

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

Икимов Дамир Жансыбаевич

Тема: «Минералого-геохимические особенности при формировании
месторождения Джетигара»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломной работе

по специальности 5В070600 – Геология и разведка месторождений полезных
ископаемых

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

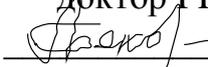
Институт Геологии, нефти и горного дела имени К. Турысова

Кафедра Геологической съемки, поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой

доктор РНД, ассоц. проф.

 А.А.Бекботаева

« 09 » _ июня _ 2021 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломной работе

на тему: «Минералого-геохимические особенности при формировании
месторождения Джетигара»

Выполнил

Икимов Д.Ж.

Научный руководитель
канд.геол-минерал.наук, лектор

 С.К. Асубаева

« 8 » _ 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

5В070600 - Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

доктор PhD, ассоц. проф.

 А.А.Бекботаева

« 09 » 06 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающейся Икимов Дамир Жансыбаевич

Тема: «Минералого-геохимические особенности при формировании месторождения Джетигара»

Утверждена приказом по университету № 251-Б от "19" февраля 2021 г.

Срок сдачи законченной работы: « 17 » мая 2021 г.

Исходные данные к дипломной работе: Данные преддипломной практики.

Геологический отчет по месторождению.

Графический и каменный материал месторождения.

Перечень подлежащих разработке в дипломной работе вопросов:

1 Геологическое строение района;

2 Выявление условий формирования руд месторождения;

3 Минералогия руд месторождения;

4 Минералого-геохимические особенности месторождения.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1) Геологическая карта

2) Разрез месторождения

3) Образцы аншлифов;

Рекомендуемая основная литература:

1 Н.В. Демин, И.Ф. Романович, Ф.М. Ройзенман, О.А. Каплин. «Исследование факторов, влияющих на серпентинизацию гипербазитов, условия образования волокнистого хризотила, изменчивость распределения асбестов и обоснование густоты сети эксплуатационной разведки», 2000.

2 Бекботаева Алма Анарбековна. Основы микроскопии горных пород. Учебно-методический комплекс дисциплины (для специальности «5В0706 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»). – Алматы: КазНТУ имени К.И. Сатпаева, 2016 г. С. 15-29

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

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименования разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Срок представления научному руководителю	Примечание
1 Геологическое строение района	07.03.2021 г.	
2 Описание аншлифов	10.04.2021 г.	
3 Фотографирование и оформление снимков	11.05.2021 г.	
5 Определение условий формирования месторождения	12.05.2021 г.	
6 Выводы по изученному материалу	2.06.2021 г.	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Научный руководитель, консультант, Ф.И.О. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
1 Геологическое строение района	канд. геол-минерал. наук, лектор Асубаева С.К.	2.06.2021	
2 Описание аншлифов	канд. геол-минерал. наук, лектор Асубаева С.К.	2.06.2021	
3 Определение условий формирования месторождения	канд. геол-минерал. наук, лектор Асубаева С.К.	2.06.2021	
4 Выводы по изученному материалу	канд. геол-минерал. наук, лектор Асубаева С.К.	2.06.2021	
5 Нормоконтроль	PhD доктор, лектор Омарова Г.М.	5.06.2021	

Зав. кафедрой ГСПиРМПИ,
доктор PhD, ассоц. Профессор



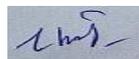
А.А. Бекботаева

Руководитель работы



С.К. Асубаева

Задание принял к исполнению студент



Д.Ж. Икимов

Дата выдачи задания « 24 » ноября 2021г.

АҢДАТПА

Зерттеудің басты объектісі Қостанай облысы, Жітіқара ауданында орналасқан хризотил-асбест - Жетіқара кен орны болып табылады.

Дипломдық тақырып "Джетыгариское кен орнын қалыптастырудағы минералды-геохимиялық ерекшеліктер" тақырыбына арналған.

Кен орнының ерекшелігі тектоникалық орайластыру, сондай-ақ кен түрлерінің гетерогенді таралуы болып табылады.

Асбесттің түрлері кен орнын пайдалануда маңызды фактор болып табылады, өйткені олар кеннің технологиялық қасиеттерін анықтайды. Жыныстардың заттық құрамына, кен денелерінің құрылымдық жағдайына, кен сыйымды кеңістіктің мөлшеріне және т.б. байланысты асбестизацияның таралу заңдылықтары анықталды.

Джетыгара массиві әртүрлі дәрежеде габбро-перидотит формациясына, дәлірек айтқанда оның дунит-гарцбургит қауымдастығына сәйкес келетін серпентинизацияланған ультра негізді жыныстардан тұрады. Гарцбургиттер оның ішінде ең кең таралған. Жұмысты орындау барысында 28 аншлиф зерттелді. Негізгі нәтижелер жұмыста көрсетілген.

АННОТАЦИЯ

Главным объектом исследований является месторождение хризотил-асбеста Джетыгара, расположенное в Костанайской области, Житикаринский район.

Дипломная работа посвящена актуальной теме: «Минералого-геохимические особенности при формировании месторождения Джетыгарское».

Особенностью месторождения является тектоническая приуроченность, а также неоднородное распределение типов руд.

Типы асбестоносности являются важным фактором при эксплуатации месторождения, поскольку в большей мере определяют технологические свойства руд. Установлены закономерности распространения асбестизации в зависимости от вещественного состава пород, структурного положения рудных тел, размер рудовмещающего пространства и др. Месторождение характеризуется достаточно сложными геологическими условиями локализации оруденения.

Джетыгаринский массив сложен в различной степени серпентинизированными ультраосновными породами, которые соответствуют габбро-перидотитовой формации, точнее ее дунит-гарцбургитовой ассоциации. Наиболее широко в его пределах распространены гарцбургиты. В процессе выполнения работы было изучено 28 аншлифов. Основные результаты изложены в работе.

ANNOTATION

The main object of research is the field of chrysotile-asbestos-Dzhetygarinskoye, located in the Kostanay region, Zhitikarinsky district.

The thesis topic is devoted to the current topic: "Mineralogical and geochemical features in the formation of the Dzhetygariskoye field".

The peculiarity of the deposit is the tectonic confinement, as well as the heterogeneous distribution of ore types.

The types of asbestos content are an important factor in the operation of the deposit, since they largely determine the technological properties of the ores. The regularities of the distribution of the asbestos formation are established depending on the material composition of the rocks, the structural position of the ore bodies, the size of the ore-containing space, etc. The deposit is characterized by rather complex geological conditions of mineralization localization.

The Dzhetygarinsky massif is composed of serpentinized ultrabasic rocks to varying degrees, which correspond to the gabbro-peridotite formation, more precisely, its dunite-Harzburgite association. The harzburgites are most widely distributed within its boundaries. In the course of the work, 28 samples were studied. The main results are presented in the paper.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Геологическое строение месторождения	10
1.1 Особенности геологического строения Джетигаринского ультраосновного массива	10
1.2 Условия залегания, структура и морфология асбестовых залежей	14
1.3 Качественная характеристика руд	19
2 Физико-химические свойства хризотил-асбеста	21
2.1 Вредные примеси в волокне хризотил-асбеста	22
3. Минералого-геохимические особенности месторождения	24
3.1 Генезис месторождения	26
3.2 Минералого-петрографические особенности месторождения	32
3.3 Физико-химические показатели волокна хризотил-асбеста малообъемных проб	33
4 Изучение в промышленных условиях руд хризотил-асбеста Джетигаринского месторождения	38
Заключение	39
Список использованной литературы	40
Приложение А	41
Приложение Б	42
Приложение В	43
Приложение Г	44

ВВЕДЕНИЕ

Дипломная работа посвящена изучению минералого-геохимическим особенностям при формировании месторождения Джетигара.

Целью данной работы является изучение минералого-геохимических особенностей при формировании месторождения Джетигара, исследование вещественного состава руд, типов асбестоносности и их характеристики.

В связи с этим решались следующие основные задачи:

- 1) Изучение геологического строения месторождения;
- 2) Выявление главных асбестоносных минералов и закономерностей распределения руд хризотил-асбеста, различных типов асбестоносности и их качественных характеристик, их нахождения с применением микроскопических методов.

С 1965 г. эксплуатируется самая большая на месторождении Основная залежь, а с 1995 года небольшая Западная - единым карьером. За все время эксплуатации месторождения хризотил-асбеста с 1965 г. на 1.07.2012 г. на фабрику подано 262,65 млн. т руды, произведено 15 582,36 тыс. т товарного асбеста. Глубина карьера в настоящее время достигла 288 м.

В процессе эксплуатации месторождения выявились различия в обогатимости руд. К плохообогатимым отнесены приконтурные бедные мелкопрожилковые и мелкосетчатые руды, характеризующиеся низким содержанием волокна третьего класса крупности (-4,8 мм – +1,35 мм) и часто по ситовой характеристике являющиеся технологически некондиционными.

В процессе выполнения работы было изучено 28 аншлифов. Основные результаты изложены в работе, которая состоит из введения, четырех глав, заключения.

1 Геологическое строение месторождения

1.1 Особенности геологического строения Джетыгаринского ультраосновного массива

Джетыгаринское месторождение хризотил-асбеста расположено в одноименном массиве ультрамафитов Притобольско-Аккаргинского комплекса (S_2-D_1) и относится к баженовскому геолого-промышленному типу (Приложение А)

Массив (протрузия) ультрамафитов залегает среди толщ серицитовых, серицит-хлоритовых, кремнистых, кремнисто-углистых сланцев, известняков. Протрузия вытянута в близ меридиональном направлении на 18 км и разделяется на три части апофизами гранитоидов Милютинско-Джетыгаринского массива Милютинского комплекса (C_1-C_2) (Приложение Б). В разрезе протрузия имеет форму расширяющейся на глубину линзы, падающей на восток под углом $40-70^\circ$ (висячий бок залегает положе лежащего). Северная часть массива вытянута в меридиональном направлении на 8 км узкой полосой шириной до 1,5 км. Дайками кислого состава ультрамафиты разбиты на многочисленные блоки, в которых они нацело серпентинизированы и подверглись приконтактному оталькованию и карбонатизации. Несмотря на интенсивную серпентинизацию, ультрамафиты северной части промышленных руд не образуют, они лишь минерализованы. В районе Зиганша установлено небольшое рудопроявление.

