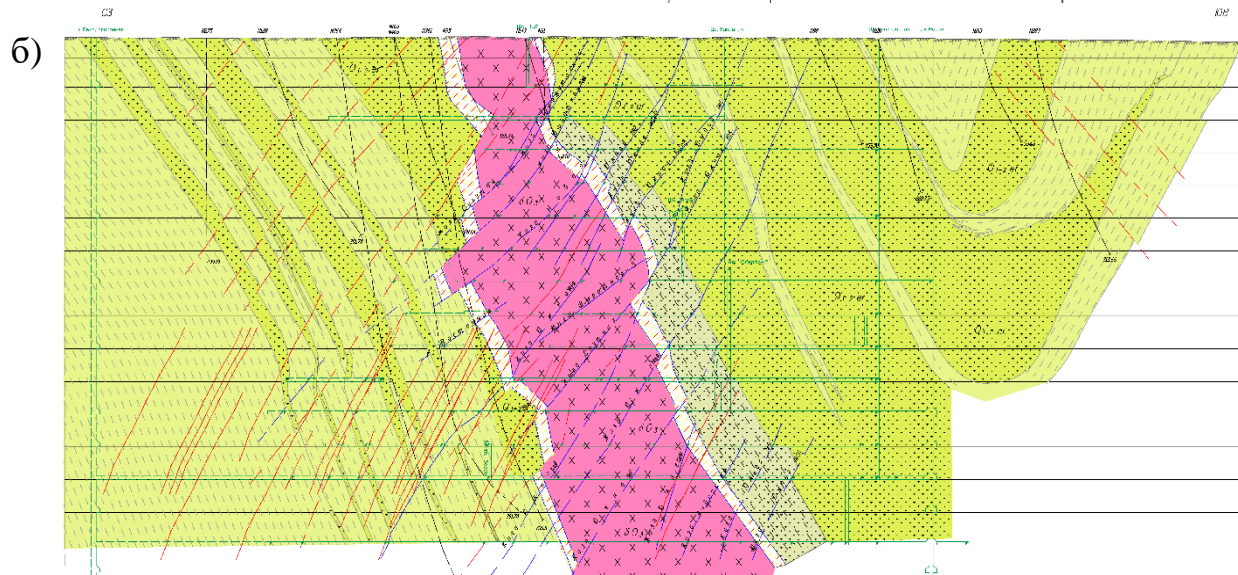
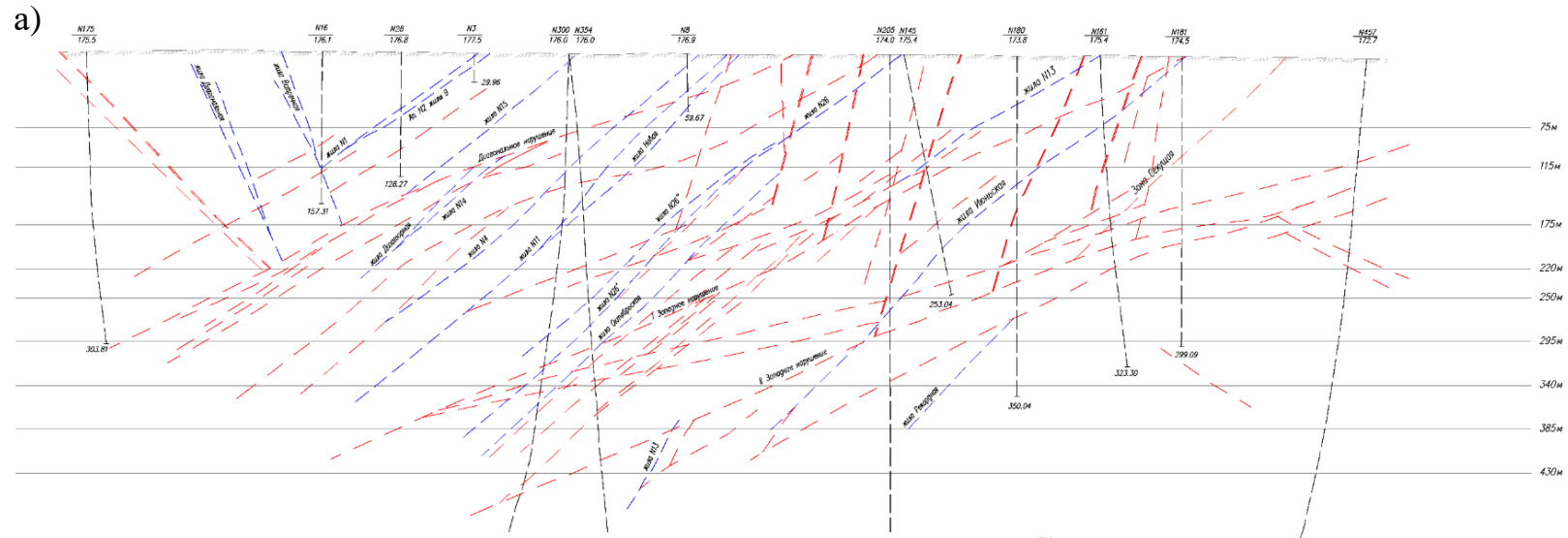
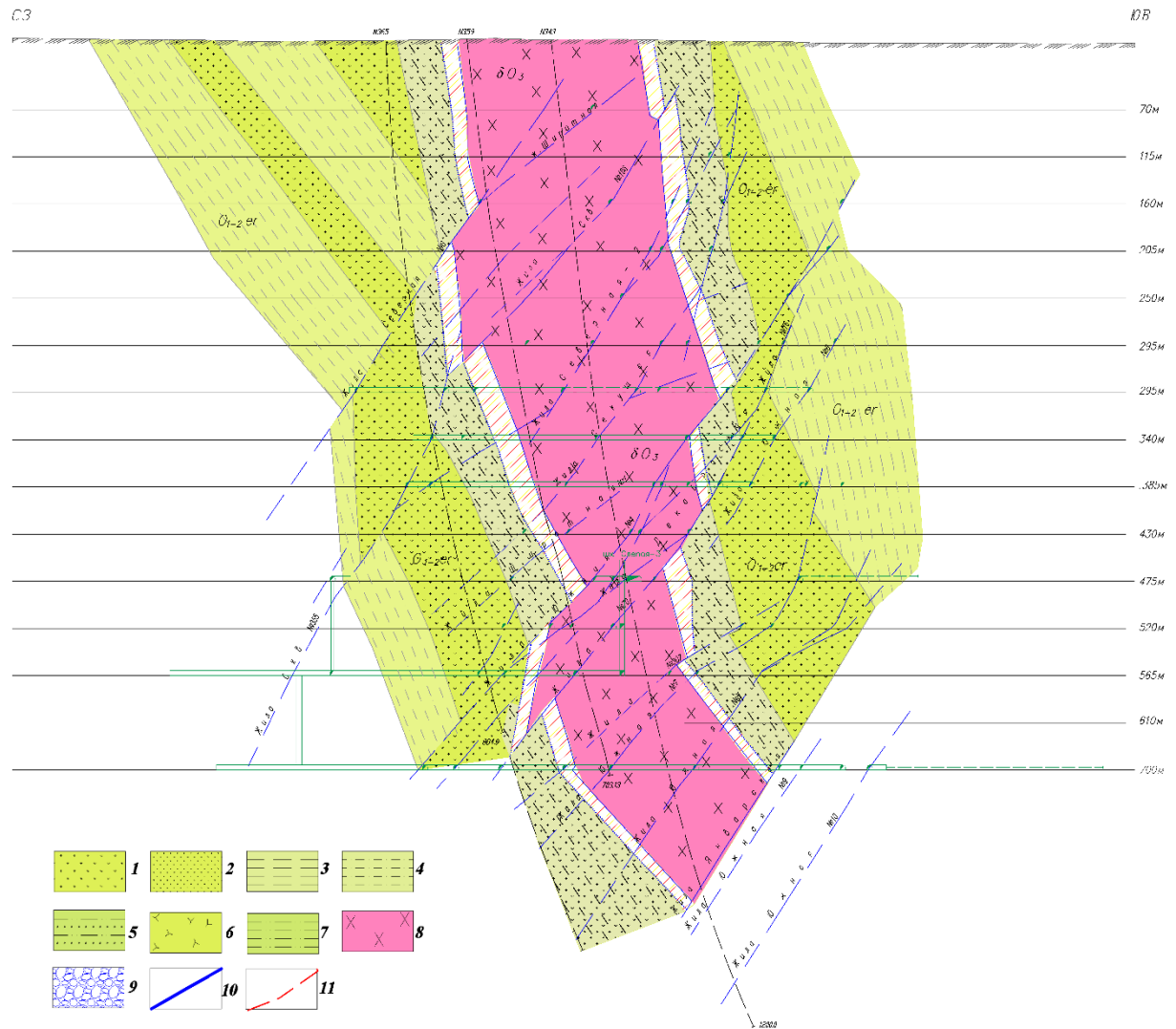


