

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

Кафедра Геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных
ископаемых

Бирюлин Р.В.

Методика разведки, разработки, добычи меди из техногенных минеральных
образований в Карагандинской области на примере
месторождения Саяк

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

специальность 5В070600 – Геология и разведка месторождений полезных
ископаемых

Алматы 2020

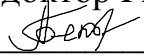
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

Кафедра Геологической съемки, поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой
доктор PhD, ассоц. проф.
 А.А.Бекботаева
« 18 » 05 2020 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА


к дипломному проекту

на тему: «Методика разведки, разработки, добычи меди из техногенных
минеральных Образований в Карагандинской области на примере
месторождения Саяк»

по специальности 5В070600 – Геология и разведка месторождений полезных
ископаемых

Выполнил

Бирюлин Р.В.

Научный руководитель
канд. геол-минерал. наук, лектор
 С.К. Асубаева
«17 » мая 2020 г.

Алматы 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

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

5B070600 - Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

доктор РНД, ассоц. проф.

 А.А.Бекботаева

« 18 » 05 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся Бирюлин Рустам Валерьевич

Тема: «Методика разведки, разработки, добычи меди из Техногенных Минеральных Образований в Карагандинской области на примере месторождения Саяк 1»

Утверждена приказом Ректора Университета №762-п от "27" января 2020 г.

Срок сдачи законченного проекта: «17» мая 2020 г.

Исходные данные к дипломному проекту: Данные преддипломной практики.

Графические и текстовые материалы преддипломной практики.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

- 1 Географо-экономическая характеристика района работ
- 2 Геологическое строение района
- 3 Методика поисковых работ
- 4 Результаты поисково-оценочных работ на ТМО месторождения Саяк
- 5 Охрана труда
- 6 Промышленная экология

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- 1) Геологическая карта района 1:50000;
- 2) Геологическая карта месторождения 1:10000;
- 3) Карта фактического материала 1:5000;
- 4) Геологический разрез 1:2000.

Рекомендуемая основная литература:

1 "Инструкция по оформлению отчётов о геологической изученности недр РК", Алматы, "Минеральные ресурсы Казахстана", 2004.- 50 с.


2 Жогов В.А., Шириня Л.К., Сибирская Н.К. «Отчёт о геологоразведочных работах на Чатыркульском месторождении с подсчётом запасов по состоянию на 01.01.1966г.», 1966.


ГРАФИК
подготовки дипломного проекта


Наименования разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Срок представления научному руководителю	Примечание
1 Геологическое задание	07.03.2020 г.	
2 Геологическое строение района	10.03.2020 г.	
3 Методика поисковых работ	11.03.2020 г.	
4 Результаты поисково-оценочных работ	12.03.2020 г.	
5 Охрана труда и экология	20.04.2020 г.	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов проекта

Наименования разделов	Научный руководитель, консультант, Ф.И.О. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Геологическое задание	канд.геол-минерал.наук, лектор Асубаева С.К.	16.05.2020	
Геологическое строение района	канд.геол-минерал.наук, лектор Асубаева С.К.	16.05.2020	
Методика поисковых работ	канд.геол-минерал.наук, лектор Асубаева С.К.	16.05.2020	
Результаты поисково-оценочных работ	канд.геол-минерал.наук, лектор Асубаева С.К.	16.05.2020	
Охрана труда и экология	канд.геол-минерал.наук, лектор Асубаева С.К.	16.05.2020	
Нормоконтроль	Доктор PhD, лектор Омарова Г.М.	16.05.2020	

Руководитель проекта (работы)  С.К. Асубаева
(подпись)

Задание принял к исполнению студент  Бирюлин Р.В.
(подпись)

Дата выдачи задания «1» февраля 2020 г.

АҢДАТПА

Бұл дипломның зерттеу объектілері Саяқ кенішінің технологиялық минералды түзілімдері болып табылады. Жұмыс аймағы әкімшілік жағынан Қарағанды облысының Ақтоғай ауданына жатады.

Дипломдық жобада мысты барлау, игеру және ТМТ-дан алу әдістемесі егжей-тегжейлі зерттелді, болжамды қорлар есебімен Молдыбай 2 учаскесінде геологиялық барлау жоспарланды, Саяқ 1 үйіндісінде металл қорлары тексерілді.

АННОТАЦИЯ

Объектами исследования данной дипломной работы являются Технологические Минеральные образования рудника Саяк. Район работ административно относится к Актогайскому району Карагандинской области.

В дипломном проекте подробно рассмотрена методика разведки, разработки и добычи меди из ТМО, запроектированы геологоразведочные работы на участке Молдыбай 2 с подсчётом предполагаемых запасов, а также произведена заверка запасов металла на отвале Саяк 1.

ANNOTATION

The objects of study of this thesis are Technological Mineral formations of the Sayak mine. The work area is administratively belong to the Aktogai district of the Karaganda region.

In the graduation project, the methodology for exploration, development and extraction of copper from solid mineral from TMF was examined in detail, geological exploration was planned at the Moldybay 2 site with the calculation of estimated reserves, and metal reserves were verifiend at the Sayak 1 dump.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Общие сведения о месторождении и районе работ	10
2 Обзор, анализ и оценка ранее проведенных исследований	11
3 Геологическое строение района	13
3.1 Геологическое строение Саякского рудного поля	13
3.2 Гидрогеология	14
4 Характеристика техногенных минеральных образований (ТМО)	15
5 Прогнозные ресурсы	16
6 Технологические сорта минерального сырья ТМО	17
7 Характеристика минералогического и вещественного состава ТМО	18
8 Методика геологоразведочных работ	21
8.1 Обоснование группы сложности геологического строения ТМО	21
8.2 Топогеодезические работы	21
8.3 Буровые работы	21
8.4 Методы отбора проб	22
8.5 Аналитические работы	22
8.6 Определение объемной массы	23
9 Методика разработки и добычи меди из ТМО	24
9.1 Процесс получения медесодержащего раствора	24
9.2 Параметры работы участка	24
9.3 Принципиальная схема завода SX-EW	24
10 Подсчет предполагаемых запасов меди в ТМО Молдыбай 2	26
10.1 Повариантный подсчет запасов	28
10.2 Обоснование и выбор параметров кондиций для повариантного подсчета запасов	28
10.3 Методика подсчета запасов по вариантам кондиций	29
10.4 Результаты повариантного подсчета запасов	30
10.5 Заверка полученных результатов	31
11 Экология	32
Заключение	33
Список использованной литературы	34
Приложение А	35
Приложение Б	36
Приложение В	37
Приложение Г	38
Приложение Д	39

ВВЕДЕНИЕ

В основу создания данного дипломного проекта был положен опыт и документы, накопленные мною в период работы на производственном предприятии компании «Эдванс Майнинг Технолоджи» в периоды 01.06.18 – 15.08.18 и 01.06.19 – 15.08.19.