Центральная часть массива представлена линзой северо-западного направления. Размеры ее по длинной оси составляет 3,3 км, а по короткой – 1,2 км. В центре линзы располагается слабо серпентинизированное ядро ультрамафитов. Ширина серпентинитовой каймы вокруг ядра неравномерная. На западе она составляет 50-100 м, а в остальных частях 300-400 м. Разрывные нарушения развиты в южной и юго-восточной частях участка. Они фиксируются зонами перемятых, рассланцованных серпентинитов и дайками плагиогранит-порфиров, а также диоритовых порфиритов. Установлено два направления разломов – северо-западное и северо-восточное. В этой части массива размещается Гейслеровская залежь.

Южная часть массива самая крупная. Протяженность ее около 8 км при максимальной ширине до 3 км. От центральной части массива она отделяется апофизой интрузии плагиогранитов. Здесь выделяются два ультрамафитовых ядра - *Большое* размером 6 x 1 км и *Малое* размером 2 x 0,5 км. Они окаймляются полосами серпентинизированных пород и серпентинитов. Ширина полос серпентинитов колеблется в пределах 50 – 300 м. На востоке, в висячем боку Малого ультрамафитового ядра, серпентинитовая кайма достигает максимальной ширины (до 1,5 км). Особо выделяются две зоны

разломов, протягивающиеся на 4 – 5 км с севера на юг. Первая, Восточная зона разломов, включает два разлома и протягивается вдоль восточного контакта ультрамафитового массива, ограничивая с востока серпентинитовую кайму. Вдоль нее внедрялись кислые дайки, серпентиниты интенсивно перемяты, подвержены оталькованию, антигоритизации. Вторая, Центральная зона разломов, образованная одним главным разломом с многочисленными оперяющими, проходит в центре южной части массива и отделяет два гарцбургитовых ядра друг от друга. Она контролируется на большом протяжении выходами даек плагиоклазовых порфиритов, плагиогранит-порфиритов и полосой сильно перемятых серпентинитов шириной 150 – 200 м. На контакте с дайками устанавливается контактовый метаморфизм, оталькование серпентинитов.

Некоторые разломы разбивают Большое ультрамафитовое ядро на более мелкие блоки. Полости разломов выполнены дайками авгитовых порфиритов и спессартитов. В южной части массива локализовано восемь асбестовых залежей, в том числе самая крупная – Основная.

Джетыгаринский массив сложен в различной степени серпентинизированными ультраосновными породами, которые соответствуют габбро-перидотитовой формации, точнее ее дунит-гарцбургитовой ассоциации. Наиболее широко в его пределах распространены гарцбургиты. *Гарцбургиты* сложены, в основном, оливином и имеют зеленовато-серый, темно-зеленый, реже черный цвет с буровато-серыми пятнами, фиксирующими скопления энстатита. Распределение последнего равномерное (обычно 10-20 % от состава породы), реже полосчатое с шириной полос от сантиметров до первых метров. Размеры зерен оливина находятся в пределах 0,1 – 0,7 мм. Зерна энстатита больше оливиновых (1,0 – 1,4 мм, иногда крупнее), часто несут признаки деформации и окружены агрегатами мелких катаклазированных зерен оливина. Количество диопсида в породах составляет 1 – 3 %. Его кристаллы пространственно связаны с энстатитом, размеры их в пределах 0,3 – 0,5 мм. Очень редко (не более 0,3 %) отмечается тремолит. Аксессуарный хромшпинелид встречается в виде зерен неправильной формы размером 0,4 – 0,6 мм. Количество его в породе – 0,2 - 3,0 %. Кристаллы хромшпинелида с периферии замещены каемками магнетита. Оливин при серпентинизации часто замещен петельчатым лизардитом, энстатит превращен в бастит или тонковолокнистый агрегат куммингтонита. Изредка куммингтонит и оливин замещаются тальком, но чаще по этим минералам развивается пластинчатый серпентин-бастит иногда с примесью хлорита. Диопсид при серпентинизации изменяется слабо. Из других минералов в гарцбургитах встречены шёгрениит в виде чешуек, а также более поздние серпентины (хризотил, антигорит), карбонаты, пылевидный магнетит [1].

Дуниты – оливиновые породы с почти полным отсутствием пироксенов. Аксессуарный хромшпинелид наблюдается обычно в форме ромбовидных или округлых зерен. *Лерцолиты* имеют подчиненное значение и обычно встречаются в южной половине протрузии. Особенностью этих оливиновых

пород наряду с высоким содержанием диопсида (более 5%) является неправильная форма зерен акцессорного хромшпинелида, их желтый цвет и частое наличие вокруг них хлоритовых ореолов. Среди *пироксенитов* чаще других встречаются *вебстериты*, содержащие небольшое количество оливина. Преобладающим минералом в них является диопсид, крупные зерна которого (1 - 4 мм) окружены агрегатами более мелких выделений. Присутствующий энстатит замещается куммингтонитом и баститом, а оливин – лизардитом и более поздним хризотилом. Иногда встречается хромшпинелид.

Дуниты, пироксеновые дуниты встречаются ограниченно, в виде небольших тел, которые распространены, в основном, в северной и юго-восточной частях массива. Переход от дунитов к пироксеновым дунитам и гарцбургитам постепенный и фиксируется количеством пироксена. Сами же пироксениты обнаруживаются крайне редко в виде шлировых выделений размерами от первых сантиметров до первых метров. Иногда дуниты и гарцбургиты залегают в виде чередующихся полос мощностью от первых сантиметров до первых метров. Это образование получило название *полосчатый комплекс*.

1.2 Условия залегания, структура и морфология асбестовых залежей

По структурно-тектоническому положению асбестовых залежей в Джетыгаринском ультрамафитовом массиве выделяются три асбестоносных поля: Главное, Северное, Западное.

Главное асбестоносное поле охватывает залежи, расположенные вокруг Малого ультрамафитового ядра южной части протрузии – Основную, Восточную и Западную. С запада и востока оно ограничено зонами разломов, а внутри него наблюдаются два параллельных диагональных разлома северо-западного направления. Одним из этих разломов Восточная залежь отделена от Основной.

Главное асбестоносное поле сложено в разной степени серпентинизированными гарцбургитами и дунитами, иногда они серпентинизированы полностью. Интенсивность серпентинизации возрастает от ультрамафитового ядра через зону мелких гарцбургитовых ядер к нацело серпентинизированным породам.

Основная залежь – самая крупная на месторождении. Она приурочена к восточному контакту Малого ультрамафитового ядра и протягивается в виде широкой (300–400м) дуги на 3900 м. Залежь имеет пластообразную форму и падает согласно с контактом ультрамафитового ядра на восток (Приложение В).

С глубиной мощность залежи уменьшается. Отмечается более пологое падение лежачего бока залежи и более крутое висячего бока. Угол падения лежачего бока до глубины 200-250 м составляет 60°, еще глубже до 800 м увеличивается до 65 – 88°. Висячий бок залежи более неровный и извилистый.

С востока Основная залежь ограничивается Восточной зоной разломов, полости которых выполнены дайками среднего и кислого состава. Северное выклинивание залежи постепенное, южное – резкое. В залежи наблюдается несколько локальных пережимов.

Эти пережимы, а также резкое выклинивание залежи в южном направлении обусловлены дайками и штоками диоритовых порфиритов и гранодиорит-порфиров. Дайки и штоки вызвали, по-видимому, перекристаллизацию и частичное уничтожение асбестоносных серпентинитов и асбестовых руд.

В пределах Основной залежи выделены 6 типов асбестоносности, которые характерны для всего месторождения. При выделении типов асбестоносности учитывались не только геологические факторы (форма жилкования, длина волокна и т.п.), но и промышленное содержание асбеста класса крупности +0,5мм.

Одиночные жилы хризотил-асбеста имеют мощность 5 – 20 мм, редко 25 – 30 мм (Рисунок 1.), они залегают в серпентинизированных перидотитах и окаймлены оторочками массивного плотного темно-зеленого серпентинита. Мощность оторочек в зависимости от мощности асбестовых жил колеблется от 2– 3 см до нескольких десятков сантиметров.

Существует прямая линейная зависимость между мощностями серпентинитовых оторочек и асбестовых жил, подтверждающая привнос вещества для асбестовых жил из вмещающих серпентинитов. Содержание асбеста класса +0,5мм – 2,52% .



Рисунок 1- Одиночные жилы хризотил-асбеста в серпентинизированных перидотитах Основной залежи (Н.Н. Джафаров)

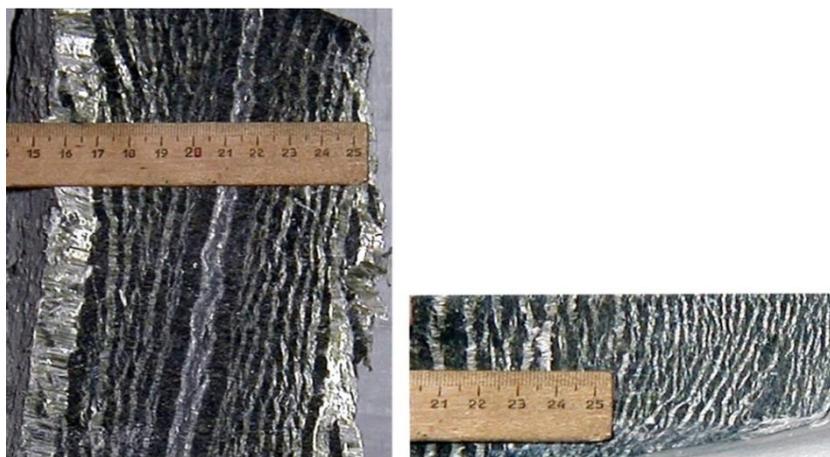


Рисунок 2 - Прожилковая асбестоносность: а) сложные жилы, б) мелкопрожил хризотил-асбеста Основной залежи (Н.Н. Джафаров)