Рисунок 3.4.1 – Геологические разрезы по линиям: а) 1-1 (Центральный участок), б) 2-2 (Западный участок), в) 3-3 (Участок «Дальний»), [Гафкенов Г.А., ТОО «Горметпроект», 2010г.] (геологическая карта на стр. 31, рисунок 3.1.2)



Условные обозначения: 1 – Конгломераты и грубозернистые песчаники с прослоями алевролитов и аргиллитов, 2 – Среднезернистые и мелкозернистые песчаники с прослоями алевролитов и аргиллитов, 3 – Аргиллиты (глинистые сланцы), с прослоями песчаников, алевролитов, 4 – Алевролиты и тонкозернистые песчаники, 5 – Переслаивание среднезернистых мелкозернистых осадков, 6 – Порфириты и их туфы, 7 – Переслаивание среднезернистых и глинисто-пелитовых осадков, 8 – Кварцевые диориты, монце-габбронориты, 9 – Золотоносные брекчии, 10 – Рудные тела (кварцевые жилы), 11 – Тектонические нарушения.

Рисунок 3.4.2 – Геологический разрез по линии 4-4 (Западный участок)  
[Гафкенов Г.А., ТОО «Горметпроект», 2010г.]

Необычно сложное строение бывает у жил, выполняющих дугообразные трещины в вершинах углов, образованных какими-либо двумя тектоническими направлениями. По простирацию и падению они бывают обычно не выдержанными и часто смещаются по многочисленным тектоническим трещинам различных направлений с амплитудами до 2,5-3,0м. Нередко жилы залегают кулисообразно. Наличие раздувов, пережимов,

«рудных шлейфов», заливов, тектонических трещин других направлений, необычных выклиниваний и очень сложных форм для жил этой системы считается обычным явлением.

Особенно сложным строением отличаются жилы: № 9, Меридиональная, жила скважины № 709 и Мартовская, залегающие в вершине угла, образованного Диагональным и Широтным нарушениями, падающими соответственно на юго-восток и северо-восток под углами 55-65°.

Обобщая изложенное выше, можно сделать следующие выводы:

- Во множестве случаев простую форму имеют рудные тела, которые залегают в песчаниках, алевролитах, ороговикованных песчаниках и роговиках. Рудные тела, которые развиваются в аргиллитах и интрузивных телах как Западного, так и Центрального рудных участков отличаются более сложной морфологией.

- Наиболее сложное строение отмечается у жил, выполняющих трещины разрыва и залегающих в районах сопряжения двух каких-либо тектонических направлений. В участках, где рудные тела не осложнены тектоническими нарушениями, морфология их бывает простая. Жилы в таких местах отличаются прямолинейностью, выдержанной мощностью и преимущественно имеют монолитные полосчатые текстуры кварца.

## **4 Вещественный состав золотосодержащих руд месторождения Бестобе**

### **4.1 Вещественный состав золотосодержащих кварцевых жил месторождения Бестобе**

По характеру рудовмещающей среды, минеральному составу и текстурно-структурным особенностям, на месторождении выделяются 4 типа руд: кварцево-жильный, минерализованные брекчии, березитизированные породы, минерализованные осадочные породы.[7]

В процессе формирования месторождения выделяется преджильная стадия, кварцевожильная стадия, постжильная стадия.

#### **4.1.1 Преджильная стадия**

Основным объектом отработки на месторождении Бестобе до последнего времени являлись кварцевые жилы, характеризующиеся высоким содержанием золота. Тем не менее с большой глубиной отработки (600 – 800 м) и с возросшей себестоимостью добычи этих руд актуальным стал вопрос вовлечения в эксплуатацию более бедных руд, доступных для отработки открытым горным способом. К ним относятся руды преджильной стадии, представленные березитизированными породами и минерализованными (сульфидизированными) осадочными породами.

На месторождении Бестобе все ореолы березитизированных пород являются в различной степени золотоносными. Золотоносность березитизированных пород определяется как развитием золота в самих изменённых и сульфидизированных породах, так и развитием золота в кварцевых и карбонатно-кварцевых с сульфидами прожилках, имеющих место в ореолах березитизированных пород.

Золотоносность самих березитизированных пород обусловлена наличием самородного тонкодисперсного золота во вкрапленных сульфидах (пирит и арсенопирит). Золото в карбонатно-кварцевых с сульфидами прожилках в ореолах березитизированных пород представлено макро- и микроскопическими выделениями самородного золота с подчинённым значением тонкодисперсного золота с сульфидами.

Главным фактором, определяющим уровень золотоносности березитизированных пород, является наличие долгоживущих тектонически активных зон проницаемости, обеспечивающих сопряжённость трёх процессов: в преджильной березитизации, более поздней кристаллизации сульфидов и последующего отложения минералов кальцит-полиметаллической с золотом стадии минерализации.

В пространстве зоны березитизации (что более характерно для Центральной площади) сопряжены с участками окварцевания и сульфидизации осадочных пород и сульфидизации осадочных пород без

признаков процессов березитизации.

Главными рудными минералами березитизированных и сульфидизированных пород являются пирит (45-50%) и арсенопирит (35-30%), антимонит (5-10%), микроскопические наблюдения обнаруживают халькопирит, сфалерит с эмульсионной вкрапленностью халькопирита и галенита. В окварцованных пиритизированных породах спектральными исследованиями установлены медь (0,001%), ванадий (сл-0,002%), никель (сл-0,001%), титан (сл-0,1%), марганец (до 0,07%), галлий (до 0,002%). Изменённые породы, включающие рассеянную вкрапленность пирита, содержат золото от следов до 9,4 г/т. Следует отметить, что повышенные содержания золота тяготеют к участкам скопления мышьяка.

В зоне окисления за счёт разложения и окисления сульфидов формируются гипергенные минералы: гидрогетит, лимонит, гидрогематит, псиломелан, скородит, пиролюзит, золото, халькозин, ковеллин, марказит, церуссит, азурит, малахит, ярозит, сурьмяные охры, из нерудных в зоне гипергенеза формируются кальцит, каолин, гипс.

#### **4.1.2 Кварцево-жильная стадия**

Вещественный состав кварцевых жил (рисунок 4.1.2) отличается тем, что жильные минералы резко преобладают над рудными, на долю последних приходится всего лишь 1-3% жильной массы. Основным жильным минералом является крупнозернистый кварц первой генерации молочно-белого цвета. В меньших количествах наблюдается кварц темно-серого цвета. Этот кварц более поздний по времени образования и относится к металлоносной стадии рудоотложения, он ассоциирует с сульфидами и рудным золотом. Вторым жильным минералом является кальцит. Из прочих нерудных минералов отмечается альбит, серицит, хлорит.

Основным рудным минералом является золото, которое в большинстве случаев встречается в свободном состоянии в виде рассеянных вкраплений.