К перечню выполнявшихся мною производственных работ можно отнести: участие в шурфовых, бороздовых и шламовых опробованиях, участие в отборе и лабораторном анализе подземных вод, участие в построении разведочной сети и подсчёте объёмов горных выработок, участие в построении обзорной карты месторождения и привязке геологических объектов, а также выполнение прочих технических задач с целью отладки и повышения производительности предприятия.

Целью написания данного дипломного проекта стало детальное обоснование методики геологоразведочных работ и построение отчёта о проведении подсчёта запасов медной руды в ТМО Саякского месторождения.

Металлическая медь всегда пользовалась постоянным и повышенным спросом на международном товарно-сырьевом рынке. Основным потребителем меди являются промышленность металлических сплавов, производство электрических изделий, кабельная промышленность и радиоэлектронный сектор мировой индустрии.

Одним из перспективных объектов на сегодня для освоения и промышленной переработки и извлечения меди представляется Саякская группа меднорудных и породных отвалов (месторождения Саяк 1, Молдыбай, Тастау и др.) в Карагандинской области РК, суммарный объем которых сейчас превышает 70 млн. тонн, накопленных с начала 70-х годов прошлого века [4].

1 Общие сведения о месторождении и районе работ

Саякское рудное поле локализовано в Северном Прибалхашье. Контрактная территория административно относится к Актогайскому району Карагандинской области Республики Казахстан. Ближайшим населенным пунктом является пос. Саяк (15 км от месторождения Саяк I), подчиненный акимату г. Балхаш. Город Балхаш находится в 210 км к западу от контрактной территории (Приложение А).

Рельеф района мелкосопочный, местами равнинный, слабо всхолмленный или грядовый, обусловленный скалистыми выходами коренных пород. Абсолютные высотные отметки колеблются от 550 м на месторождении Саяк I до 650 м на месторождении Саяк III. Наибольшая высотная отметка – сопка Архарды (745,5 м). Относительные превышения обычно составляют не более 30-50 м, лишь в отдельных случаях достигая 100-120 м. Общий наклон рельефа на юг, где в 40 км расположено озеро Балхаш.

Климат района резко континентальный, лето жаркое и сухое, зима холодная и малоснежная. Среднегодовая температура воздуха +6,5°C.

Гидрографическая сеть представлена серией временных водотоков, имеющих непродолжительный сток в весенний период, и принадлежит бассейну оз. Балхаш (40 км к югу). Реки и временные водотоки, протекающие по территории района, не имеют постоянного круглогодичного стока. Основной водной артерией района является река Токрау, которая находится в 150-200 км к западу – северо-западу от месторождений. Поверхностные воды реки теряются в песчано-гравийном русле долины, не достигая акватории Балхаша. Только в многоводные годы (в среднем один раз в 10 лет) р. Токрау доносит свои воды до озера. В непосредственной близости от изучаемых месторождений поверхностные водотоки отсутствуют. Родники и колодцы с питьевой водой встречаются весьма редко, воды в них минерализованы.

Район относится к несейсмичным.

Месторождения Саяк I, Молдыбай и Тастау входят в Саякскую группу медных скарновых месторождений. В экономическом плане участок находится в освоенном районе с горнодобывающей и металлургической промышленностью. Центром промышленного района является г. Балхаш. Месторождения входят в состав рудника Саяк [4].

Строительные материалы района представлены высококачественными известняками, пригодными для обжига, запасы которых практически не ограничены, суглинками, бутовым камнем. Также имеются крупные запасы мрамора, органогенных известняков, пироксенитов и габбродиоритов. На базе строительных материалов района действует высокоэффективная технологическая линия по обработке камня, выпускающая мраморно-облицовочную плитку и памятники. Породы вскрыши месторождений Саякской группы по своим физико-механическим свойствам могут быть использованы в качестве строительного щебня [5].

2 Обзор, анализ и оценка ранее проведенных исследований

ТОО «Эдванс Майнинг Технолоджи», начиная с 2015 года, в 2 этапа проводило изучение техногенных минеральных образований рудника Саяк.

На начальном этапе проводились оценочные и рекогносцировочные работы на одном из отвалов окисленных руд месторождения Саяк. С целью определения объемов и штучного опробования поверхности была проведена топографическая съемка масштаба 1:500. А также выполнен значительный объем горных, опробовательских и лабораторных работ (таблица 1).

Таблица 1 - Объем горных, опробовательских и лабораторных работ

Виды работ	Ед. изм.	Саяк I	
		Исторические	2015-2016
Проходка шурфов	п.м.	-	24
	шурф	-	8
Проходка расчисток	п.м.	-	13
	Расчистка	-	13
Итого:	п.м.		37
	выработка	-	21

Разведочные работы состояли из проходки шурфов и расчистки в приповерхностной части отвалов.

В результате работ были подсчитаны запасы меди в отвалах и окисленных руд и утверждены в ГКЗ РК (протокол № 1688-16-У от 14.07.2016 г.).

На последующем этапе в 2017-2019 гг. производилась разведка отвалов вскрышных пород месторождения. Геологоразведочные работы заключались в проходке скважин пневмоударного бурения, шурфов в комплексе совместно с опробовательскими и аналитическими работами, а также проведением технологических, гидрогеологических и инженерно-геологических исследований.

С целью обоснования оптимальной плотности разведочной сети пневмоскважин на поверхности отвала вскрышных пород месторождения Саяк I были пройдены шурфы по сети 100x100 м (Рисунок 2-) глубиной 1,0 м, в которых северная стенка была опробована бороздовым способом. На основании результатов опробования выполнен анализ изменчивости содержаний общей меди. За эталонный вариант была принята сеть шурфов 100x100 м. Всего было проанализировано 8 вариантов разрежения сети (таблица 2).

Для вариантов разрежения 200x200 м расхождения с эталоном вполне допустимые и варьируют от -24.8 до 25.5%.

Таблица 2 - Анализ плотности разведочной сети методом последовательного разряжения.

Вариант	Количество проб	Среднее содержание $C_{u\text{общ}}$	в % к эталону	прирост/урост(-), %
эталон 100x100	146	0.153	100	0
1_200x100	86	0.171	111.8	11.8
2_200x100	60	0.126	82.4	-17.6
3_200x200	46	0.192	125.5	25.5
4_200x200	41	0.141	92.2	-7.8
5_200x200	46	0.115	75.2	-24.8
6_200x200	38	0.123	80.4	-19.6
7_400x200	27	0.155	101.3	1.3
8_400x200	21	0.072	47.1	-52.9

Основываясь на выше указанных данных, для запасов категории C_1 была принята плотность сети разведочных скважин 200x200 м. Эта сеть позволила получить достаточно надежные данные по характеру распределения меди в контуре отвалов и для определения ее средних содержаний. Сеть разведочных скважин позволяет получить достаточно материала для технологического картирования отвалов.