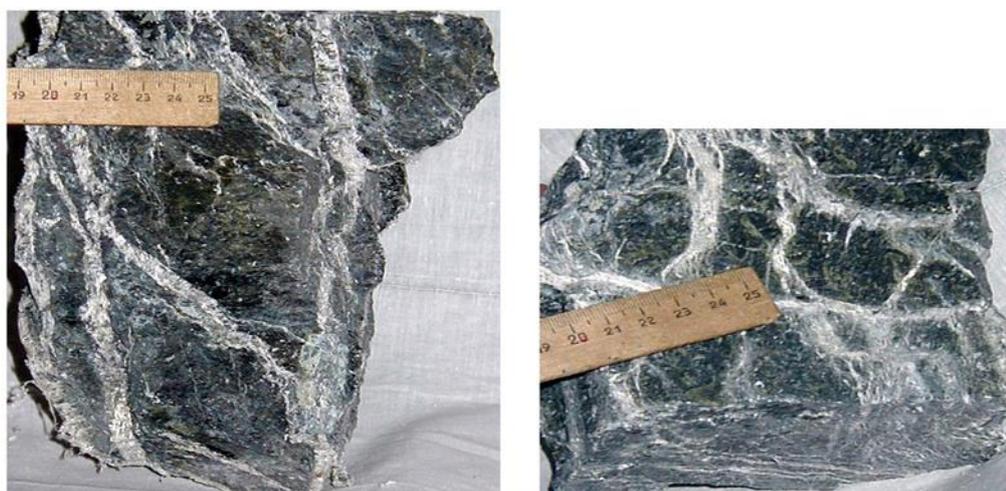


Рисунок 3- Сетчатая асбестоносность: а) крупная сетка, б) мелкая сетка хризотил – асбеста Основной залежи (Н.Н. Джафаров)

Сложные жилы представлены сериями жил хризотил-асбеста, ориентированных параллельно друг другу (Рисунок 2.), которые залегают среди серпентинитов и серпентинизированных перидотитах. Мощность серий колеблется от 10-20 до 50 см, количество жил в серии 20 – 50, мощность жил

в сериях варьирует в пределах 2 – 15 мм. Краевые жилы серий имеют наибольшую мощность. Расстояние между сериями жил составляет 10 – 20 см и более. Присутствуют просечки магнетита и серпентина в жилах асбеста, но чаще всего длина волокна соответствует мощности жил. Содержание асбеста класса +0,5 мм – 4,94%.

Крупная сетка состоит из разноориентированных крупных простых жил хризотил-асбеста (Рисунок 3), залегающих в серпентинитах с ядрами серпентинизированных ультрамафитов. Мощность жил и длина волокна в них колеблется от 2 до 20-25 мм. Размеры ячеек пород между жилами хризотил-асбеста изменяются от 10x10 до 50x90 см. Просечки магнетита встречаются редко. Содержание асбеста класса +0,5 мм – 4,58 %.

Мелкая сетка по морфологии жилкования аналогична крупной и отличается от нее лишь меньшей мощностью жил хризотила-асбеста (до 7 мм) и меньшим размером ячеек безрудных вмещающих пород (<12x12 см), заключенных между жилами асбеста (Рисунок 2). Магнетитовые просечки редки. Содержание асбеста класса +0,5 мм – 3,47 %.

Мелкопрожил визуально сходен с типом сложных жил и отличается от него меньшей мощностью жил хризотил-асбеста. В типичном мелкопрожиле (Рисунок 2.) отдельные жилы имеют мощность 1- 3 мм, причем мощность жил в серии почти одинакова. Мелкопрожилковая асбестоносность приурочена к апоперидотитовым серпентинитам хризотилового и хризотил – лизардитового состава. Содержание асбеста класса +0,5 мм – 3,91%.

На Основной залежи отмечается зональность рудоносных пород: степень серпентинизации увеличивается в направлении от ультрамафитового ядра к периферии массива. От лежащего бока залежи к висячему выделяются: серпентинизированные перидотиты и дуниты; серпентиниты с ядрами перидотитов или дунитов, составляющими 5-50% породы; серпентиниты. Оруденелые серпентинизированные гарцбургиты и дуниты, которые слагают не более 5% объема всей залежи, протягиваются вдоль ее лежащего бока полосой мощностью от 5 до 90 м. Серпентинизация здесь, в основном, хризотиловая и лизардитовая. Асбестовая минерализация представлена одиночными жилами и просечками. Серпентинизированные дуниты в отличие от гарцбургитов слабо асбестоносны. В них отмечены лишь просечки асбеста.

Зона серпентинитов с ядрами перидотитов, реже дунитов, составляет значительную часть залежи (25%) и располагается к востоку от полосы серпентинизированных перидотитов. Размеры ядер гарцбургитов колеблются от 1 до 200 см, обычно 10 – 50 см. Форма ядер шаро и бочкообразная, а также яйцевидная. Расстояния между ядрами сопоставимы с их параметрами. Границы ядер с вмещающими серпентинитами резкие, не превышает нескольких миллиметров. Следует отметить, что жилы хризотил-асбеста, независимо от размера ядер, отделены от последних серпентинитовой оторочкой мощностью от 1 до 15 см. По минеральному составу серпентиниты этой зоны на севере и в центре залежи хризотил-лизардитовые, а от центра на

юг – лизардит-хризотилловые. С этой полосой связаны наиболее богатые асбестовые руды - крупная сетка и сложные жилы.

Зона полной серпентинизации является самой мощной и занимает до 70 % объема залежи. Она слагает восточную и частично осевую ее части. В зависимости от состава исходных пород серпентиниты данной полосы делятся на апоперидотитовые, аподунитовые и развитые по полосчатому дунит-гарцбургитовому комплексу, а по минеральному составу-соответственно на хризотил-лизардитовые, существенно хризотилловые и лизардит-хризотилловые. С этой полосой связаны асбестоносности типа бедных сложных жил и крупной сетки, мелкопрожила, мелкой сетки и просечек.

Таким образом, для каждой зоны характерен определенный тип асбестоносности. Кроме того, в пределах залежи наблюдается рудная зональность, обусловленная составом и структурой вмещающих пород: вдоль лежачего бока просечки и одиночные жилы асбеста в серпентинизированных перидотитах и дунитах; более богатые сложные и крупносетчатые жилы в серпентинитах с ядрами перидотитов в осевой части; бедные сложные жилы и крупная сетка, мелкосетчатые жилы, мелкопрожил и просечки – в серпентинитах вдоль висячего бока. Серпентиниты с антигоритом располагаются в приконтактных частях даек гранитоидов и самостоятельного значения не имеют.

1.3 Качественная характеристика руд

Как уже выше было отмечено, в пределах Основной залежи выделяются разные типы асбестоносности, и они отличаются характером жилкования, количеством и длиной волокна, составом вмещающих пород и т. д. Совокупность этих факторов влияет на технологические свойства руд, и каждый промышленный тип асбестоносности (одиночные жилы, сложные жилы, крупная сетка, мелкая сетка и мелкопрожил) соответствуют различным типам руд.

Неравномерное распределение асбеста с разным качеством (под словом «качество» подразумевается длина волокна) и количеством в различных типах асбестоносности в пределах залежей требует детального их изучения, оконтуривания и раздельного подсчета запасов. По промышленным кондициям запасы месторождения были подсчитаны по каждому типу асбестоносности. Распределение типов асбестоносности и содержание асбеста по классам крупности в них по участкам Основной залежи по слоям в пределах проектного карьера глубиной 390 м приведено на геологических

погоризонтных планах, геологических разрезах, результаты подсчета запасов более подробно приведены в разделе 8.

Распространение типов асбестоносности в оставшихся запасах в пределах проектного карьера, кроме природных факторов обусловлено состоянием горных работ и положением контуров проектного карьера.

Самыми богатыми по содержанию асбеста класса +0,5 мм являются сложные жилы (содержание асбеста класса +0,5 мм – 4,94 %, II сита –1,62 %, III сита – 44,47 %) и далее крупная сетка (содержание асбеста класса +0,5 мм – 4,58%, II сита – 5,85%, III сита –55,75 %). Одиночные жилы по количеству волокна небогатые, содержание асбеста класса + 0,5 мм – 2,52%, но отличаются высокими содержаниями II и III сита 10,07 % – 57,07 %). В мелкосетчатых рудах содержание класса крупности +0,5мм, II и III сита составляют 3,47%, 1,47% и 41,61% соответственно. Несмотря на сравнительно высокие содержания класса + 0,5 мм 3,91% мелкопрожилковые руды отличаются низкими содержаниями II и III сит – 0,21 %; 26,21 %.

2 Физико-химические свойства хризотил-асбеста

Промышленные руды Джетыгаринского месторождения сложены поперечно-волокнистым хризотил-асбестом. В резко подчиненном количестве среди рассланцованных и перемятых серпентинитов в зонах разломов встречаются отдельные жилки с косо-волокнистым асбестом или с асбестовидной разновидностью – брусит-немалита, напоминающей продольно-волокнистый асбест.

Хризотил-асбест представляет собой водный силикат магния и является минералом группы серпентина моноклинной сингонии. Промышленная ценность хризотил-асбеста определяется следующими параметрами: длиной волокна, эластичностью, прочностью, несгораемостью, способностью при механическом воздействии распадаться на тонкие, гибкие эластичные волокна, химической стойкостью по отношению к щелочам, способностью выдерживать высокие температуры без существенных изменений своих физических свойств. Институтом «ВНИИпроектасбест» при проведении исследований выполнены термические анализы, определены электрокинетический потенциал асбестового волокна, величина рН асбестовых суспензий, содержание немалита и магнетита в пробах, физико-механические свойства хризотил-асбеста методом распушки.

Хризотил-асбест Джетыгаринского месторождения характеризуется следующими химическими и физико-технологическими показателями:

1) Химический состав хризотил-асбеста $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Содержание SiO_2 45,5%, MgO – 40%. Содержание H_2O колеблется в пределах 12,56 – 13,01%;

2) Кристаллооптические исследования волокна асбеста показали изменение показателя преломления в иммерсионных жидкостях в пределах 1,550 – 1,562;

3) Объемная масса волокна 2,4 – 2,6 г/см³;

4) Температура плавления асбеста 1450 – 1500°;

5) Термостойкость (потеря конституционной воды и прочности) в градусах Цельсия: при длительном постоянном нагреве-500°, при кратковременном нагреве-700°;

6) Щелочестойкость асбеста высокая: содержание веществ, растворимых в 25% растворе КОН при кипячении волокна в течение 4 часов, составляет 3,07%;

7) Кислотостойкость слабая: содержание растворимых в соляной кислоте плотности 1,19 веществ в течение 4 часов составляет 53,4%;

8) Плотность колеблется от 2,52 до 2,64 г/см³;

9) Электрокинетический потенциал и рН асбестовой суспензии позволяют судить о хризотил-асбесте нормальной прочности: $\Sigma = +(15-30)\text{МВ}$; рН=8 -9,75;

10) Максимум распушки волокна соответствует температуре 470°С, что характерно для асбеста нормальной прочности, исключение составляет

волокно из аподунитовых серпентинитов, которое характеризуется пониженными физико-механическими свойствами (максимум распушки волокна при 420° С).