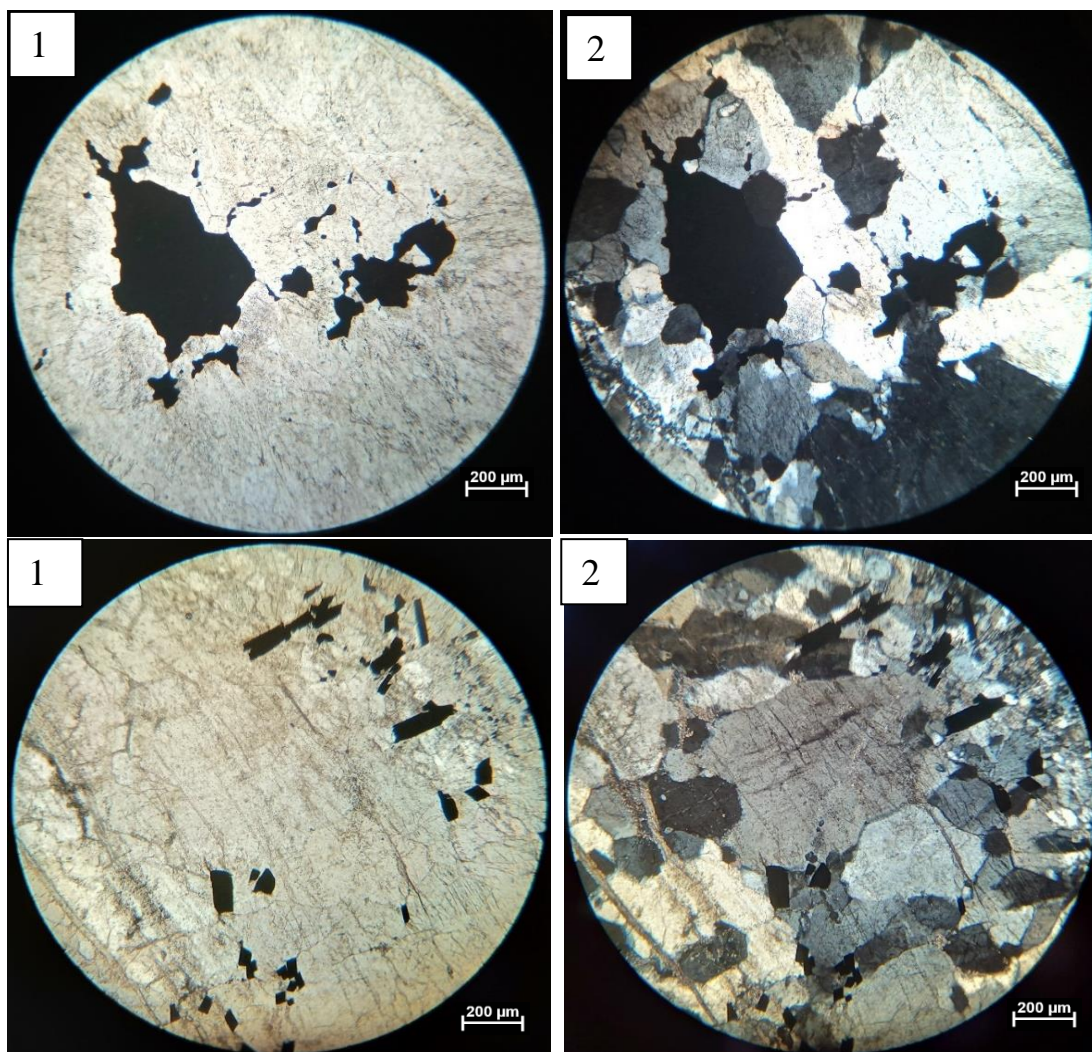
Распределение золота в жилах крайне неравномерное наряду с участками, имеющими содержание золота в пределах первых десятков г/т, встречаются участки с высоким содержанием золота до 500-600г/т, а иногда и несколько килограммов на тонну.

Коэффициент неравномерности распределения золота колеблется в пределах от 160 до 730 при среднем 290.

Средняя пробность золота составляет 854.

Рудными минералами, имеющими второстепенное значение, являются в основном пирит и арсенопирит, а также сурьмяный блеск, сфалерит, галенит, халькопирит, шеелит, молебденит.





1 – в одном николе; 2 – в скрещенных николях.

Рисунок 4.1.2 – Кварцевые жилы. Рудные минералы: халькопирит, пирит, арсенопирит, золото.

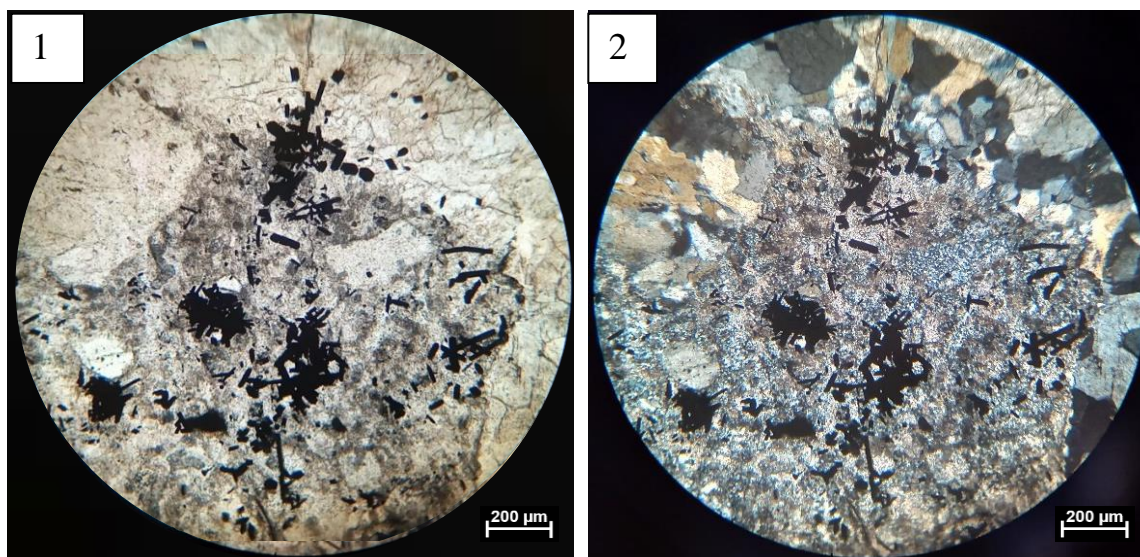
### 4.1.3 Постжильная стадия минерализации

Представлена кальцитовой минеральной ассоциацией. Кальцит белый, крупно-кристаллический, нередко в ассоциации с хлоритом.

Кальцитовые жилы и прожилки занимают секущее положение по отношению к кварцевым жилам и минерализованным зонам (рисунок 4.1.3).

В полостях между кристаллами позднего кальцита встречаются кристаллы целестина.

Постжильной стадией минерализации завершается процесс формирования месторождения.



1 – в одном николе; 2 – в скрещенных николях.

Рисунок 4.1.3 – Серицитизация, пелитизация, карбонатизация развиты по полевоому шпату в кварц-карбонатном прожилке. Рудные минералы: арсенопирит, пирит, золото.

## 4.2 Минеральный состав руд месторождения Бестобе

Месторождение представлено четырьмя морфологическими типами оруденения: главным - кварцево - жильным, второстепенными прожилково - вкрапленным в березитах, золотоносными брекчиями в интрузиве, зонами золото - сульфидной минерализации в терригенных породах.[2]

Кварцево - жильный тип оруденения характеризуется следующим составом: главные рудные минералы - арсенопирит, пирит, антимонит, золото, второстепенные - галенит, сфалерит, теннантит, халькопирит, тетраэдрит, и др., нерудные - кварц, кальцит (главные), серицит, хлорит, альбит, магнезит, доломит, сидерит, барит, эпидот. Кварцево - жильные руды формировались в несколько стадии. Главная масса золота отлагалась во вторую - золото - пирит - арсенопиритовую и третью - золото - полиметаллическую стадии. В отличие от других типов оруденения свободное золото отлагалось преимущественно в кварце (пирит и арсенопирит слабо золотоносны) и ассоциирует с галенитом, сфалеритом, теннантитом, халькопиритом, редко с блеклой рудой, антимонитом, марказитом и серебром.[2]