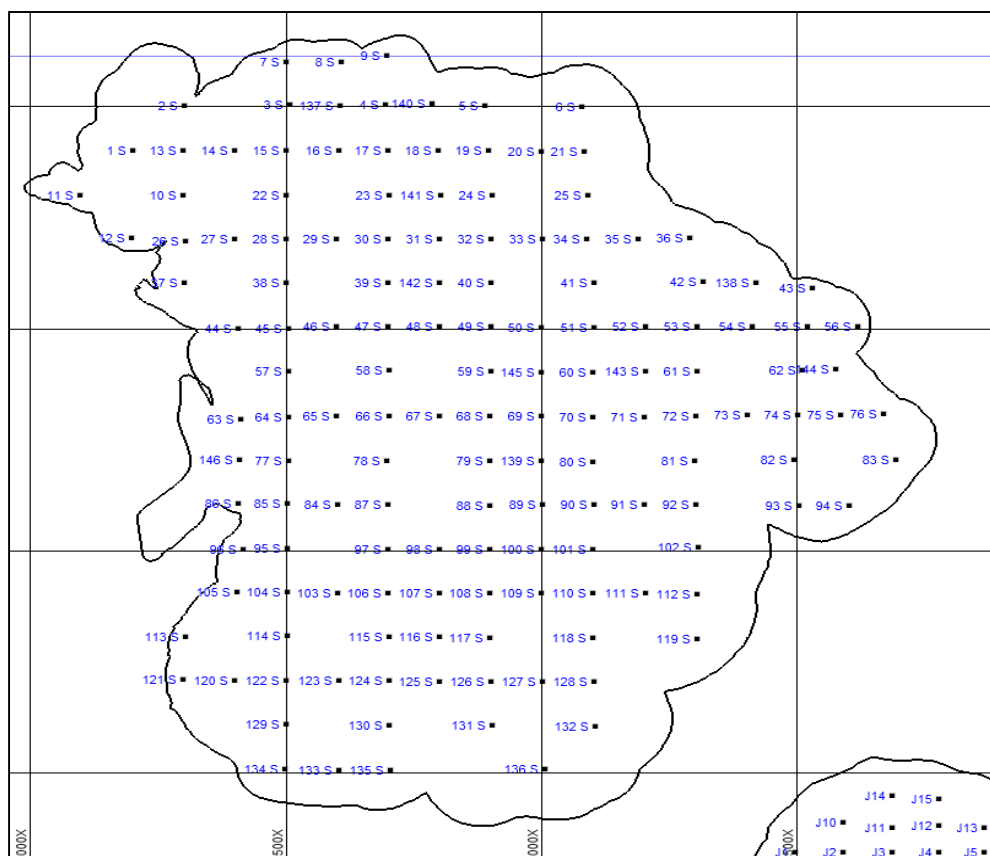


Рисунок 2- Конфигурация сети шурфов на вскрышном отвале Саяк I для определения оптимальной плотности разведочной сети.

3 Геологическое строение района

Саякское рудное поле расположено в пределах Балхашского мегантиклинория, сложенного, в основном, офиолитами, яшмоидами, вулканогенно-терригенными породами ордовика - нижнего силура, карбонатно-вулканогенно-терригенными отложениями девона - нижнего карбона, прорванных гранитоидными интрузиями средне- и позднепалеозойского возраста (Приложение Б).

3.1 Геологическое строение Саякского рудного поля

Саякское рудное поле объединяет несколько пространственно разобщенных скарново-рудных месторождений и зон штокверковой молибденово-медной минерализации в гранитоидах: Саяк I, II, III, IV, Тастау, Молдыбай, Жамбас, Беркара, Жумбак, Умит и др. Рудное поле приурочено к узлу сопряжения север-северо-западной Кентарлауской и близширотной Тюлькулан-Саякской ветвей Балхашского мегантиклинория.

Рудовмещающей структурой является Саякская грабен-синклиналь, вытянутая в запад-северо-западном направлении на 60 км при ширине 40 км. Она сложена вулканогенно-карбонатно-терригенной молассой саякской серии нижнего - среднего карбона, общей мощностью до 4000 м, и вулканитами андезитового состава московского яруса среднего карбона, мощностью до 400 м, с обильными субвулканическими образованиями. В средней части разреза саякской серии, разделенной внутриформационными несогласиями на 4 свиты, обособляется толща рифовых и органогенно-обломочных известняков с прослоями туфоалевропесчаников тастыкудукской свиты башкирского яруса. Мощность свиты достигает 200 м.

Грабен-синклиналь осложнена складками второго порядка северо-западного простирания и сериями разрывов северо-восточного, близмеридионального и северо-западного направлений, группирующихся в параллельные и ветвящиеся пучки нескольких порядков. Сбросо-сдвиговые смещения по разломам составляют от единиц и десятков до тысяч метров. Разломы дорудные с послерудным обновлением [4,5].

Все вулканогенно-осадочные образования грабен-синклинали прорваны интрузиями саякского комплекса нижнепермского возраста, слагающими ряд обособленных массивов: Умит, Кунгисаяк, Лебай, Барак, Акшоки. Массивы локализируются в центральных частях прогибов второго порядка. Контакты их крутые, иногда вертикальные или направлены внутрь массива. По составу выделяются (в порядке становления) габбро и габбро-диориты, диориты, преобладающие кварцевые диориты и гранодиориты, биотит-роговообманковые граниты с повышенной щелочностью. Встречаются пегматоидные образования с кварцевыми ядрами. Для района характерны мощные пояса даек, пересекающие крупные массивы и распространяющиеся во вмещающие породы на 2-3 км. Мощ-

ность даек от сантиметров до 3-4 метров. Они занимают от 10-15 до 20-30% площадей поясов. По последовательности внедрения выделяются дайки плагиогранит- и гранодиорит-порфиров, кварцевых и безкварцевых диорит-порфиров, габбро-порфиров, микрогаббро.