На основании выполненных исследований сделаны следующие выводы: по физико-химическим и механическим свойствам хризотил-асбест Джетыгаринского месторождения аналогичен баженовскому асбесту нормальной прочности.

Для изучения качества хризотил-асбеста в асбоцементных образцах институтом «ВНИИпроектасбест» было изучено волокно глубоких горизонтов, не затронутых выветриванием. При проведении испытаний было установлено следующее:

1) Водопоглощение асбоцементных образцов не превышает 25 %, т.е. соответствует невыветрелым образцам асбеста;

2) Степень распушки асбеста после обработки в бегунках и пропеллерной мешалке составляет 100%;

3) Физико-механические показатели асбоцементных образцов в возрасте 14 суток следующие: предел прочности при изгибе от 34,4 до 48,8 МПа, ударная вязкость от 3,3 до 4,89 КДж/м² (при большем количестве длинного волокна в пробе увеличивается ударная вязкость и предел прочности образцов);

4) На технологические свойства асбоцементных образцов оказывает влияние содержание в пробе волокна II сита контрольного аппарата или фракции крупностью более 1,17 мм.

2.1 Вредные примеси в волокне хризотил-асбеста

Вредными примесями в волокне хризотил-асбеста являются немалит, магнетит и некоторые другие, содержание которых не регламентируется ГОСТом. При проведении эксплуатационной разведки и доразведки Основной залежи месторождения волокно асбеста было изучено на немалит по 106 пробам и на магнетит по 153 рядовым пробам, отобраным с разных участков и горизонтов. Определение содержания немалита было проведено термическим анализом по 89 пробам и методом термической дифференциации по 17 пробам. Результаты определения показали, что в 34 % проб немалит отсутствует, в остальных пробах его содержание колеблется от следов до 7,6 %. Среднее содержание немалита в пробах Основной залежи составляет 1,22 %. Для сравнения среднее содержание немалита по Баженовскому месторождению хризотил-асбеста составляет 1,98 % при колебаниях от 0 до 13 %. Изучение корреляционной зависимости содержания немалита в волокне от содержания асбеста +0,5мм (1 – V1 сортов) по Основной залежи показало, что существует слабая обратная связь ($r = - 0,58$), т. е. содержание немалита возрастает при уменьшении общего содержания асбеста. Преобладающей закономерностью в распределении немалита является приуроченность его к зонам смятия, рассланцевания и повышенной трещиноватости.

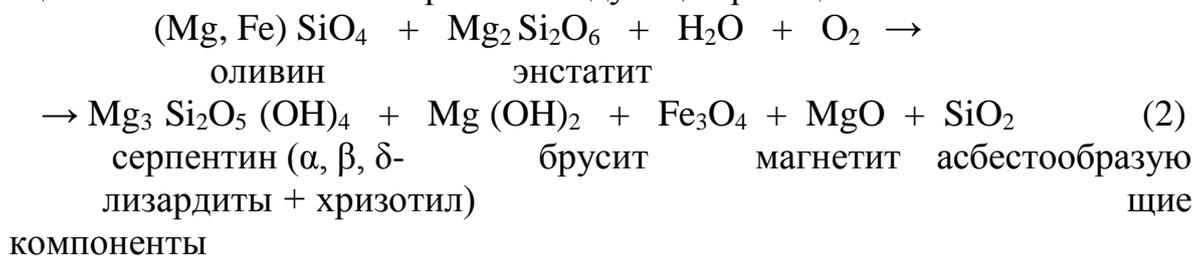
Магнетит в волокне хризотил-асбеста обычно выполняет просечки в центральной части жилок хризотил-асбеста и нередко встречается в краевых участках жилок. Мощность просечек магнетита незначительная от долей мм до 1,0-1,5 мм. Среднее содержание магнетита в пробах хризотил-асбеста составляет 1,42 % при колебаниях от 0,75 до 2,95 %. Причем 80 % проанализированных проб характеризуется содержанием магнетита от 0 до 2 % и довольно равномерным его распределением. Для сравнения в баженовском асбесте среднее содержание магнетита составляет 2,15 %.

Таким образом, по содержанию немалита и магнетита волокно хризотил-асбеста Джетыгаринского месторождения не имеет существенных отличий от асбеста Баженовского месторождения. Следует отметить, что за весь период эксплуатации Джетыгаринского месторождения рекламаций от потребителей на повышенное содержание вредных примесей в товарном асбесте не поступало.

В стадии аллометаморфизма поступающие из верхней мантии и транспортирующиеся в зону субдукции тектонизированные гарцбургиты и сопровождающие их дуниты испытывали серпентинизацию в зависимости от тектоники: более раздробленные и меланжированные породы серпентинизировались почти нацело, менее раздробленные замещались серпентинизацией частично и сохранили α - лизардитизированный петельчатый облик, возникший в стадию аутометаморфизма.

Во вторую стадию серпентинизации при незначительном разогреве ультрамафитов, который, возможно, происходит при транспортировке, возникает менее богатый железом β - лизардит-хризотилловый ряд серпентинитов и асбестовые жилы.

Процесс асбестообразования с участием воды и кислорода сводится к выносу из серпентинизированных ультрамафитов избытка железа, магния и кремнезема, которые переотлагаются в виде асбеста, брусита, магнетита. Принципиально его можно выразить следующей реакцией:



Выносятся раствором из зон серпентинизации и отлагаются в трещинах и полостях.

Основными асбестоносными породами являлись гарцбургиты (с содержанием энстатита –10-20%), где соотношения компонентов максимально близки к таковым в асбесте. При тектонизации ультрамафитов крупные ядра образовались по относительно однородным по составу породам. По дунит-гарцбургитовому полосчатому комплексу возникали мелкие ядра гарцбургитов, образующие переходы от крупных ядер к серпентинитовому меланжу. Наличие мелких ультрамафитовых ядер обеспечили формирование зонального строения крупных залежей хризотил - асбеста.

Асбестовые месторождения сохраняются в обдукционных пластинах ультрамафитов и в этом большая роль крупных гарцбургитовых ядер, наблюдаемых на многих месторождениях, в том числе и Джетыгаринском. Некоторые исследователи считают, что наиболее крупные пластины асбестоносных офиолитов могут быть перемещены на континент только тогда, когда океанский хребет достигает зоны субдукции незадолго до столкновения континентов. Геолого-генетическая модель условий формирования и сохранения хризотил-асбестовых месторождений, связанных с альпинотипными ультрамафитами: приложение 2.

В связи с тем, что асбестоносная океанская кора формируется и существует субаквально и в большинстве случаев исчезает в процессе

субдукции, важным является определение условий сохранения океанской литосферы, в том числе залежей асбеста, на континенте. Обычно сохраняются участки океанской литосферы, которые возникли на ранних стадиях спрединга океанских бассейнов и располагались вблизи континентальной окраины.

В таком случае они могут быть приподняты и обнажены в пределах внешних дуг при перемещении зоны субдукции от границы раздела океанской и континентальной коры в сторону бассейна.

Наиболее крупные пластины асбестоносных офиолитов, вероятно, могут быть перемещены в субаэральные условия только тогда, как океанский хребет или трансформная система достигают зоны субдукции незадолго до столкновения континентов.

Месторождения поперечно-волокнистого асбеста баженковского (каким является Джетыгаринское месторождение хризотил-асбеста) и лабинского типа размещаются либо в обдуцированных пластинах, либо в аккреционных призмах. В случаях усиления одностороннего давления происходит трансформация поперечно-волокнистого асбеста в продольно-волокнистый. В результате образуются месторождения карачаевского типа. Этот процесс происходит в условиях повышения температуры и рН растворов при высокой активности Mg, что приводит к обогащению продольно-волокнистого асбеста немалитом. В таких зонах появляются наложенные динамотермальные метаморфиты тремолит-актинолитового состава, развитые преимущественно по пироксенитам. Рудовмещающие серпентиниты чаще всего перекристаллизуются в антигорит-тальковые породы, по ним развивается интенсивное рассланцевание. При коллизии месторождения асбеста не сохраняются. Следует отметить, что во всех офиолитовых поясах (включая Джетыгаринский район) Уральского и Восточно-Казахстанского щитов в догранитных базальных конгломератах имеются тальки уже рассланцованных и серпентинизированных ультрамафитов и серпентинитов с асбестовой минерализацией, что доказывает догранитный возраст асбестовых руд.

Возможность обнаружения в пределах Джетыгаринского ультраосновного массива новых крупных залежей маловероятна, а небольших залежей и рудных тел вполне реальна.

Перспективы Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста связаны, в основном, с глубокими горизонтами Основной залежи. Результаты геологоразведочных работ доказывают, что с глубиной увеличивается интенсивность асбестового оруденения и улучшается качество волокна.

В пределах рудного района расположены несколько ультраосновных массивов и не исключено, что поиски новых месторождений могут дать положительные результаты.

3.2 Минералого- петрографические особенности месторождения

В Джетыгаринском массиве ультрамафиты подверглись серпентинизации. Визуально выделяются ареалы развития лизардитовых,

хризотил-лизардитовых, хризотилowych серпентинитов. Подавляющее большинство ареалов серпентинизации вокруг ультрамафитов лизардитовые, лизардит-хризотилowe. Хризотилowe серпентиниты чаще всего аподунитowe. Петрохимически дуниты и перидотиты массива характеризуются низким отношением кремнезема к магнезию, почти полным отсутствием титана и щелочей, низким содержанием кальция, глинозема. В них отмечены относительно высокие концентрации хрома и кобальта.