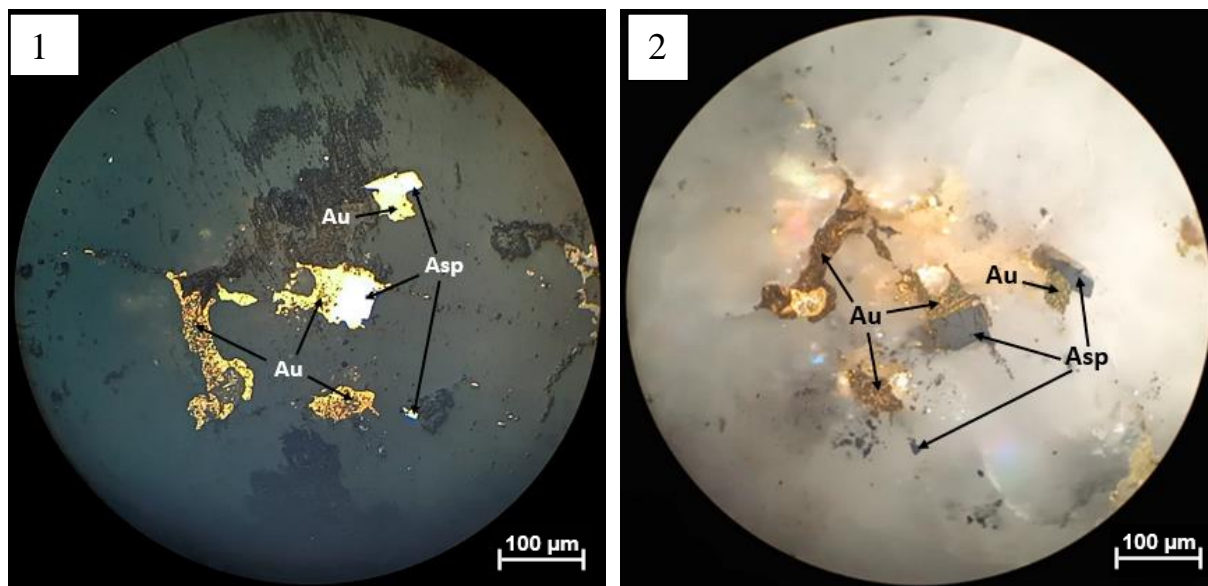
Золото является основным объектом добычи на месторождении. Кроме золота из попутных полезных ископаемых на месторождении промышленное значение имеют серебро и мышьяк, содержание которых соответственно равно 2,6 г/т и 0,71 %.[4]

**Золото** - содержится как в низкотемпературных, так и в высокотемпературных ассоциациях руд кварцево – жильного типа (рисунок 4.2.1). Во всех типах руд этот элемент является сквозным. Выделяются три морфогенетические разновидности золота. Для вкрапленных руд второго, третьего и четвертого типов главенствующее значение имеет *золото I*. Оно



распределяется в пирите и арсенопирите в виде субмикроскопических выделений. Форма выделений золота I в пирите и арсенопирите амёбовидная и пылевидная. В минерализованных зонах золото I составляет свыше 90%. В рудоносных брекчиях золотоносность сульфидов несколько ниже и зависит от состава пород обломков и от количества раздробленных и переработанных «цементом» золотоносных сульфидов. Распределение золота в брекчиях менее равномерное по сравнению с рудами четвертого типа, так как часть раннего золота, высвободившаяся в стадию брекчирования минерализованных зон, находится с кварцем, карбонатом и сульфидами в цементе и в более поздних прожилках.

В березитах золотоносность сульфидов, а следовательно, и роль золота I проявлена несколько слабее, чем в рудах четвертого типа. В кварцевых жилах золота I мало. Здесь основная масса золота представлена свободными выделениями золота II и III.



1 – в одном николе; 2 – в скрещенных николях.

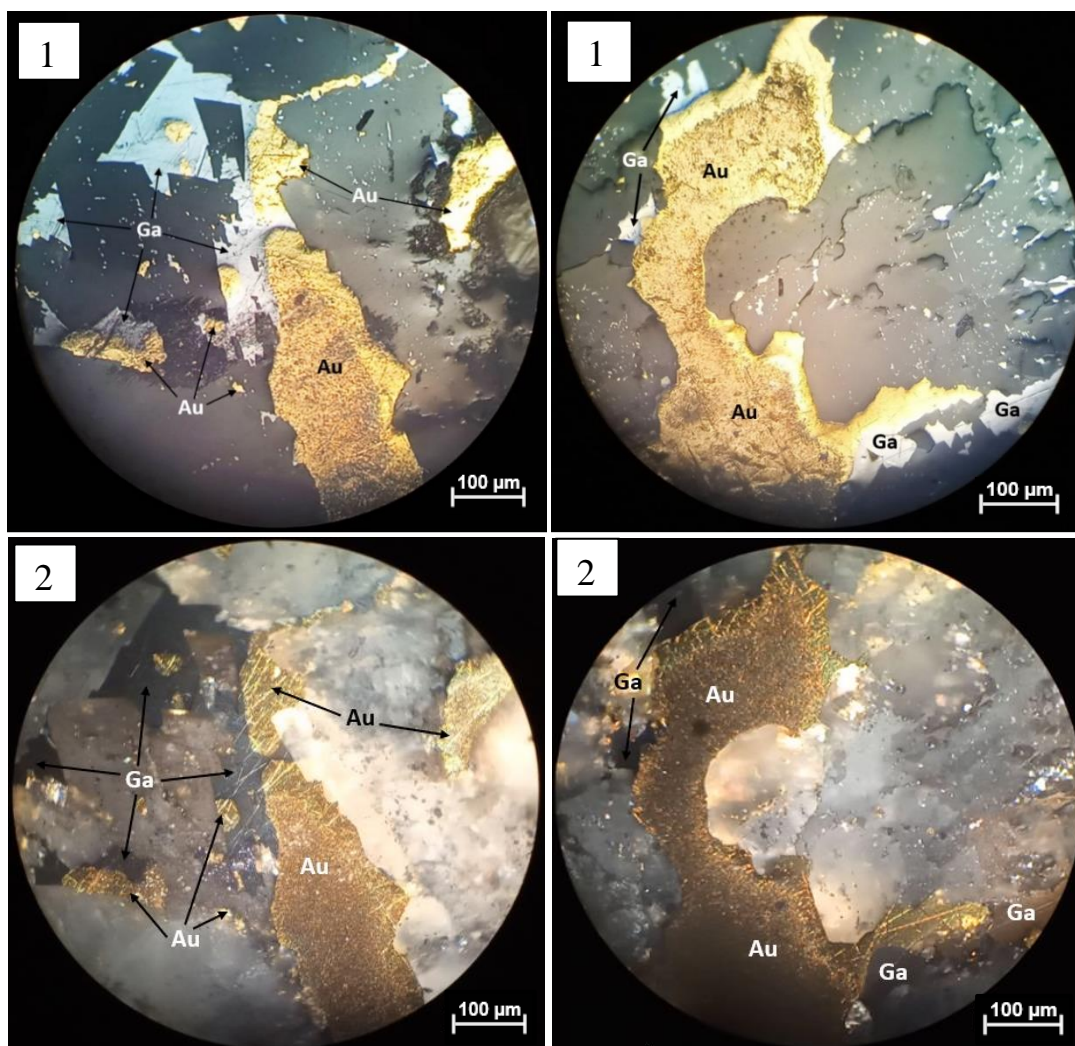
Рисунок 4.2.1 – Тонкие включения золота II (Au) в сростании с арсенопиритом II (Asp) в кварцевой жиле. Аншлиф 1. Увеличение 200

**Золото II** возникло из рудных растворов полиметаллической стадии рудообразования, а также за счет регенерации значительной части золота I (золото II).

**Золото III** (рисунки 4.2.2, 4.2.5, 4.2.6) тесно ассоциируется с теннантитом, кварцем, реже галенитом и халькопиритом. Формы его выделения и размеры изменчивы. Наиболее распространены формы, обусловленные характером интерстиций в кварце. Нередки также эмульсионные скопления в кварце, прожилковидные по контакту клейофана и блеклой руды, пылевидные в блеклой руде, а также аллотриоморфные с округлыми очертаниями по периферии агрегатов полиметаллических



сульфидов. Реже встречаются выделения золота кристаллической формы. Единичные выделения золота комковидной формы установлены в продуктах антимонит – кварц – карбонатной стадии минералообразования. Здесь они контактируют с антимонитом и блеклой рудой, марказитом и серебром.



1 – в одном никеле; 2 – в скрещенных николях.

Рисунок 4.2.2 – Прожилково-вкрапленные образования свободного золота III (Au) в сростании с галенитом (Ga) в брекчированном кварц-карбонатном прожилке. Аншлиф 2. Увеличение 200

**Арсенопирит I** – распространен в обломках пород и сравнительно редко наблюдается в кварц - карбонатном цементе. Вкрапленники его обладают высокой степенью идиоморфизма и четкими следами роста (рисунок 4.2.3). Метакристаллы арсенопирита имеют короткокопризматический до столбчатого облик и сложнзональное внутренне строение. Размеры вкрапленников изменяются от 0,1\*0,3 до 0,5\*2,0 мм. В арсенопирите установлены следующие элементы – примеси: Co – 0,004 %; Ni – 0,001 %; Cu – 0.08%; Zn – 0.04%; Sb – 0.03%; Au – 0.1 – 7 усл. ед. Ag – 3 усл. ед.