Магматические образования сопровождаются метасоматизмом и оруденением. К метасоматитам магматического этапа относятся ореолы пироксеновых, биотитовых, плагиоклазовых роговиков в туфоалевропесчаниках и вулканитах, мраморов в известняках, местами сохранившиеся волластонитовые, волластонит-гранатовые (с гроссуляром), пироксеновые (с диопсидом) скарны с везувианом. Обычно на них налагаются ранние калишпатизация и эпидотизация. Ранние скарны рудной минерализации не содержат. Метасоматиты постмагматического этапа образуют обширные поля (до 2-2,5 км) в зоне интрузивных контактов. Протяженность полей вдоль контактов - от сотен метров до 4-6 км и более. Среди метасоматитов выделяются поздние пироксеновые (с геденбергитом), преобладающие гранатовые (с андрадитом) скарны с наложенной на них актинолитовой, эпидотовой, позднекалишпатовой, хлоритовой, кальцитовой и разнообразной рудной минерализацией, турмалиновые образования в гранитоидах, аксинитовые - в туфоалевропесчаниках, людвигит-датолит-данбуриновые - в скарнах.

3.2 Гидрогеология

В районе распространены два типа подземных вод: трещинно-грунтовые и трещинно-жильные.

Трещинно-грунтовые воды распространены повсеместно и приурочены к открытым трещинам выветривания, трещинам скалывания и реже к трещинам напластования магматических, метаморфических и метаморфогенных образований.

Трещинно-жильные воды. Как самостоятельный тип эти воды не изучались и рассматриваются совместно с трещинно-грунтовыми

Химический состав воды связан с условиями их питания, глубиной залегания и скоростью фильтрации. Большую роль в накоплении солей в подземных водах играет литологический состав водовмещающих пород, степень засоленности зоны аэрации, различного рода реакции, протекающие в водоносном комплексе. По данным многочисленных анализов подземные воды рудного поля имеют минерализацию на месторождении Саяк I – 2,8-5,1 г/дм³.

Запасы подземных вод незначительны.

4 Характеристика техногенных минеральных образований (ТМО)

ТМО Саякского рудника представляют собой горнопромышленные консолидированные отходы горнодобывающей промышленности. Сформированы в период с 1980-х по конец 1990-х гг. Отвалы месторождения Саяк I - в 1993-1998 гг. Раздельно складировались вскрышные породы, забалансовые первичные руды и окисленные руды. Месторождение Саяк I сформировано отвалами вскрышных пород и окисленных руд (Приложение В).

Протоколом ГКЗ РК № 1688-16-У от 14.07.2016 г. по состоянию на 01.07.2016 г. утверждены запасы техногенных минеральных образований Саякского месторождения (таблица 3).

Таблица 3 - Запасы техногенных минеральных образований Саякского месторождения

Наименование отвала	Категория	Объем, тыс. м ³	Объемный вес, т/м ³	Тоннаж тыс. т	Содержание меди, %	Запасы меди, тыс. т
Саяк I (окисленные руды)	C ₁	80.2	3.60	288.6	0.90	2.6

5 Прогнозные ресурсы

Прогнозные ресурсы ТМО вскрышных скальных пород рудника (отвалы Саяк I, Молдыбай и Тастау) приняты к сведению в объеме 295,267 тыс. т.

Обработка запасов месторождения Саяк I производилась при бортовом содержании меди 0,5%. К балансовым запасам относились блоки с содержаниями меди выше минимально промышленного (0,7%). Запасы с содержаниями меди меньше 0,7% относились к забалансовым и складировались в отдельных отвалах. Забалансовые руды с содержаниями меньше минимально-промышленного также складировались в отдельный отвал. Таким образом, в отвалы вскрышных пород на месторождение Саяк I направлялась минерализованная горная масса с содержаниями меди менее 0,5%.

По геоморфологическому положению и морфологическим особенностям ТМО, согласно действующей классификации, относятся к первому типу - высотным многоярусным отвалам. Они представлены возвышенными до 67 м искусственными формами рельефа с горизонтальными поверхностями и крутыми откосами, сформированными на ровной пологой наклонной естественной поверхности. В отвалах преобладают обломки размером от 10-15 см до 1,0 – 1,5 м (таблица 4). По физико-механическим свойствам они представлены раздробленными скальными, выветрелыми и рыхлыми породами различного состава. Преобладают гранодиориты, диориты, скарны и туфопесчаники.

По способу образования представлены сухими отвалами валового складирования. Гравитационная дифференциация в таких отвалах незначительная. Следов оползневых деформаций не отмечено.

Таблица 4 – классификация ТМО

Название отвала	Площадь основания, тыс. м ²	Высота, м	Объем, тыс. м ³	Примечание
Саяк I окисленный	37,2	18	95.6	Запасы утверждены ГКЗ РК
Отвал скальных пород вскрыши Саяк I	2094,7	67	70,106.0	

6 Технологические сорта минерального сырья ТМО

Основным и единственным полезным компонентом в отвалах ТМО рудника Саяк является медь, входящая в состав различных минеральных форм. В их составе выделяются следующие группы:

- ✓ *Воднорастворимые минералы* – халькантит $[\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}]$;
- ✓ *Кислоторастворимые минералы* – малахит $[\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2]$, азурит $[\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2]$, хризоколла $[(\text{Cu}, \text{Al})_2\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}]$, куприт $[\text{Cu}_2\text{O}]$, тенорит $[\text{CuO}]$;
- ✓ *Вторичные сульфиды* - борнит $[\text{Cu}_5\text{FeS}_4]$, халькозин $[\text{Cu}_2\text{S}]$, ковеллин $[\text{CuS}]$;
- ✓ *Первичные сульфиды* - халькопирит $[\text{CuFeS}_2]$.

При сернокислотном выщелачивании активно растворяются водо- и кислоторастворимые формы меди, в значительно меньшей степени в раствор переходит медь из вторичных сульфидов. Медь из первичных сульфидов практически не извлекается. Так, по результатам технологических исследований установлено, что извлечение меди из кислоторастворимых форм составило от 70,6 до 93,3%, из вторичных сульфидов – от 13,3 до 20,0%, а извлечение меди из халькопирита практически можно считать равным нулю.

По содержанию кислоторастворимых форм меди выделяются следующие сорта руд:

- окисленные руды – более 40% Сикисл.;
- смешанные руды - менее 40 %, но более 15 %Сикисл.;
- сульфидные руды – менее 15 %Сикисл..

Распределение типов руд носит явно зональный характер, отражающий этапы формирования отвала.

Максимальные содержания меди общей (более 0,15%) в плане приурочены к восточной части отвала, в разрезах – больше распространены в центральной части.

7 Характеристика минералогического и вещественного состава ТМО

Техногенное минеральное сырье рудника Саяк по вещественному составу и свойствам сходно с природным минеральным сырьем рудовмещающей толщи месторождений, при отработке которых были сформированы отвалы вскрышных пород.

В отвалах ТМО рудника Саяк установлено три типа руд – окисленные, смешанные и первичные (Приложение Г).