В пределах массива изредка встречаются жильные дуниты, пироксениты, габбро, горнблендиты. Они залегают в виде даек и жил и имеют крупнозернистую структуру и рвущие контакты с вмещающими ультрамафитами и серпентинитами. Жильные породы не затронуты серпентинизацией, но частично подвержены кальциево-силикат-ным метасоматическим преобразованиям – родингитизации. Некоторые жильные породы полностью превращены в родингиты. Отмечено также два небольших массива габбро, рвущих вмещающие сланцы и серпентиниты по ультрамафитам. Таким образом, очевидно, что жильные породы формировались после серпентинизации и, по-видимому, асбестизации ультрамафитов. Некоторые исследователи считают, что жильные мафиты и ультрамафиты возникают вследствие метаморфизма серпентинитов. Жильные породы в отличие от пород, слагающих массив, обогащены кальцием за счет появления в их составе диопсида.

Таблица 1 - Химический состав пород Джетыгаринского месторождения (в %)

Компоненты	Дунит слабо серпентинизированный (среднее из 2 проб)	Серпентинит аподунитовый (среднее из 2 проб)	Гарцбургит серпентинизированный (среднее из 5 проб)	Серпентинит апогарцбургитовый (среднее из 7 проб)	Хризотил-асбест (одна проба)
SiO ₂	36,31	36,00	37,15	38,67	40,16
TiO ₂	0,01	сл.	0,03	сл.	сл.
Al ₂ O ₃	1,03	1,23	1,23	1,31	0,75
Cr ₂ O ₃	0,025	0,77	0,15	0,41	0,03
Fe ₂ O ₃	4,89	2,80	3,87	3,21	0,82
FeO	2,52	2,79	3,18	1,98	1,00
MnO	0,002	0,09	0,0022	0,09	0,05
MgO	40,25	39,77	39,47	39,45	40,95
NiO	нет	0,16	нет	0,24	сл.
CaO	0,81	0,88	1,96	0,75	0,84
Na ₂ O	сл.	нет	0,05	нет	нет
K ₂ O	сл.	нет	0,001	нет	нет
SO ₃	0,21	0,78	0,12	0,48	0,30
H ₂ O	0,45	нет	0,95	нет	не опр.
CO ₂	0,30	нет	0,46	нет	не опр.
S	0,03	нет	0,04	нет	не опр.
n.n.n.	13,67	14,46	11,48	13,32	14,68
Объемная масса	2,56	2,45	2,84	2,40	2,36

В южной части ультрамафитового массива известно 11 небольших хромитовых тел, из которых одно имело промышленное значение и полностью отработано.

Вторичные изменения пород Джетыгаринского ультрамафитового массива произошли в результате автометаморфизма и аллометаморфизма. Последний объединяет многообразные процессы, среди которых можно выделить собственно аллометаморфический, контактово-метаморфический, гипергенный.

Наиболее ранние, автометаморфические, изменения происходят в условиях низких температур (80- 200°) и выражаются в повсеместном образовании α -лизардита по ультрамафитам. Интенсивность α -лизардитизации пород колеблется от 30 до 70 %. Для нее характерна мелкопетельчатая структура, которая образуется в результате окаймления α -лизардитом оливининовых кристаллов. При α -лизардитизации магнетит не образуется, железо окисляется и практически целиком входит в кристаллическую структуру серпентина. В связи с этим α -лизардитизированные породы магнитными аномалиями не фиксируются. В пределах Джетыгаринского ультрамафитового массива α -лизардитизированные породы сохранились лишь в ядрах ультрамафитов. По периферии ядер α -лизардиты наблюдаются только в реликтах среди серпентинитов более поздней аллометаморфической стадии. Гарцбургиты, испытавшие α -лизардитизацию, имеют темно-зеленую окраску, неровный излом, массивную текстуру. Дунитам свойственен более интенсивный автометаморфизм, здесь α -лизардит чаще всего встречается с чешуйками брусита.

Собственно аллометаморфическая серпентинизация происходит после повсеместной α -лизардитизации. Этот процесс на месторождении детально изучен [А. С. Варлаковым]. Начало аллометаморфизма фиксируется образованием β -лизардита (Рисунок 4); при последующем повышении температуры и щелочности растворов возникают γ -, δ -лизардит и хризотил. Главным отличием аллометаморфической серпентинизации от серпентинизации автометаморфической является выделение магнетита и брусита. Аллометаморфические серпентиниты и серпентинизированные породы слагают периферийные тектонизированные зоны ультрамафитовых ядер. Петельчатые и ленточные β -лизардиты встречаются также в мелких ядрах α -лизардитизированных гарцбургитов. Содержание магнетита в ядрах α -лизардитизированных гарцбургитов, испытавших β -лизардитизацию колеблется в пределах 0,8 - 2 %. Породы, испытавшие β -лизардитизацию, имеют зеленый и темно-зеленый цвет, плотные с раковистым изломом. Структура β -лизардита гофрированно-секторальная, часто β -лизардит замещается δ -лизардитом (Рисунок 5). Ячейки δ -лизардита имеют мозаичное, паркетовидное строение. Наряду с реликтовым β -лизардитом в δ -лизардитовых серпентинитах встречаются новообразованные ячейки из

игольчатых и клиновидных индивидов γ -лизардита (Рис. 2.4). Указанные типы лизардитов встречаются совместно, в разных соотношениях, но среди них обычно преобладает β -лизардит.

Хризотилловые серпентиниты имеют серый цвет, отличаются различными видами волокнистых структур (Рисунок 6). Хризотил встречается как самостоятельно, так и в ассоциации со всеми разновидностями лизардитов. Обычно он наблюдается совместно с клиновидным γ -лизардитом. Под микроскопом установлено, что хризотилловые серпентиниты наложены на лизардитовые и возникают после них. Существенно хризотилловые серпентиниты отличаются интенсивным развитием брусита в породе, и магнетита – по хромшпинелидам.

В Джетыгаринском массиве визуальнo выделяются ареалы развития лизардитовых, хризотил-лизардитовых, хризотилловых серпентинитов. Подавляющее большинство ареалов серпентинизации вокруг ультрамафитов лизардитовые, лизардит-хризотилловые. Хризотилловые серпентиниты чаще всего аподунитовые (рисунок 7). Характерно развитие хризотила по β -лизардитовым серпентинитам в виде шнуров и прожилков, а также в оторочках асбестовых жил.

Антигоритовая серпентинизация для массива в целом не характерна. Ареалы антигоритизации тяготеют к экзоконтактам даек и массивов гранитоидов, они возникают при контактовом метаморфизме путем перекристаллизации всех разновидностей серпентинитов.

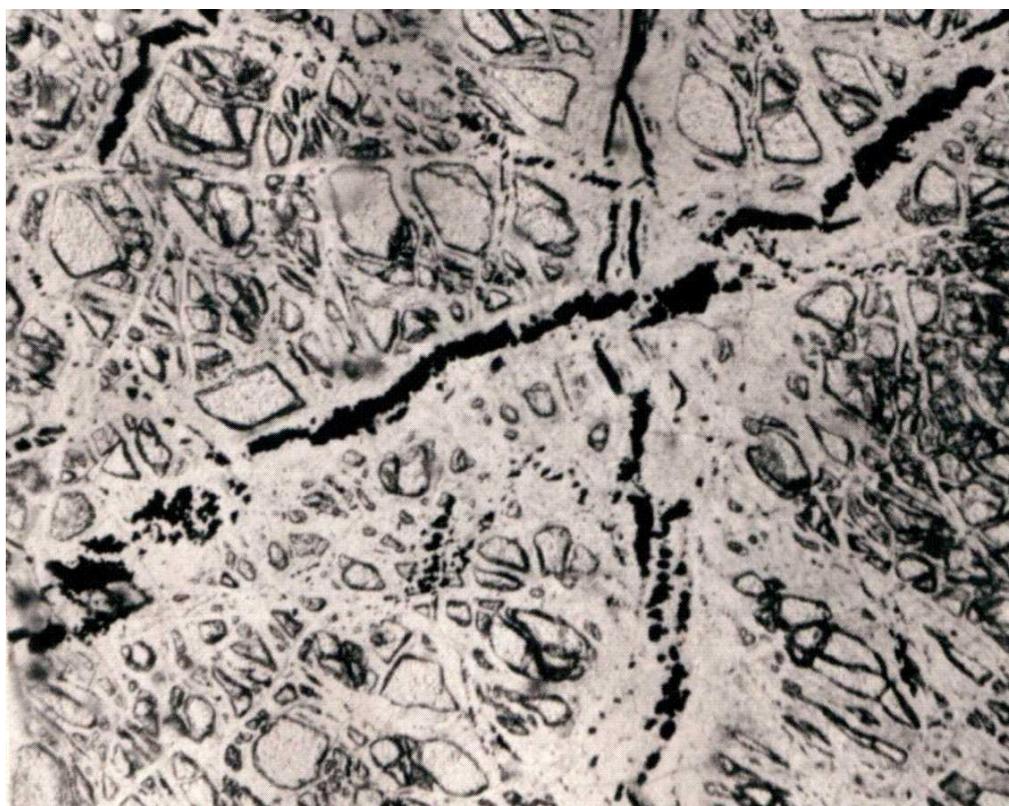


Рисунок 4 - Петельчатое развитие β – лизардита с выделениями магнетита по оливину со шнурами α – лизардита в гарцбургите. (Н.Н.Джафаров)



Рисунок 5 - Серпентинит δ -лизардитового состава. Ячейки δ -лизардита мозаичного, паркетовидного, решетчатого строения. (Н.Н.Джафаров)



Рисунок 6 - Клиновидные выделения γ – лизардита среди хризотила с пластинками брустита(Н.Н.Джафаров)



Рисунок 7 - Перекрещенно-волокнистые, решетчато-волокнистые и гребенчато-волокнистые формы выделений хризотила в апогарцбургитовом серпентините из оторочки хризотил-асбеста(Н.Н.Джафаров)

Гипергенные изменения ультрамафитового массива выражены в появлении нонтронита и железистой охры по серпентинитам и образовании дресвы по ультрамафитовым ядрам. Волокно хризотил-асбеста в зоне выветривания также подвергнуто изменению, в результате которого снижается его прочность. Глубина зоны гипергенеза достигает 30 - 50 м

На месторождении также эмпирически установлено, что дуниты в одинаковых структурно-тектонических условиях с гарцбургитами и серпентинитами по ним отличаются более низкими содержаниями асбеста или вообще неасбестоносны. В контактовых частях дунитов с гарцбургитами отмечается затухание жилоч асбеста при переходе их из апогарцбургитовых в аподунитовые серпентиниты .