**Арсенопирит II** (рисунок 4.2.1) – тонкокристаллические встречается в

кварц – карбонатном цементе, в прожилках того же состава, залечивающих микротрещинки в пирите I и арсенопирите I. В сростаниях с арсенопиритом II постоянно присутствует халькопирит.

**Пирит** – наиболее распространенный минерал. Количество его в отдельных участках достигает 5 %. Установлены три морфогенетические разновидности пирита. Ранний **пирит I** (рисунок 4.2.3), распределяясь в виде более или менее равномерной вкрапленности в обломках пород, представлен метакристаллами комбинированных форм размерами от 0,2 до 2,0 мм. Он образует пан- и гипидиоморфнозернистые структуры с арсенопиритом I. Метакристаллы часто сито – футлярообразной, реже скелетной формы включают большие остатки железистых породообразующих минералов, а также рутил и лейкоксен. В пирите I нередко присутствуют пирротин и халькопирит. Иногда встречаются пылевидные выделения золота I. Трещины в пирите I залечены кварцем с блеклой рудой, сфалеритом, галенитом и золотом I. Внутреннее строение пирита I сложное. Спектральным анализом в пирите I обнаружены: Co – до 0.01%; Cu – до 0.006%; Zn - 0.6 %; Ni - 0.006%; Pb – 0.003; Sb – 0.001%; Au – 1- 5 усл.ед.; Ag – 0,4 усл. ед.

**Пирит II** (рисунок 4.2.4) развит в виде гнезд и прожилков в кварц – карбонатном цементе в жилах, где образует агрегаты кристаллов искаженной кубической формы размером от 0,1 до 0,5 мм, в ассоциации с халькопиритом, блеклой рудой, золотом II, сфалеритом, галенитом и исключительно редко с самородным серебром.

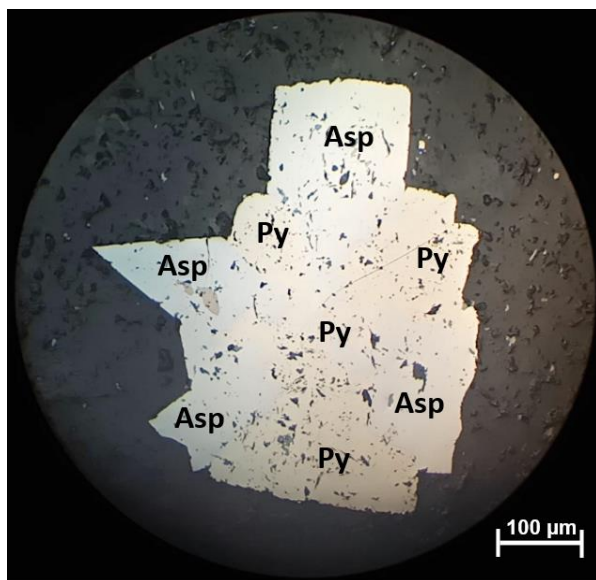


Рисунок 4.2.3 – Корродированные не рудными минералами вкрапленные выделения сростков агрегативных пирита I (бледно желтый) и арсенопирита I (белый) во вмещающей метасоматический измененной породе. Аншлиф 6. Увеличение 200

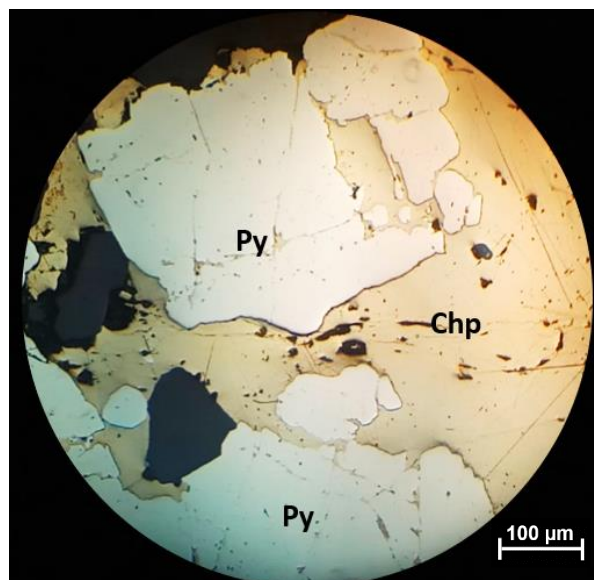


Рисунок 4.2.4 – Гнезда из вкрапленников агрегативного пирита II (Py) и прожилков халькопирита (Chp) в кварцевой жиле. Аншлиф 3. Увеличение 200

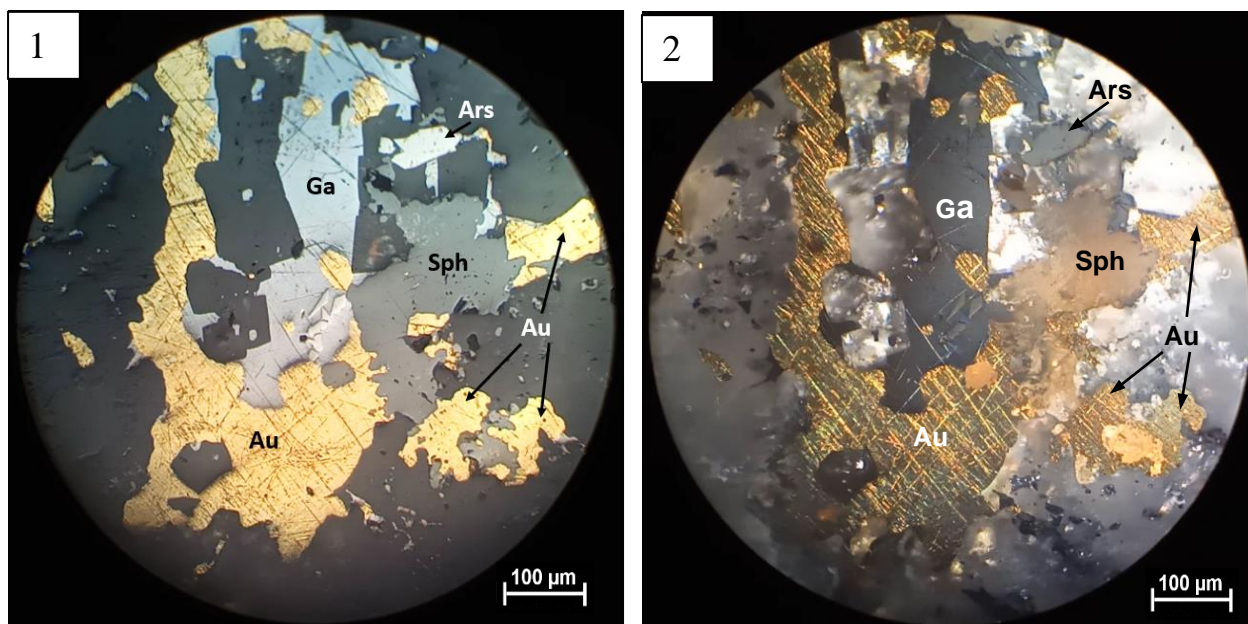


**Пирит III** редок и встречается обычно в прожилках кварца и кварц – карбонатном цементе. Он развивается как продукт бисульфидизации пирротина на границе цемента и обломков пород. Его выделения размером до 0,6 мм имеют продолговатую форму. Ассоциирует с пиритом 3 марказит.

**Сфалерит, галенит, халькопирит.** Из них галенит наиболее распространен. Все они связаны с тонкими прожилками кварца, карбоната в сростании с самородным золотом, а также встречаются в виде наложенной мельчайшей вкрапленностью в них.

**Галенит** относится к полиметаллической стадии образования и обычно наложен на ранние типы руд, его мелкие ксеноморфные зерна (0,005-0,01x0,15 мм) встречаются в кварце, карбонате, в блеклых рудах и в сростании с самородным золотом с которым он постоянно ассоциируется и другими сульфидами. Иногда развивается по трещинкам агрегативного пирита. В галените редко присутствуют вкрапленники арсенопирита. Внутренние рефлексии отсутствуют. Цвет минерала светло-серый ближе к белому с нежным голубоватым отливом.