Окисленные руды (Медь кислоторастворимая более 40%) сложены выветрелыми породами рудовмещающих зон месторождений - туфопесчаниками, туфоалевролитами, гранатовыми и биотит-гранатовыми скарнами, диоритами с прожилками, гнездами и вкрапленностью полностью и частично окисленных сульфидов. Рудные минералы зоны окисления представлены хризokolлой, халькантитом, малахитом, реже азуритом. Вторичные сульфиды отмечаются реже и представлены борнитом, халькозином и ковеллином. В виде реликтов встречены первичные сульфиды - халькопирит, пирит, арсенопирит и редкие чешуйки молибденита. Также отмечены магнетит, гематит, гетит, рутил и единичные корольки самородного серебра.

Для окисленных руд характерны структуры гипергенного замещения. Широким распространением пользуются также структуры распада твердых растворов, вкрапленные и петельчатые структуры. Для гетита типичны колломорфные образования. Повсеместно распространенными текстурами являются ячеичная, ящичная, почковидная, натечно-скорлуповатая, порошковая и землистая.

Малахит представлен агрегатами игольчатых кристаллов, часто встречается в ассоциации с хризokolлой и гетитом. Размер агрегатов 0,02x0,03-1,5x3 мм. Пленки халькантита, хризokolлы толщиной 0,005-0,01 мм с включениями малахита отмечены на обломках вмещающих пород. Азурит встречен в единичных зернах.

Гетит слагает колломорфные образования, часто в ассоциации с малахитом. Отмечаются агрегаты гетита с включениями зерен пирита, размером 0,001-0,004 мм.

Магнетит встречается редко в виде скоплений мелких зерен размером 0,001-0,07x0,1 мм, а также образует агрегаты с тонкой вкрапленностью халькопирита размерами 0,001-0,02x0,06 мм.

Благородные металлы представлены самородным серебром в виде единичных корольков 0,002 мм в гетите, размерами 0,001-0,002 мм.

Халькопирит формирует неравномерную вкрапленность зерен от 0,005-0,1 мм до 0,8-2,4 мм. Отмечаются также петельчатые структуры в интерстициях зерен нерудных в виде пленок, мощностью 0,003-0,005 мм. Отмечены структуры замещения халькопирита гематитом. Широко развиты структуры замещения халькопирита гематитом. Встречаются сростки халькопирита с арсенопиритом.

В незначительном количестве наблюдается развитие вторичных сульфидов меди – борнита, халькозина, ковеллина [4,5].

Арсенопирит встречается в агрегатах и в виде единичных кристаллов с поперечным ромбическим сечением. Замещается игольчатым гематитом.

Магнетит присутствует в виде скоплений кристаллов сглаженной формы, размером 0,02-0,2 мм, реже образует неравномерную вкрапленность в породе. Отмечаются структуры замещения агрегатов гематита магнетитом.

Молибденит встречен в виде редких чешуек в породе, размером 0,005x0,06-0,007x0,1 мм.

Корольки самородного серебра отмечены в породе и, единично, в кристалле малахита. Их размеры 0,001 мм.

Первичные руды (Медь кислоторастворимая менее 15%) представлены обломками гранодиоритов, биотит-гранатовых и гранатовых скарнов, эпидозитов и монцодиоритов.

Структура вкрапленная, прожилково-вкрапленная, колломорфная. Отмечены структуры замещения.

Рудные минералы представлены халькопиритом, пиритом, реже хризоколлой, малахитом, спорадически – азуритом, гетитом, магнетитом, гематитом, единичными корольками самородной меди, самородным серебром, электрумом.

Халькопирит отмечается в виде редкой вкрапленности зерен размерами 0,003-0,035 мм. В колломорфных структурах халькопирит замещается гетитом с размером зерен 0,005-0,25 мм.

Хризоколла и малахит формируют колломорфные и гнездовые структуры в ассоциации с гетитом. По контуру таких образований иногда развивается азурит. Размеры гнезд 0,05-0,15x0,25 мм. Пленки азурита по контуру гнезда имеют мощность 0,005-0,02 мм. Часто малахит слагает прожилки мощностью 0,02-0,1 мм. В карбонатных прожилках отмечены включения зерен малахита амебовидной формы, размером до 0,3 мм.

Единичные зерна пирита размерами 0,001-0,05 мм сглаженной формы встречены в породе и в гетите.

Магнетит представлен отдельными кристаллами и скоплениями кристаллов со сглаженными контурами. Иногда зерна магнетита разбиты трещинами, залеченными кремнеземом. Встречены единичные зерна магнетита со структурами замещения гематитом.

Самородная медь представлена единичным корольком уплощенной формы, размером 0,01x0,03 мм.

Единичные корольки самородного серебра отмечены в породе и в прожилке малахита. Размеры корольков <0,001-0,004 мм.

Включения электрума отмечены в породе и имеют размеры 0,01-0,01x0,02 мм.

Смешанные руды (Медь кислоторастворимая 15 – 40 %) сложены первичными и окисленными. Минеральный состав их соответствует в разных пропорциях первичных и окисленных руд с аналогичным минеральным составом.

По сравнению с окисленными и смешанными рудами в первичных рудах отмечается повышенные содержания СаО и Скарб., что приведет к значительному увеличению расхода серной кислоты при выщелачивании. Содержания СаО в породных отвалах рудника Саяк значительно выше, чем в окисленных рудах месторождений Актогай (1,20-1,61%) и Коунрад (0,12%), где осуществлялась их переработка по аналогичной технологии.

8 Методика геологоразведочных работ

Целью проведения эксплуатационной разведки является достижение следующих результатов:

- уточнение распространения ТМО по площади и на глубину;
- изучение вещественного состава и технологических свойств ТМО;
- отработки технологии извлечения меди из продуктивного раствора;
- получение данных по изменчивости качества ТМО;
- уточнение инженерно-геологических и гидрогеологических условий.

8.1 Обоснование группы сложности геологического строения отвалов ТМО

Отвалы вскрышных пород Саякской группы месторождений характеризуются многоярусным строением с недеформированными откосами и уступами. Площадь основания месторождения Саяк I составляет 2094,7 тыс. м², при высоте 67м. Распределение меди в отвалах вскрышных пород неравномерное [1].

8.2 Топогеодезические работы

Топогеодезические работы проводятся с целью обеспечения предприятия топографо-геодезическими материалами для производства работ по строительству завода по выщелачиванию отвалов медьсодержащих отвалов ТМО. Работы заключаются в выполнении топографической съемки в масштабах 1:500 и 1:5000, с сечением рельефа 0.5 м согласно требованиям действующих инструкций.