Промышленных концентраций асбест достигает, как указывалось, в так называемом полосчатом комплексе, представляющем собой перемежаемость аподунитовых и апоперидотитовых серпентинитов.

Асбестоносность отдельных участков зависит не только от благоприятного вещественного состава вмещающих пород. Определенную роль в количественном распределении асбеста играют также структурно-тектонические особенности участка, где эти породы встречаются. Об этом свидетельствует различное содержание асбеста в одинаковых по составу вмещающих породах в одних и тех же типах асбестоносности на разных участках Основной залежи, характеризующихся различной напряженностью тектоники.

3.3 Физико-химические показатели волокна хризотил-асбеста малообъемных проб

Для исследований физико-химических свойств природного недеформированного волокна от каждой пробы отобраны образцы жил хризотил-асбеста, обработанных для анализа вручную.

Жилы хризотил-асбеста 3 малообъемной пробы руд Джетыгаринского месторождения были исследованы:

- методом окрашивания водным раствором хлор-цинк-йода, основанным на способности хлор-цинк-йода адсорбироваться из водного раствора на поверхности волокна хризотил-асбеста;

- термическим методом, заключающимся в исследовании физико-химических превращений, происходящих в продукте при изменении температуры до 1000°C;

- методом крутильных колебаний, заключающимся в стадийном диспергировании агрегатов хризотил-асбеста ультразвуком с последующим испытанием на крутильных весах Кулона;

- определена массовая доля потерь при прокаливании (уменьшение массы исследуемого продукта за счет улетучивания воды, диоксида углерода и органических веществ при прокаливании около 1000°C);

- на магнитную восприимчивость с определением массовой доли магнетита;

- методом инфракрасной спектроскопии для определения разновидности хризотил-асбеста [1-5].

4 Изучение в промышленных условиях руд хризотил-асбеста Джетигаринского месторождения

Проба № 1. ЭК-59. Отм.+65 м. Центральный участок, западный борт. Профильная линия 13,50-14,90.

СЖ-30 % + КС-70 %. 1 группа обогатимости.

Асбестоносность типа сложных жил в апоперидотитовых серпентинитах серовато-зеленого цвета, массивной текстуры и скрытозернистой структуры. Зерна бастита лизардитового состава размером 4-7 мм в количестве 7-10 %. Жилки хризотил-асбеста мощностью 2-5 мм в виде серий общей мощностью до 30-40 см. В сериях до 20-30 жилок и расстояние между ними 7-13 мм. Расстояние между сериями в среднем 30-60 см (рисунок 8). Волокно поперечнорасположенное, эластичное, обычно без просечек внутри.



Рисунок 8 – Сложные жилы в апоперидотитовых серпентинитах

Микроописание: серпентинит апоперидотитовый лизардит-хризотилитовый. Структура блочно-пластинчатая с элементами игольчатой и микрзернистой. Основная масса породы представлена пластинами, блоками β -лизардита (размером 0,3-0,8 мм), по которым развивается перекрещено-игольчатый, решетчатый агрегат хризотила. Встречаются блоки микрзернистого лизардита размером до 0,5 мм. Также лизардит представлен шнурами, мощностью до 0,3 мм с просечками и цепочками зерен магнетита. Зерна бастита лизардитовые, размером до 3-4 мм. По краям зерен замещается хризотилом. В некоторых отчетливо видна спайность. Зерна хромшпинелидов

размером до 1,5 мм, просвечивают буро-вишневым цветом, корродированные и замещаются хризотилом и лизардитом. Минеральный состав:

Хризотил – 60 %

Лизардит – 37-38 %

Магнетит – 2-3 %

Хромшпинель – ед. зерна

Крупная сетка – ядра перидотитов с серпентинитовыми оторочками жил асбеста. Ядра размером 0,5-1 м, имеют угловатую реже округлую форму. Количество ядер до 50 % объема крупной сетки (рисунок 9).



Рисунок 9 – Ядра перидотитов в крупной сетке

Перидотиты темно-серо-зеленого цвета, массивные, тонко-скрытозернистой структуры. В шлифе порода определяется как интенсивно серпентинизированный (на 90 %) перидотит, либо серпентинит с реликтами зерен оливина. Зерна оливина разбиты многочисленными трещинками по которым развиты шнуры α -лизардита. Они разноориентированы, обычно мощностью до 0,05-0,07 мм и длиной до 0,2-0,3 мм. Хризотил распространен в виде пучков игольчатых и пламенивидных выделений размером до 0,1 мм. Оливин сохранился в виде реликтов зерен размером до 0,1 мм. Первичные зерна определяются в размерах до 0,5 мм. Бастит – зерна хризотил-лизардитового состава, размером до 0,1 мм. Прожилки хризотил-асбеста извилистые, мощностью до 0,08 мм, имеют нечеткие границы. В них присутствуют включения зернышек магнетита. От зальбандов в сторону

породы часто развит щетковидный хризотил. В породе присутствуют прожилки текстурированного офита мощностью до 0,15 мм, имеют низкое светопреломление. Они извилистые и пересекающиеся. По границам этих прожилков и внутри них присутствуют ксеноморфные зернышки и полосы магнетита. Однозначно определяется, что эти прожилки офита более ранние по сравнению с жилками хризотил-асбеста.

Минеральный состав перидотитов:

Оливин – 10 %

Лизардит – 60 %

Хризотил – 25 %

Хризотил-асбест – до 1 %

Магнетит – 5 %

Серпентиниты оторочек светло-серо-зеленого цвета. Массивной текстуры, скрытозернистой структуры. Бастит лизардитовый, зерна размером до 8 мм, в количестве около 10 %. Оторочки разбиты многочисленными поперечно расположенными трещинками, по которым развиты мучнистые налеты гидроокислов магния белесого цвета. Микроскопическое описание: серпентинит апоперидотитовый, лизардит-хризотилитовый. Микроструктура блочная, решетчато-игольчатая. Порода состоит из блоков β -лизардита (размером до 1,5-1,7 мм), по которым развивается перекрещено-игольчатый, решетчатый агрегат хризотила. Бастит существенно лизардитовый. Его зерна размером до 3 мм имеют неправильную форму. Хорошо наблюдается спайность и по ней иногда развит хризотил. Магнетит в виде неравномерно распределенной вкрапленности зернышек размером до 0,1 мм. Хромшпинелиды обычно идиоморфные зерна размером до 0,5 мм.

Минеральный состав серпентинитов:

Хризотил – 60-65 %

Лизардит – 35-37 %

Магнетит – до 1 %

Хромшпинель – до 1 %

Жилы хризотил-асбеста мощностью до 15 мм, при средней 5-8 мм. Поперечноволоконистые. В более мощных обычно присутствуют просечки магнетита и серпентина. Волокно эластичное, но в отдельной глыбе встречены жилки полумомких разностей.

Серпентинит, представляющий полумомкий асбест хризотил-лизардитовый, апоперидотитовый. Структура блочно-ячеистая, с наложенной игольчато-решетчатой. Ткань породы представлена блоками β -лизардита (размером 0,3-0,8 мм). По периферии ячеек, внутрь их, развивается игольчатый, решетчатый, щетковидный порообразующий хризотил. В центральной части трети ячеек лизардита развит чешуйчатый хлорит, насыщенный тонкодисперсным бурым веществом. Размер хлоритовых выделений 0,1-0,3 мм. В породе также развит лизардит, в виде прожилков, шнуров мощностью до 0,01 мм. В некоторых шнурах присутствуют магнетитовые просечки. Бастит лизардитовый, размер зерен до 3 мм. Наблюдаются трещинки

спайности. Хромшпинелиды – изометричные зерна размером до 1,5 мм. Они частично замещаются магнетитом и корродированы по краям серпентиновыми минералами.

Минеральный состав:

Лизардит – 75 %

Хризотил – 20 %

Хлорит – 5 %

Магнетит – до 1 %

Хромшпинель – ед. зерна.

По породам встречаются редкие зеркала скольжения, по которым развиты офит и немалит.

Отобраны две пробы волокна для проведения физико-химических исследований – эластичного и полумомкого и четыре образца пород для изготовления прозрачных шлифов.

Проба № 2. ЭК-39. Отм.+80 м. Южный участок, восточный борт. Профильная линия 30,25-31,00.

МС с элементами КС и МПР (до 10 %). 3 группа обогатимости.

Серпентиниты апоперидотитовые, светло-серо-зеленого цвета участками зеленовато-серые, массивной текстуры, скрытозернистой структуры. Зерна бастита лизардитовые, имеют размер 3-5 мм, их количество до 5 %.

Микроскопическое описание: серпентинит апоперидотитовый лизардитовый. Микроструктура блочно-пластинчатая. Порода состоит из ксеноморфных блоков β-лизардита, размером до 3 мм (в среднем 1-1,5 мм). Пересекая их участками наблюдаются шнуры лизардита мощностью до 0,04 мм, иногда имеющие центральные просечки или цепочки зерен магнетита. Эти шнуры обычно изогнутые и извилистые. Бастит лизардитовый с явно выраженной спайностью, размером 0,5-1,5 мм. Хризотил-асбест в виде извилистых, ветвящихся прожилков с невыдержанной мощностью до 0,05 мм. Прожилки асбеста часто имеют нечеткие границы (зальбанды). Также хризотил-асбест развивается по трещинкам спайности в бастите. Хромшпинель - изометричные зерна размером до 0,45 мм, корродированные по краям.

Минеральный состав:

Лизардит – 99 %

Хризотил-асбест – до 1 %

Хромшпинель – ед. зерна.

Асбестоносность сетчатого типа. Жилки хризотил-асбеста поперечноволоконистые, имеют мощность 3-6 мм. Встречаются серии субпараллельных просечек асбеста мощностью до 1 мм. Волокно эластичное, светло-зеленого цвета, обычно без просечек внутри жилок.

По зеркалам скольжения развит немалит.

Отобраны: проба волокна ненарушенной структуры и образец серпентинитов для изготовления шлифа.

Проба № 3. ЭК-04. Отм.+65 м. Центральный участок, восточный борт. Профильная линия 23,90-24,40.

СЖ-70 % + МПР-30 %. 2 группа обогатимости.

Руды представлены апоперидотитовыми серпентинитами. Текстура массивная, структура скрытозернистая. Бастит лизардитовый в виде редких зерен размером 2-4 мм.