**Сфалерит** (рисунок 4.2.5) относится к полиметаллической стадии образования, распространен в виде сплошной массы с ксеноморфными очертаниями зерен, также во вкрапленниках в ассоциации с галенитом, блеклыми рудами и халькопиритом. Иногда он развит в виде вытянутых вдоль кварцевого прожилка выделений (размеры от 0,03-0,07x0,3 мм). Цвет темно серый.

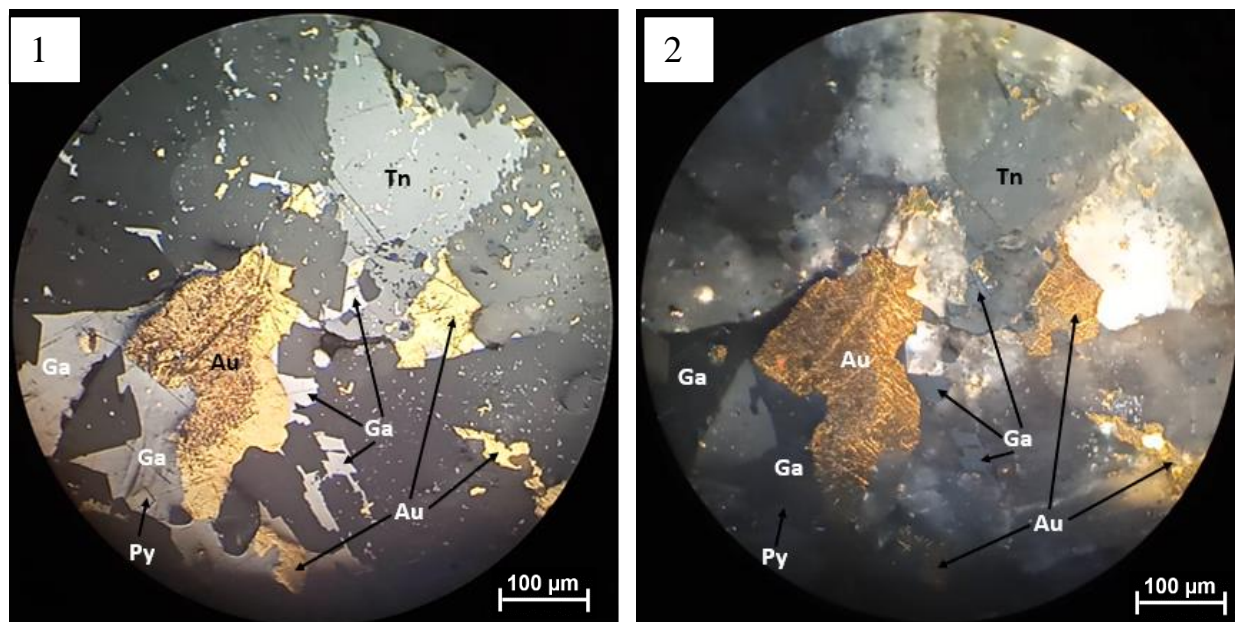


1 – в одном николе; 2 – в скрещенных николях.

Рисунок 4.2.5 – Прожилковидно-вкрапленные образования свободного золота III (Au) в сростании с сульфидными минералами (галенит (Ga), сфалерит (Sph), арсенопирит (Ars) в кварц-карбонатном прожилке. Сфалерит в скрещенных николях с ярко выраженным буровато-коричневым внутренним рефлексом. Аншлиф 4. Увеличение 200

**Халькопирит** (рисунок 4.2.4). Наиболее распространенный минерал ассоциации, отмечается повсеместно в виде прожилков и вкрапленности, наложенных на пирит, как пирит-арсенопирит-кварцевой ассоциации, так и золото-полиметаллической. Преимущественно находится в тесных взаимоотношениях с пиритом, образуя с ним грубопластинчатые сростания, или же встречается в виде изометричных зерен в периферийных частях осколков пирротина.

**Блеклые руды** присутствуют в составе минерализации полиметаллической стадии. По химическому составу блеклые руды представлены преимущественно теннантитом (рисунок 4.2.6), реже тетраэдритом. Встречается в виде включений размером до 200 мкм в кварце, иногда совместно с самородным золотом, халькопиритом. Отмечены в виде свободных зерен с эмульсионными включениями галенита и самородного золота.



1 - в одном николе; 2 - скрещенных николях.

Рисунок 4.2.6 – Прожилково-вкрапленные выделения золота III (Au) в сростании с галенитом (Ga), теннантитом (Tn) в кварц-карбонатном прожилке. Аншлиф 5. Увеличение 200

**Выводы:**

Широко развитая на месторождении тесная ассоциация кварца, кальцита, серицита, арсенопирита, пирита, галенита, сфалерита и золота позволяет уверенно отнести его к кварцево-жильному типу оруденения. Также данная ассоциация подтверждает, что руды подвергались гидротермальной обработке и формировались в несколько стадий. Главная масса золота отлагалась во вторую - золото - пирит - арсенопиритовую и третью - золото - полиметаллическую стадии. В отличие от других типов оруденения свободное

золото отлагалось преимущественно в кварце (пирит и арсенопирит слабо золотосны) и ассоциирует с галенитом, сфалеритом, теннантитом, халькопиритом, редко с блеклой рудой и т.д.

В первичных рудах золото представлено тремя генерациями: первая генерация ассоциируется с высокотемпературными минералами: пиритом и арсенопиритом; вторая генерация связана с последующими рудными минеральными ассоциациями. Оно также тесно связано с сульфидами, но представлено более крупными частицами; золото третьей генерации представляет главную ценность на месторождении. Это свободно выделившееся крупное золото, наложенное на всю сульфидную группу минералов.

Наблюдения над пространственным распространением жильных и рудных минералов позволяют сделать вывод, что на Бестобинском месторождении рудные минералы группируются в одни и те же ассоциации как на участках, расположенных близ поверхности, так и на участках, отличающихся различными глубинами.

## 5 Поисковые критерии и признаки малоглубинных и среднеглубинных площадей золотого оруденения месторождения Бестобе

Как уже было определено, в структурном плане месторождение Бестобе расположено на юго-восточном крыле сложной грабен-синклинали входящей в состав Селетинского преддугового прогиба.

Скрытые глубинные разломы на месторождении, которые усложняют его облик, являются рудоконтролирующими, а относительно локальные разрывные нарушения и трещины, являющиеся опирающими, апофизами и мелкими разрывами, служат рудовмещающими структурами. Последние определяют структурно-морфологические особенности месторождения и рудных тел.

Рудовмещающая толща представлена преимущественно туфогенно-осадочными толщами среднего ордовика, прорванных в нескольких местах малыми интрузиями гранитоидов и пересеченные дайками жильных пород (диабазов, плагиогранитов, гранит-порфиров и т.д.), с которыми и связано золотое оруденение.

Для месторождения характерна многостадийность формирования рудных тел в узлах пресечения долгоживущих глубинных разломов

Главным морфологическим типом оруденения на месторождении является кварцево - жильный. Помимо кварцево-жильного типа в качестве перспективного Г.В.Левиным и Ю.С. Шалаевым выдвигался прожилково-вкрапленный тип золотого оруденения, представленный залежами пирит-арсенопиритового состава, локализующимися в ритмично переслаивающихся алевролитах и алевропесчаниках, а также – зоны березитизации с золотом. Однако, до последнего времени, этот тип оруденения оставался невостребованным. Но учитывая, что основным объектом отработки на месторождении Бестобе до последнего времени являлись кварцевые жилы, характеризующиеся высоким содержанием золота. Тем не менее с большой глубиной отработки (600 – 800 м) и с возросшей себестоимостью добычи этих руд актуальным стал вопрос вовлечения в эксплуатацию более бедных руд, доступных для отработки открытым горным способом. К ним относятся руды преджильной стадии, представленные березитизированными породами и минерализованными (сульфидизированными) осадочными породами.[7]

Одним из таких типов минерализованных зон является «Зона Дальняя», которая представляет собой иной морфологический тип – зона брекчированных пород с интенсивной гидротермальной переработкой всего материала брекчий, с наложенной сульфидной и золотой минерализацией.