8.3 Буровые работы

Бурение скважин пневмударногобурения для изучения медного оруденения в техногенных образованиях. Бурение скважин с одновременной обсадкой проводится станком AtlasCopco, система Elemex. Все скважины забуриваются вертикально по сети 50X50м. Диаметр бурения 136 мм. Выход шламового материала 95-100%. Оно основано на перенаправлении потоков воздуха перпендикулярно оси бурения, а затем обратно в продувочные каналы, через которые буровой шлам выходит на поверхность. Это решение позволяет избежать излишних потерь воздуха, который не участвует в процессе выноса шлама, а только создает дополнительные трудности в производстве работ. Скважины проходятся на полную мощность отвалов с выходом в породы подошвы. Объем работ - 427 п.м.

8.4 Методы отбора проб

В процессе производства полевых работ для качественной и количественной характеристик и техногенных минеральных образований выполнялось бороздовое и шламовое опробование.

Шламовое опробование при бурении скважин методом обратной продувки (RC) производится из основного порта конусного делителя. Средний вес шламового материала из основного порта при длине пробы 2 м и диаметре бурения 136 мм составляет 40-50 кг. В пробу направляется 1/4 часть шламового материала. Для сокращения шламового материала при опробовании использовался делитель Джонса. Всего будет отобрано 214 проб.

Групповые пробы отбираются из дубликатов рядовых проб. В состав групповых проб включается от 3 до 5 навесок рядовых проб. Веса навесок рядовых проб в среднем составляют 100 г. Как правило, в групповую пробу комплектуется сближенные рядовые пробы, относящиеся к одному технологическому сорту руды [1,2,3].

8.5 Аналитические работы

Подготовка проб производится в соответствии со схемой (Рисунок 2.9), составленной с использованием формулы Ричардса – Чечётта по определению надёжной массы (Q_n) при определённом диаметре частиц (d) и степени неравномерности распределения полезного компонента (k): $Q_n = k \cdot d^2$. Пробы измельчаются до размера частиц - 0,074 мм. Коэффициент неравномерности принимается равным 0,5 (Приложение Д).

Таблица 5 – Аналитические работы

Виды аналитических работ	Ед. изм.	Общий объем	К-во проб
Атомная – абсорбция на медь общую	анализ	1461	1264
Атомная – абсорбция на медь кислоторастворимую	анализ	1461	1174
Анализ групповых проб	анализ	6	6
Внутренний геологический контроль а/а на медь общую	анализ	112	112
Внешний геологический контроль а/а на медь общую	анализ	112	112
Контроль а/а на медь общую по стандартным образцам	анализ	29	29
Контроль а/а на медь общую по бланковым пробам	анализ	40	29
Определение объемной массы	целик	36	36

Все пробы будут направлены на атомно-абсорбционный анализ. После проведения анализа рядовых проб будет проведен 10% анализ для внутреннего контроля. Всего будет проанализировано 236 проб.

Методика атомно-абсорбционного анализа на медь кислоторастворимую. Перед производством собственно аналитических работ, навеску пробы последовательно подвергают обработке рядом растворителей. На первом этапе получают растворы водорастворимых сульфатов меди, которые выщелачивают из исходной навески водой. Затем получают раствор оксидных форм меди после выщелачивания серной кислотой, разбавленной 5:95, в присутствии сульфита натрия. Для определения доли меди во вторичных сульфидах, остаток навески после первых двух этапов выщелачивания обрабатывают раствором тиомочевины с образованием устойчивого комплексного соединения тиомочевины с медью. Метод измерений массовой доли меди в первичных сульфидах основан на растворении осадка меди первичных сульфидов (полученным при определении массовой доли вторичных сульфидов) в смеси азотной и серной кислот. Полученные растворы разных форм меди в дальнейшем анализируют по методике, описанной для атомно-абсорбционного анализа на медь общую.

Содержания меди общей и кислоторастворимой определяются от 0,005%.

На атомно-абсорбционный анализ направлялись все рядовые бороздовые и шламовые пробы. Всего выполнен анализ 1461 рядовой пробы.

Групповые пробы анализируются атомно-абсорбционным методом на серебро; количественным масс-спектрометрическим анализом (ICP-AES) на мышьяк, барий, висмут, кобальт, хром, медь, магний, марганец, молибден, железо, никель, свинец, олово, ванадий, иттрий и цинк.

8.6 Определение объемной массы

В период разведки ТМО вскрышных отвалов месторождения Саяк I производилось систематическое определение объемной массы. Определения производилось способом выемки из целиков.

При определении объемной массы способом выемки из целиков, пробы отбирались прямоугольными фигурами по регулярной сети с поверхности отвалов. Объем вынутой горной массы замерялся путем заполнения выемки песком. Вынутая горная масса пробы просушивалась в сушильных шкафах в течение 2х суток. Вес ее колебался от 1,0 до 2,0т. Объемная масса колебалась от 2,00 до 2,67 т/м³ (таблица 6).

Таблица 6 - Определения объемной массы ТМО способом выемки целиков

Отвал	Кол-во целиков	Суммарный объем целиков, м ³	Суммарный вес целиков, кг	Объемная масса, т/м ³
Саяк I вскрышной	19	16,2	36850	2,27

9 Методика разработки и добычи меди из ТМО

Основная схема проекта заключается в использовании существующих отвалов в виде куч, представляющих собой окисленные и сульфидные руды с низким содержанием меди.

9.1 Процесс получения медесодержащего раствора

Технологическая схема выщелачивания меди из отвалов месторождения Саяк подразумевает изначальное орошение отвалов 2-х процентным раствором серной кислоты и сбор медесодержащего раствора в сборные траншеи. Содержание меди в продуктивном растворе должно быть не менее 1,5 г/дм³. При меньшем содержании меди раствор при необходимости подкисляется и вновь подается на орошение.

Процесс выщелачивания состоит из орошения существующих отвалов слабым раствором серной кислоты и сбора раствора.

Сначала, при необходимости, при помощи бульдозеров проводят планирование/выравнивание поверхности отвалов, затем прокладывают орошающий трубопровод и подают выщелачивающий раствор на отвалы. Выщелачивающий раствор подается из хранилища рафината системой насосов через распределительную систему. Выщелачивающий раствор поступает через орошающие или разбрызгивающие отверстия, что обусловлено погодными условиями. Выщелачивающие растворы протекают под действием силы тяжести через отвалы. Кислотный раствор растворяет медь в отвале, в результате чего получается насыщенный медесодержащий выщелоченный раствор, который поступает в сборные каналы.

Медесодержащий (продуктивный) раствор после этого подается насосами из сборных канав на другой участок выщелачивания или хранилища – пруд продуктивного раствора.

Во избежание замерзания растворов для орошения зимой планируется укладка орошающего трубопровода под поверхностью отвалов 0,3-0,5 метров или покрытие полиэтиленовой пленкой поверхность отвалов для теплоизоляции. Выщелоченный раствор из основания отвалов через сборные каналы собирается в сборный резервуар раствора. Ожидаемый состав выщелоченного раствора Cu 1,5-1,7 г/л, Fe 2-5 г/л, pH 2-2,5, выщелоченный раствор подается насосом в пруд продуктивного раствора.