Микроописание: серпентинит апоперидотитовый хризотил-лизардитовый. Структура ячеисто-блочная. Порода состоит из блоков β -лизардита, размером до 1,2-1,3 мм, неправильной формы. Участками структура мозаичная, секториальная, с элементами песочных часов. Лизардит также в виде шнуров мощностью до 0,05 мм, извилистых, ветвящихся, простирающихся практически через весь шлиф. Породообразующий хризотил встречается в виде редких веерообразных, пламеневидных выделений, размером до 0,2-0,3 мм. Также хризотил образует щетковидные агрегаты в блоках лизардита, развивающиеся от границ к центру. Бастит лизардитовый, в виде зерен размером до 1,5 мм. Хризотил-асбест образует прожилки 1,5-2мм мощности и нитевидные просечки до 0,04 мм мощности, ветвящиеся и выклинивающиеся. Просечки ориентированы субпараллельно более мощным жилкам. Также асбест присутствует по трещинкам в бастите. Хромшпинелиды – идиоморфные (до 0,5 мм) зерна изъеденные по краям. Магнетит – обычно идиоморфные зернышки, размером до 0,2 мм, в виде неравномерно распределенной вкрапленности.

Минеральный состав:

Лизардит – 90 %

Хризотил – 5 %

Хризотил-асбест – 3 %

Магнетит – до 2 % %

Хромшпинель – ед. зерна

В мелкопрожиле хризотил-асбест представлен субпараллельными жилками мощностью 1-2 мм, реже извилистыми, ветвящимися, пересекающимися и выклинивающимися мощностью до 1 мм.

Сложные жилы (в ~ 60 % случаев) представлены сериями субпараллельных и извилистых просечек асбеста мощностью до 1 мм. В меньшей степени - серии жилок мощностью от 2 до 6-7 мм, при средней 2-3 мм. Общая мощность серий 5-25 см, пространство между сериями 10-40 см.

На верхней бровке горизонта наблюдается дайка диоритов видимой мощностью 1-1,5 м. На контакте с дайкой серпентиниты рассланцованы и практически безрудны. В массивных рудных серпентинитах присутствуют редкие зеркала скольжения с немалитом и примазками офита.

Отобрана одна проба ненарушенного волокна хризотил-асбеста для проведения физико-химических исследований и один образец серпентинитов для изготовления шлифа и его последующего микроскопического изучения [6-7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги, месторождение хризотил-асбеста «Джетыгариское» расположено в одноименном массиве ультрамафитов Притобольско-Аккаргинского комплекса (S2–D1) и относится к баженовскому геолого-промышленному типу. Проведены исследования, как самого месторождения, так и исследования проб разных типов асбестоносности, а так же исследования аншлифов.

В пределах Основной залежи, в зависимости от мощности жил, характера жилкования и содержания асбеста класса +0,5 мм, выделено 6 типов асбестоносности, которые характерны для всего месторождения: одиночные жилы, сложные жилы, мелко-прожил, крупная сетка, мелкая сетка, просечки. В пределах Западной залежи развита только сетчатая асбестоносность.

Типы асбестоносности являются важным фактором при эксплуатации месторождения, поскольку в большей мере определяют технологические свойства руд. Установлены закономерности распространения асбестизации в зависимости от вещественного состава пород, структурного положения рудных тел, размер рудовмещающего пространства и др. Месторождение характеризуется достаточно сложными геологическими условиями локализации оруденения.

Джетыгаринский массив сложен в различной степени серпентинизированными ультраосновными породами, которые соответствуют габбро-перидотитовой формации, точнее ее дунит-гарцбургитовой ассоциации. Наиболее широко в его пределах распространены гарцбургиты.

30% вмещающих пород оталькована и имеет включения немалита, которые влияют на качество волокна, а так же имеются включения магнетита, который сечет жилы асбеста пополам, тем самым влияет на визуальное определение класса волокна.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н.Н. Джафаров. «Отчет по пересчету запасов Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста в контуре проектного карьера глубиной 390м (Отметка дна карьера -100м) по состоянию на 1.07.2012г. Книга№1»
- 2 В.В.Иванов, Т.А.Бозунова, Л.И. Кованова, П.В. Свергунов. Уточнение геолого-технологической классификации руд Джетыгаринского месторождения на основе изучения малообъемных проб.
- 3 Глухов Р.Г., Джафаров Н.Н., Храмова Г.В. Определение переводных коэффициентов по показателю удельного расхода волокна в малообъемных пробах к промышленным пробам с целью прогнозирования технологических показателей. «Отчет по поисково- разведочным работам на Джетыгаринском месторождении хризотил- асбеста за 1979-1981 гг. Тема 702; Том 3.
- 3 Б.А. Половнев, М.А. Белов, А.С. Огнев. «Исследования физико-химических и механических свойств хризотил асбеста Джетыгаринского месторождения». ВНИИПРОЕКТАСБЕСТ, 1981.
- 4 Н.В. Демин, И.Ф. Романович, Ф.М. Ройзенман, О.А. Каплин. Исследование факторов, влияющих на серпентинизацию гипербазитов, условия образования волокнистого хризотила, изменчивость распределения асбестов и обоснование густоты сети эксплуатационной разведки». ВНИИПРОЕКТАСБЕСТ, 1981.
- 5 Бекботаева Алма Анарбековна. Основы микроскопии горных пород. Учебно-методический комплекс дисциплины (для специальности «5В0706 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»). – Алматы: КазННТУ имени К.И. Сатпаева, 2016 г. С. 15-29
6. Геология месторождений полезных ископаемых. Учебник. Байбатша А.Б. - КазННТУ, Алматы, 2008 г., 368 стр.
7. Стандарт организации. Система менеджмента качества. Работы учебные. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. СТ КазННТУ им. К.И. Сатпаева. – Алматы 2017. – 47с.

Приложение А

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

РАЙОНА РАБОТ

Масштаб 1:100 000

1 из 1

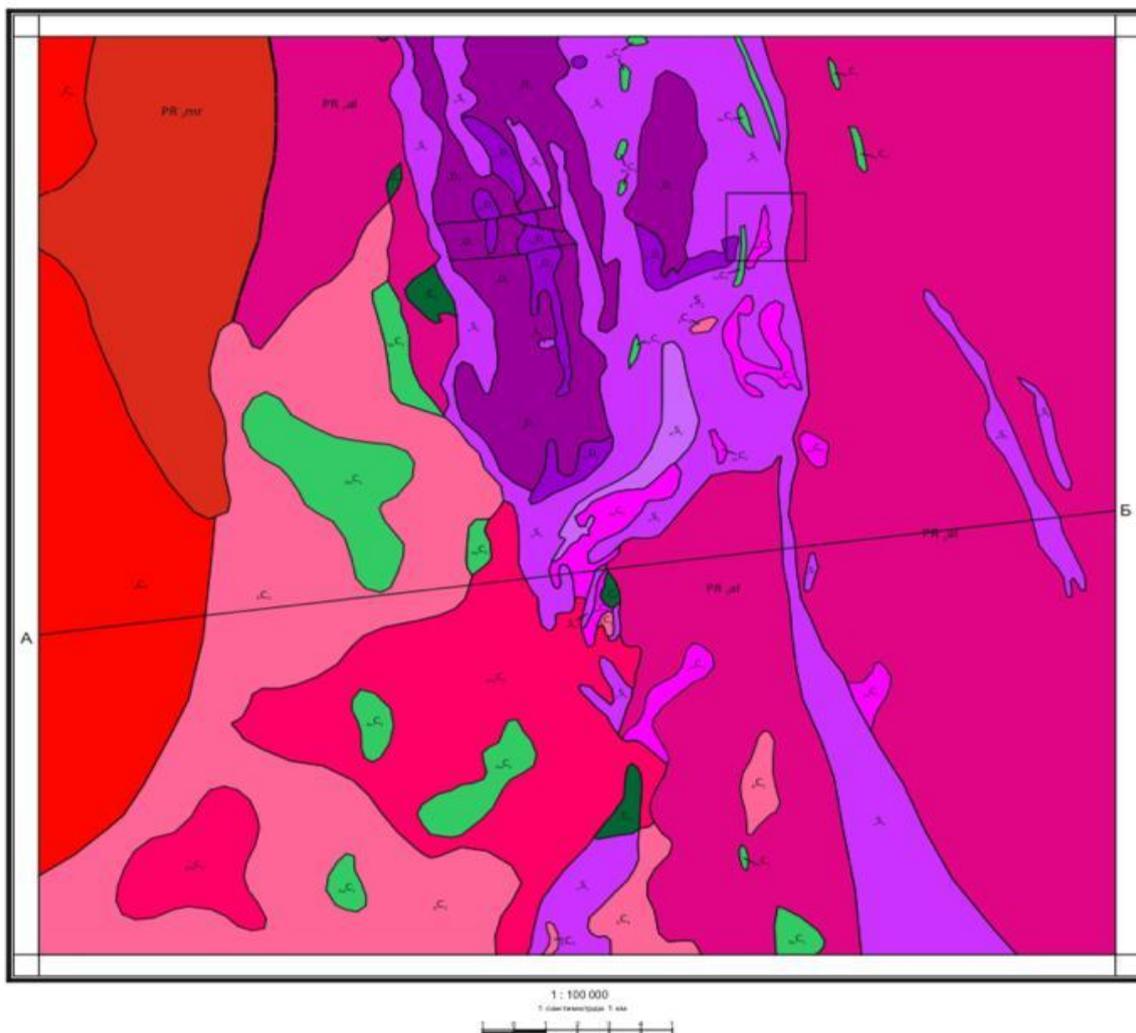
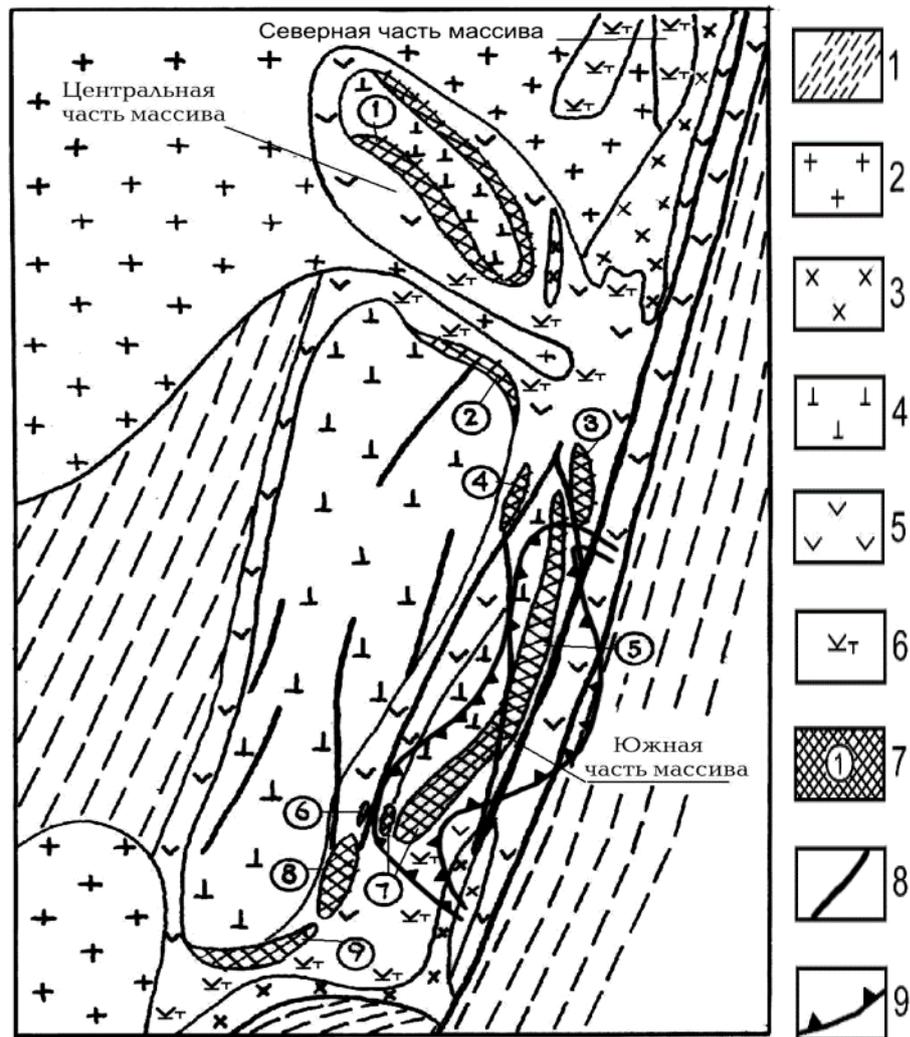