Этот тип золотосодержащих руд имеет невысокое, но довольно устойчивое содержание золота в целом по залежи, количество руды и золота значительное. Руды зоны «Дальняя» успешно отрабатываются как из подземных горных выработок, так и карьерным способом. На сегодняшний день зона «Дальняя» вскрыта до горизонта 340 м (рисунок 5/1). Брекчиевые руды зоны «Дальняя» имеют выход на дневную поверхность. На горизонтах 4,

9, 20, 30 м в карьере зона имеет в целом (при оконтуривании по борту в 2,0 г/т) линзообразную форму с ориентацией длинной оси в северо-западном направлении. С уровня горизонта 295 м зона ограничивается с юга тектонической жило-вмещающей трещиной (жила Северная-8); и происходит постепенное сокращение размеров зоны и ее полное выклинивание к горизонту 430 м. Разведочной скважиной № 460 с поверхности брекчиевые руды еще вскрываются на глубине 395-418 м (рисунок 5/3), в этом интервале среднее содержание равно 3,7 г/т. С глубиной отмечается некоторый разворот рудного тела по простиранию. [4]

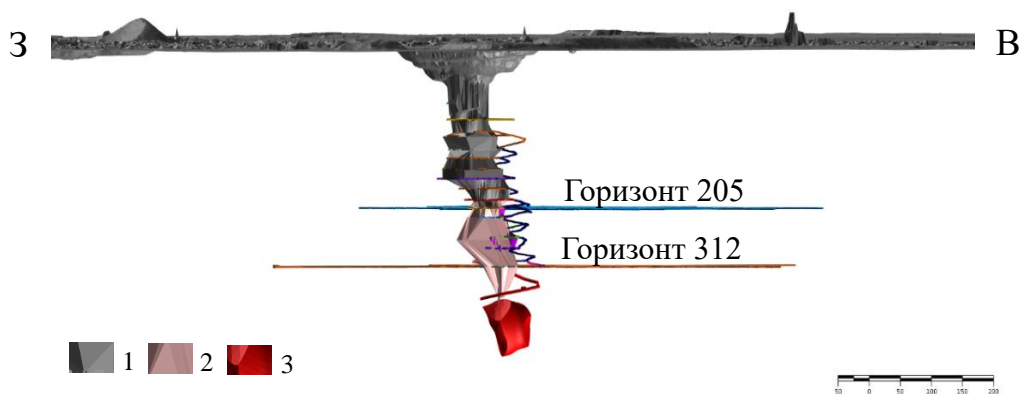


Рисунок 5 – 3D каркасная модель трубообразного рудного тела зоны «Дальней»  
 1 – отработанная часть, 2 – эксплуатируемая на сегодняшний день, 3 – проектная часть.  
 \*Каркас был построен ресурсными геологами рудника «Бестобе», 2020г.

Помимо зоны «Дальней», в Центральном участке при отработке золотосодержащих кварцевых жил на горизонте 45м было установлено наличие минерализованных золотоносных пород и грубо-штокверкообразный характер развития разнонаправленных жил.

Для вовлечения в эксплуатацию более бедных руд, доступных для отработки открытым горным способом, необходимо установление границ распространения оруденения, изучение рудоносных участков с целью расшифровки структуры, морфологии рудных тел и определение основных рудоконтролирующих факторов. Также в дальнейшем можно рекомендовать более подробно изучить геодинамическую обстановку района, изучение которого могло бы в совокупности способствовать решить, выше, перечисленные задачи. В целом если говорить о перспективе месторождения, то можно отметить, что несмотря на возросшую потребность отработки руд открытым способом, на глубоких горизонтах участков Западный, Центральный и Дальняя, доразведкой также были выявлены рудные тела с промышленным содержанием золота. Например, в Центральном участке ниже горизонта 610 м выявлено 22 кварцевых жил, на Западном участке ниже горизонта 700 м выявлено 17 кварцевых жил, которые на вышележащих горизонтах имели промышленное содержание золота, что в перспективе является весомым аргументом для продолжения дальнейшей отработки руд подземным способом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований поставленные задачи в начале работы были решены и исходя от них сделаны следующие выводы:

- В геодинамическом плане Бестобинский золоторудный минерагенический тип приурочен к Бестобинской ордовикской островодужной минерагенической зоне, заложенной на кембрий-нижнеордовикской океанической коре. Золотое оруденение связано с завершающей фазой островодужного этапа развития и тесно ассоциирует с ордовикскими малыми интрузиями степняцкого комплекса.

- Структурная позиция месторождения определяется его приуроченностью к узлам пересечения глубинных разломов в осевой части узкой линейно вытянутой Бестобинской грабен-синклинали северо-восточного простирания, расположенного на территории Селетинского преддугового прогиба. В 2 км северо-западнее и в 8-10 км юго-восточнее месторождения проходят Северо-Бестобинский и Селетинский глубинные тектонические разломы, простирающиеся в северо-восточном направлении и обычно сопровождающиеся серией оперяющих трещин, которые считаются рудоконтролирующими. Сами рудоконтролирующие разломы большей частью остаются безрудными, а рудоносные трещины являются ответвлениями от них и расположены между ними.

- Месторождение представлено четырьмя морфологическими типами оруденения: из них главным является - кварцево - жильный, второстепенными являются прожилково - вкрапленный в березитах, золотоносные брекчии в интрузиве, зоны золото - сульфидной минерализации в терригенных породах. Минерализованные зоны характеризуются северо-восточной и северо-западной ориентировкой, повторяющей ориентировку рудоконтролирующих разломов. Кварцевые жилы секут минерализованные зоны. Большинство кварцевых жил на месторождении формируются в толще ордовикских пород в непосредственной близости к интрузиям или дайкам плагиогранитов и гранит-порфиоров. Интрузии на рудном поле сформировывались в три стадии внедрения магматического материала с увеличением кислотности пород от первой стадии внедрения к третьей. Золоторудная фаза, создавшая месторождения с промышленным содержанием золота, является завершающей – самой последней. В эту стадию выпала главная масса золота, до 80-85 % от общего количества.

- Визуализация 3D каркасов рудных тел отчетливо продемонстрировала, а также подтвердила, выше, перечисленные закономерности пространственного размещения кварцевых жил на рудном поле.

- В ходе микроскопического исследования руд кварцево-жильный тип оруденения был подтвержден и выяснялось, что свободное золото отлагалось преимущественно во вторую и в третью стадию золотого оруденения.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1 Абдулкабиров М. А, Анкинович О. С, В. М. Гришин Золоторудные поля Северного Казахстана. – Алма-Ата:КазССР: Наука, 1971.
- 2 Бакенов М. М. Месторождения золота Казахстана. - Алматы.: Галым, 2003.
- 3 Отчет о геологоразведочных работах, выполненных Северо-Казахстанской геологоразведочной экспедицией АО «ГМК КАЗАХАЛТЫН» в 2005 году.
- 4 Отчетный баланс запасов по золоторудным месторождениям АО «ГМК Казахалтын» (Аксу, Бестобе, Жолымбет, Кварцитовые Горки, ТМО ОФ, ТМО БОФ, ТМО ЖОФ) (золото, серебро, мышьяк, сера сульфидная, селен, теллур) за 2009г. – АО «ГМК Казахалтын», 2010г.
- 5 Проект разведки глубоких горизонтов месторождения Бестобе горно-обогатительного комбината «Каззолото» - ГОК «Каззолото», 1976г.
- 6 Отчет по теме «Исследования специальных вопросов, относящихся к геологическому строению Бестобинского золоторудного месторождения с разработкой методики подсчета запасов категории С<sub>2</sub> на его глубоких горизонтах» - ГОК «Каззолото», 1976.
- 7 Подсчет запасов золота, серебра и мышьяка по брекчиевым рудам зоны Дальняя на Бестобинском золоторудном месторождении на 1.01.1982г. – ГОК «Каззолото», 1982г.
- 8 Беспаяев Х.А., Любецкий В.Н., Любецкая Л.Д., Ужкенов Б.С. Золоторудные пояса Казахстана (глубинное строение, геодинамика развития, глубинные факторы локализации оруденения. Алматы, 2008 г., 284 с.
- 9 Абдулкабиров М.А. Сводово-глыбовые структуры и эндогенные месторождения Северного Казахстана. Алма-Ата. Наука, 1975. 240 с.
- 10 Дюсембаева К.Ш. Микроскопическое исследование руд золота. Учебное пособие, Алматы, 2011, 134 б.
- 11 К.Ш. Дюсембаева, «Диагностика рудных минералов по их оптическим и физическим свойствам». Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Лабораторные методы исследования полезных ископаемых» для студентов специальности «5В070600 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» Алматы: КазНТУ имени К.И. Сатпаева, 2013. 1-32 с.
- 12 Умарбекова З.Т., Диссертация на соискание степени доктора философии, «Золоторудные процессы и прогнозные геологические данные для месторождений Казахстана (Бакыршик, Бестобе, Архарлы)».
- 13 Тектонические позиции и структуры золоторудных полей Казахстана. Труды ЦНИГРИ, вып. 184, М., 1984г.
- 14 Рафаилович М.С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. Алматы, 2009. – 304 с.
- 15 А.Т.Бекботаев, А.А.Бекботаева «Микроскопия петрогенных минералов», Учебное пособие. – Алматы: 2015. 200 стр.