9.2 Параметры работы участка

Основными параметрами работы участка выщелачивания являются следующие показатели:

- Тип руды – смесь низкой концентрации оксидов/сульфидов;
- Объемная плотность руды – 2 200 кг/м.куб.;

- Содержание влаги – 4-5%;
- Агломерирование – отсутствует;
- Количество отвалов (первый этап) – 6 235 300 тонн со средним содержанием меди 0,36 %, что соответствует 22 300 тоннам меди.;
- Ожидаемое извлечение 65 % от общего содержания меди;
- Потребление кислоты – 5 кг кислоты на 1 кг извлеченной меди;
- Расход раствора для выщелачивания – 0,1-0,3 л/мин/кв.м.;
- Применяемый метод подачи раствора – летом – эксцентричным разбрызгиванием, а зимой – путем вбрызгивания в отвалы (капельное орошение);
- Потери испарением – 10%;
- Количество раствора для предварительного смачивания руды – 9% от веса руды;
- Состав раствора для выщелачивания – 0,1-0,2 г/литр меди, 15-20 г/литр кислоты;
- Продуктивный раствор составляет 1,5-2 г/литр меди, 1,0 г/литр кислоты, 10,0 г/литр железа, кислотность рН 1,8-2,2;
- Способ сбора выщелоченного раствора – естественный сток в сборную траншею.

9.3 Принципиальная схема завода SX-EW

Для проверки возможности организации процесса выщелачивания руды на месте, отработки технологии извлечения меди из продуктивного раствора, определения необходимого количества серной кислоты, воды (подпитка], а так же определения потерь раствора содержащего медь был построен опытный гидрометаллургический (SX-EW) завод, способный пропускать через цех экстракции до 6м³/час продуктивного раствора производительностью до 200 т/сутки катодной меди.

Имеется 4 основных объекта, необходимых для организации такого производства:

- 1) Отвал (штабель, куча) руды;
- 2) Отделение экстракции, где только медь извлекается из продуктивного раствора и переходит в органический раствор;
- 3) Отделение реэкстракции, где медь извлекается из органического раствора и переходит в водный раствор электролита;
- 4) Отделение электролиза, где медь осаждается из раствора электролита и, таким образом, превращается в товарный продукт.

10 Подсчет предполагаемых запасов меди в ТМО Молдыбай 2

Подсчёт предполагаемых запасов меди из ТМО Молдыбай 2 вскрышной проделан мною с использованием метода геологических блоков по сети 50м x 50м.

В процессе выделения подсчётных блоков, следует руководствоваться перечнем требований ГКЗ, согласно которым намеченные геологические блоки должны быть технологически однородными, а также находиться в идентичных горнотехнических условиях.

Согласно с вышеперечисленными требованиями, на всей поверхности отвала вскрышных пород месторождения Молдыбай была построена оптимальная разведочная сеть скважин пневмоударного бурения. Всего запроектировано 19 скважин с показателями мощностей, варьирующимися от 21 до 23 метров. Суммарная мощность равняется 427 метрам, средняя – 22,47 метров. Минимальное бортовое содержание меди по скважинам варьируется от 0,04 до 0,045%.

При детальном подсчёте суммарный запас меди равен 9200,2 тонн металла (таблица 8).

Таблица 7- Запроектированные скважины

Отвал	№№ скв	мощность по скв.,м	Мин. Бортовое содержаниеCu%
Молдыбай вскрышной	МД-1	21	0,0400
	МД-2	22	0,0430
	МД-3	24	0,0450
	МД-4	23	0,0420
	МД-5	21	0,0440
	МД-6	24	0,0440
	МД-7	22	0,0450
	МД-8	24	0,0440
	МД-9	23	0,0430
	МД-10	21	0,0420
	МД-11	22	0,0410
	МД-12	24	0,0420
	МД-13	22	0,0440
	МД-14	21	0,0410
	МД-15	22	0,0400
	МД-16	23	0,0420
	МД-17	21	0,0430
	МД-18	23	0,0410
	МД-19	24	0,0400
	Сумма	427	
	Среднее	22,473684	0,403

Таблица 8- Суммарный запас меди

отвал	Блок	Площадь, м ²	Объем блока, м ³	Объемн. масса, т/м ³	Запасы руды, тыс.т	Запасы меди, т
Молдыбай вскрышной	1	22500	505657,8947	2,27	1147843,4	4625,8
	2	5625	126414,4737		286960,8553	1156,452247
	3	6000	134842,1053		306091,5789	1233,549063
	4	6250	140460,5263		318845,3947	1284,946941
	5	4375	98322,36842		223191,7763	899,4628586
	Сумма	44750	1005697,368		2282933,0	9200,2

Расчётная смета на проведение работ включает следующие сегменты: планируемые геологоразведочные работы на участке и изучение технологических свойств. Суммарная расчетная стоимость запроектированных геологоразведочных работ составляет 30,4 миллиона тенге.

Таблица 9- Расчетная смета

№ п/п	Наименование и виды работ	Ед. измерения	Количество	Цена	Всего
1	Планируемые геологоразведочные работы на участке Молдыбай вскрышной				13 446 452
1.1	топографические работы	шт	1	1000000	1 000 000
1.2	бурение	м	427	26000	11 102 000
1.3	опробование	мес	214	2 336	500 000
1.4	транспортировка проб	рейс	2	150000	300 000
1.5	А.А. анализ на общую медь	шт	214	2307	493 698
1.6	внутренний контроль 10%		22	2307	50 754
2	Изучение технологических свойств				16 963 402
2.1	отбор проб на бутылочные тесты		22	2 336	51 402
2.2	бутылочные тесты	шт	22	280000	6 160 000
2.3	колонные тесты	шт	1	2352000	2 352 000
2.4	техрегламент	шт	1	8400000	8 400 000
	ИТОГО:				30 409 854

Извлечение меди в товарный продукт (катодная медь 99.99%), согласно технологическим исследованиям, составляет 43%.

Таким образом товарный продукт составит $9200.2 \text{ т} * 43\% = 4000 \text{ т}$. При затраченных 30,5 млн тенге на ГРР стоимость 1 тонны товарного металла составит приблизительно 7600 тенге. При текущей стоимости меди на LBM 6500\$/Т или 2 700 000тенге за тонну процентные затраты на ГРР к тонне составят 0.3%.

10.1 Повариантный подсчет запасов

Повариантный подсчет выполнен для ТМО вскрышных отвалов месторождений меди Саяк I, Молдыбай и Тастау. В подсчете участвуют все объемы ТМО вышеперечисленных месторождений. Ранее запасы этих объектов в ГКЗ РК не утверждались.