Рисунок А.1 - Геологическое строение месторождения «Джетыгара»
(по данным Н. Н. Джафарова)

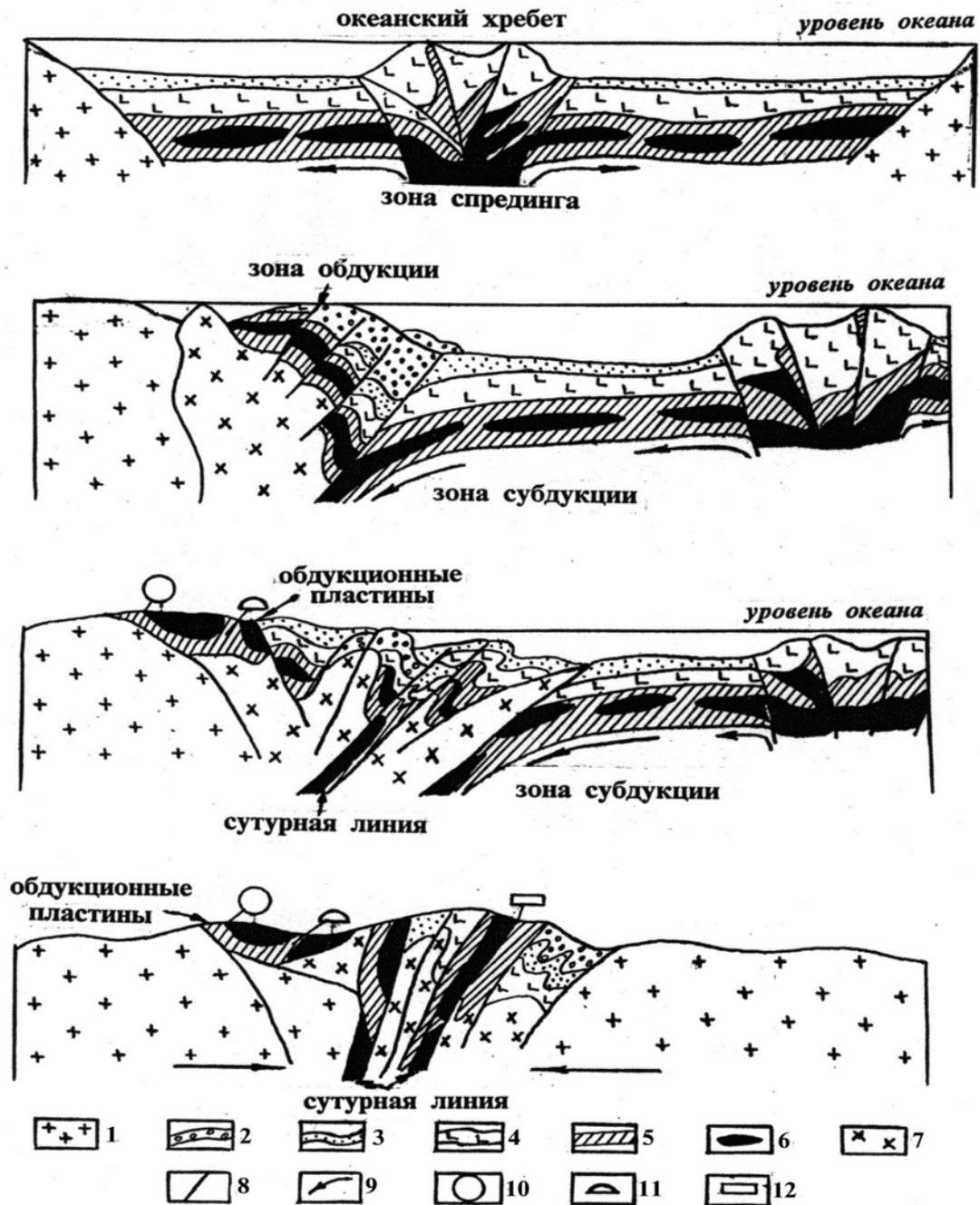
Приложение Б



1 – нижний палеозой: кремнисто-графитистые и серицито-графитистые сланцы, кристаллические сланцы, кварциты, гнейсы, амфиболиты и кварциты; 2 – 3 – ранне-среднекаменноугольный мильютинский интрузивный комплекс гранитоидов: 2 – плагиогранит-порфиры; 3 – плагиограниты; 4 – 6 – позднесилурийский-раннедевонский протрузивный комплекс ультрамафитов: 4 – слабо серпентинизированные дуниты и перидотиты; 5 – апоультрамафитовые серпентиниты; 6 – антигоритизированные и оталькованные апоультрамафитовые серпентиниты; 7 – асбестовые залежи: 1 – Гейслеровская, 2 – Лидинская, 3 – Восточная, 4 – Промежуточная, 5 – Основная, 6 – Отдельная, 7 – Западная, 8 – Малая, 9 – Новая; 8 – разрывные нарушения; 9 – контур действующего карьера.

Рисунок Б.1 - Схема геологического строения Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста (по материалам В. Р. Артемова)

Приложение В



1 – континентальная кора; 2–6 – океаническая кора; 2–3 – осадочные отложения: 2 – грубообломочные, 3 – тонкообломочные; 4 – базальты, туф, пирокласты, переслаивающиеся с осадочными отложениями; 5–6 – тектонические ультрамафиты: 5 – серпентинитовый меланж, 6 – крупные ультрамафитовые “ядра”; 7 – кора переходного типа; 8 – разломы; 9 – направление перемещения, 10–12 – месторождения, геолого-промышленный тип: 10 – баженовский, 11 – лабинский, 12 – карачаевский.

Рисунок В.1 - Геолого-генетическая модель условий формирования и сохранения хризотил-асбестовых месторождений, связанных с альпинотипными ультрамафитами (по данным Н. Н. Джафарова)

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на ДИПЛОМНУЮ РАБОТУ

(наименование вида работы)

Икимов Дамир Жансыбаевич

(Ф.И.О. обучающегося)

5В070600- Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

(шифр и наименование

специальности)

Тема: Минералого-геохимические особенности при формировании месторождения Джетигара

В основу дипломной работы положены материалы, собранные автором в процессе проведения производственной практики.

Главным объектом исследований является месторождение хризотил-асбеста Джетыгара, расположенное в Костанайской области, Житикаринский район.

Дипломная работа состоит из Введения, 5 глав и заключения.

Автор сумел раскрыть тему в 2, 3, 4 главах: Физико-химические свойства хризотил-асбеста; Минералого-геохимические и Минералого-петрографические особенности месторождения; Генезис месторождения.

При выполнении дипломной работы он установил закономерности распространения асбестизации в зависимости от вещественного состава пород, структурного положения рудных тел, размера рудовмещающего пространства. 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 стандартам КазНИТУ им.КИ.Сатпаева.

Автор заслуживает присвоения квалификации «бакалавр техники и технологии» по специальности 5В070600-Геология и разведка месторождений полезных ископаемых и рекомендую к защите.

Научный руководитель

К.г.-м.н, лектор



Асубаева С.К.

(подпись)

«6» июня 2021 г.

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: Икимов Дамир Жансыбаевич

Название: Минералого- геохимические особенности при формировании месторождения «Джетыгаринское»

Координатор: Салтанат Асубаева

Коэффициент подобия 1: 6,00

Коэффициент подобия 2: 2,79

Замена букв: 3

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:

Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. Обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.



04.05.2021
Научного руководителя

Дата Подпись

**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: Икимов Дамир Жансыбаевич

Название: Минералого- геохимические особенности при формировании месторождения «Джетыгара»

Координатор: Салтанат Асубаева

Коэффициент подобия 1: 6,00

Коэффициент подобия 2: 2,79

Замена букв: 3

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:

Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, работа признается самостоятельной и допускается к защите.

08.06.2021

Подпись заведующего кафедрой



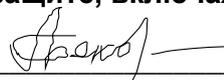
Дата

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Дипломный проект допускается к защите.

08.06.2021

Дата



Подпись заведующего кафедрой