16 Бекботаев А.Т., Иманбаева Н.Ф. Магматические горные породы. Методические указания к лабораторным занятиям. Алматы: КазНТУ. 2004.

17 Геология месторождений полезных ископаемых. Учебник. Байбатша А.Б. - КазНТУ, Алматы, 2008 г., 368 стр.

18 Стандарт организации. Система менеджмента качества. Работы учебные. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. СТ КазНТУ им. К.И. Сатпаева. – Алматы 2017. – 47с.

**ОТЗЫВ  
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

на магистерскую диссертацию Таукеновой Саным

Специальность 7М07206 - Геология и разведка месторождений  
полезных ископаемых

Тема: «Геолого-структурные условия локализации золоторудного  
месторождения Бестобе»

Магистерская диссертация посвящена изучению геолого-структурных условий локализации золоторудного месторождения Бестобе.

На основании полученных данных по минералогии руд и петрографическим особенностям пород, а также изучению архивных источников по месторождению, сделаны обоснованные выводы по изучению геологического строения месторождения, определения ее геолого-структурной позиции, выявления рудоконтролирующих и рудовмещающих комплексов интрузивных и жильных пород, по изучению вещественного состава руд и определению строения минерализованных зон и рудных тел.

Данные исследования логично вытекают из изложенного в работе фактического материала и достаточно обоснованы.

Работа выполнена с привлечением современных методов изучения минерального вещества и соответствует требованиям стандарта КазНТУ имени КИ.Сатпаева.

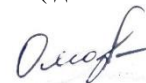
Полученные в течение учебы знания позволили Таукеновой Саным выполнить магистерскую диссертацию на высоком уровне, наполнить ее содержанием и грамотно обосновать главнейшие условия при которых происходили процессы минералообразования на месторождении Бестобе.

Магистерская диссертация Таукеновой Саным может быть рекомендована к защите с заслуженной высокой оценкой, с присвоением ей академической степени магистра техники и технологии по специальности 7М07206 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых.

**Научный руководитель:**

Лектор, доктор PhD,

( должность, уч. степень, звание)



Омарова Г.М.

«25» \_\_ мая \_\_ 2021 г.

## РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию

Таукеновой Саным Аманбаевны

Специальность 7М07206 – «Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых»

Тема магистерской диссертации: «Геолого-структурные условия локализации золоторудного месторождения Бестобе».

Диссертация написана на 58 страницах компьютерного текстового набора и состоит из аннотации, содержания диссертации, введения, пяти глав, заключения и списка использованной литературы, включающих 18 наименований. Диссертация включает в себя всего 41 рисунок и 1 таблицу.

### ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Магистерская диссертация Таукеновой Саным Аманбаевны содержит все необходимые материалы, которые полностью раскрывают тему работы.

Диссертационная работа автора имеет логическую последовательность, написана магистрантом самостоятельно.

В работе отражены особенности геологического строения золоторудного месторождения Бестобе. Определены его геолого-структурная позиция, рудоносные и рудоконтролирующие комплексы, а также строение минерализованных зон и рудных тел. Магистрант визуализировал 3D каркасы рудных тел, которые вполне отражают все особенности морфологического строения и закономерности размещения их на месторождении. Дополнительно магистрантом произведено микроскопическое исследование, в результате которого им был определен минералогический состав главных интрузивных, жильных и измененных пород, а также вещественный состав золотосодержащих руд.

Фактов недобросовестности соискателя нет.

Все сказанное позволяет считать рассмотренную диссертацию, написанную на базе большого фактического материала, вполне соответствующей требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям.

### Оценка диссертационной работы

В целом, магистерская диссертация написана грамотно, на профессиональном уровне, с четким описанием каждого раздела, освещающими все необходимые изучаемые геологические аспекты. Данная диссертация отвечает всем требованиям к магистерской диссертации.

Магистрант довольно хорошо проанализировал все собранные материалы и произвел самостоятельное дополнительное изучение образцов (аншлифов и шлифов) с помощью лабораторных методов исследований рудных и нерудных минералов, что позволило ему получить конкретные результаты.

Диссертационная работа оценивается в 94 баллов – (A) %.

**Рецензент**

Доктор PhD, старший научный  
сотрудник Института геологических  
наук им. К.И. Сатпаева

 Р.Т. Баратов

« 11 » июня 2021 г.



*Баратова Р.Т. зөверяю,*  
*Аманжолдина Ғ.С.*

## Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Таукенова С.А

**Название:** Геолого-структурные условия локализации золоторудного месторождения Бестюбе.docx

**Координатор:**Гульнара Омарова

**Коэффициент подобия 1:**2

**Коэффициент подобия 2:**0.8

**Замена букв:**4

**Интервалы:**0

**Микропробелы:**0

**Белые знаки:** 0

**После анализа Отчета подобия констатирую следующее:**

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....

10.06.2021  
.....

Дата



.....  
Подпись Научного руководителя

**Протокол анализа Отчета подобия**

**заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Таукенова С.А

**Название:** Геолого-структурные условия локализации золоторудного месторождения Бестюбе.docx

**Координатор:** Гульнара Омарова

**Коэффициент подобия 1:2**

**Коэффициент подобия 2:0.8**

**Замена букв:4**

**Интервалы:0**

**Микропробелы:0**

**Белые знаки:0**

**После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:**

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

**Обоснование:**

..... Диссертация выполнена самостоятельно, не обладает признаками плагиата, заимствования,  
..... добросовестные.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Дата

14.06.2021

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения



**Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:**

.....  
Диссертация допущена к защите  
.....  
.....  
.....

.....  
14.06.2021  
.....



Дата

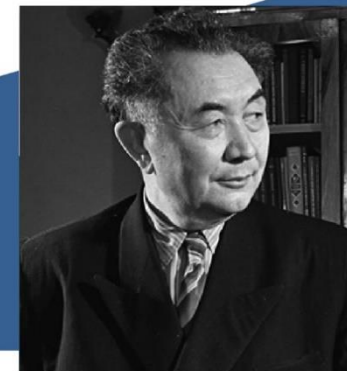
Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения





КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. К.И. САТПАЕВА



# СЕРТИФИКАТ

«САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2020»

**Секция:** «Научные исследования и инновации в геологоразведке – ключ к эффективному восполнению минерально-сырьевой базы РК»

**Авторы:** ТАУКЕНОВА С.А., ОМАРОВА Г.М.

**Тема:** Особенности геологического строения золоторудного месторождения Бестобе

## СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

**Таукенова Саным Аманбаевна**

**Магистранта, обучающегося по образовательной программе «Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых», кафедры Геологическая съемка, поиск и разведка месторождений полезных ископаемых, Института Геологии и Нефтегазового дела им. К.Турысова**

**Казахского Национального Исследовательского Технического Университета им. К.И. Сатпаева**

№ по п/п	Наименование	Форма работы	Выходные данные	Объем	Соавторы
1	2	3	4	5	6
<b>Публикации в научных журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки</b>					
1	Особенности геологического строения золоторудного месторождения Бестобе	Статья	«САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ -2020» Секция «Научные исследования и инновации в геологоразведке – ключ к эффективному восполнению минерально-сырьевой базы РК»	3 страниц	Научный рук. – Г.М. Омарова – доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМПИ

«25» мая 2021 года

Автор

Таукенова С.А.

Заверяю:  
Директор ИГНГД

Рысбеков К.Б.

Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ

Бекботаева А.А.