Повариантный подсчет запасов выполнен на основании опробовательских данных по скважинам РС и шурфам, пройденных ТОО «Эдванс Майнинг Технолджи» в 2017 -19 гг. Также учтены данные по скважинам РС, пройденным на отвале вскрышных пород месторождения Молдыбай в 2016 г.

Объемы выработок и проб по ним, принимавших участие в повариантном подсчете запасов, приведены ниже:

- скважины РС – 55, проб – 1104;
- шурфы– 160, проб – 160;
- общее количество проб, участвующих в подсчете - 1264.

10.2 Обоснование и выбор параметров кондиций для повариантного подсчета запасов

При выборе параметров кондиций руководствовались следующими факторами:

- рекомендуемый технологическим регламентом способ переработки ТМО;
- технологические особенности процесса извлечения меди из ТМО;
- характер распределения минеральных форм меди в отвалах.

Технологическим регламентом рекомендовано кислотное выщелачивание меди «на месте», т.е. без рудоразборки отвалов по технологическим сортам и без перемещения рудной массы на специально подготовленные площадки кучного выщелачивания. В разрезе отвалов имеет место перемежаемость технологических сортов руды, что не позволяет проводить их раздельное выщелачивание.

В связи с вышеизложенным, основные параметры кондиций, принятые для повариантного подсчета запасов, следующие:

- основным бортовым параметром принять среднее содержание кислоторастворимой меди в крайней выработке;
- оконтуривание запасов произвести по следующим вариантам содержания кислоторастворимой меди в крайней выработке: I вариант 0,05%; II вариант 0,03%; III вариант 0,02%; IV вариант на весь объем отвала;
- произвести подсчет запасов меди общей и кислоторастворимой.

Для выбора вариантов бортовых содержаний предварительно был произведен подсчет запасов во вскрышном отвале Саяк I для разных вариантов содержания кислоторастворимой меди в крайней выработке с шагом 0,01% от варианта 0,01% до варианта 0.05%.

После анализа результатов предварительного повариантного подсчета, был произведен выбор параметров содержаний в крайней выработке для вариантов кондиций. Результаты предварительного повариантного подсчета для выбранных параметров содержания в крайней выработке приведены в таблице 1.27 и 1.28.

Выбранные варианты бортового содержания обеспечивают регламентируемое ГКЗ РК изменение запасов руды в приростах:

- содержание кислоторастворимой меди в крайней выработке 0,05% примерно соответствует среднему содержанию в отвале месторождения Саяк I;
- содержание Си_{кисл} в крайней выработке равно 0,03% обеспечивает изменение запасов руды в отвале на 66,5% по сравнению с I вариантом;
- содержание Си_{кисл} в крайней выработке равно 0,02% обеспечивает изменение запасов руды в недрах на 43,5 % по сравнению со II вариантом;
- в IV варианте (весь объем отвала) прирост к III варианту по руде составляет 51 %.

10.3 Методика подсчета запасов по вариантам кондиций

Выбор метода подсчета. Повариантный подсчет запасов производился путем прямого оконтуривания по вариантам содержания $Cu_{\text{кисл}}$ в крайней выработке. Согласно приложению № 2 к Приказу и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 31.05.18 г. № 419, геостатистические методы подсчета запасов могут использоваться для месторождений простого строения, разведанных по густой регулярной сети (50x50 м и гуще). ТМО вскрышных пород рудника Саяк разведаны по сети скважин 200x200 м, поэтому геостатистический метод подсчета запасов был отклонен. С учетом морфологии отвалов и методики их разведки, в качестве подсчетного был выбран метод геологических блоков. Основной подсчетной графикой являлись планы масштаба 1:2000 и 1:5000 (Приложение Л).

Увязка рудных блоков. Отвал Саяк I с поверхности разведан шурфами по сети 100x100 м, а на глубину скважинами по сети 200x200 м. Поэтому при подсчете запасов, для обеспечения равномерной плотности сети опробования, они были разделены на приповерхностные блоки, опирающиеся на шурфы (зона влияния шурфов распространялась до глубины 10 м) и интервалы опробования скважин от 0 до 10 м, и скважинные блоки, опирающиеся только на интервалы опробования скважин с глубины 10 м и до подошвы отвалов.

Отстройка контуров блоков по вариантам содержаний на плане выполнена с учетом изолиний $Cu_{\text{кисл}}$. Для построения планов изолиний использовались только средние содержания $Cu_{\text{кисл}}$ по скважинам (без учета данных по шурфам).

Определение средних содержаний, объемов, запасов руды и металла. Средние содержания по выработкам $Cu_{\text{общ}}$ и $Cu_{\text{кисл}}$ по вариантам рассчитывались

как средневзвешенные на длины проб. Средние содержания в блоках по вариантам высчитывались как средневзвешенные на мощность выработок (или зону влияния шурфов 10 м).

Для расчёта объёмов блоков по данным топографической съёмки масштаба 1:500 и исторических топографических планов поверхности, были отстроены замкнутые трехмерные каркасы отвалов в естественных границах.

Для отстройки каркасов приповерхностных блоков была сформирована поверхность согласная поверхности отвала, но по высотным отметкам смещённая на 10 м ниже. В дальнейшем каркасы отвалов в естественных границах были разрезаны этой поверхностью на две части. Каркасы блоков по вариантам $Cu_{\text{кисл}}$ представляют собой вертикальные призмы, ограниченные сверху и снизу либо естественной поверхностью отвала и поверхностью -10 м (для приповерхностных блоков), либо поверхностью -10 м и подошвой отвала (для блоков по скважинам).

Запасы руды рассчитывались как произведение объёмов блоков на объёмную массу; запасы меди общей и кислоторастворимой – умножением запасов на соответствующие средние содержания в блоках.

Приросты по вариантам рассчитывались как разность между объёмами, запасами руды и запасами металла смежных вариантов. Средние содержания в приростах определялись делением запасов металла в приросте на запасы руды в этом же приросте.

Запасы руды и металла в целом по отвалу по вариантам и приростам определялись как сумма таковых, подсчитанных для отдельных блоков.

10.4 Результаты повариантного подсчета запасов

Результаты повариантного подсчета запасов в целом по отвалам ТМО приведены в **Ошибка! Источник ссылки не найден..**

Из приведенных данных следует, что от I к IV варианту наблюдается прирост запасов руды на 260,8%, меди общей на 188,2% и меди кислоторастворимой на 79,2%.

Темпы прироста запасов постепенно снижаются от 66,5% для II варианта и до 37,2% для IV варианта.

В целом, разница в запасах руды, подсчитанных при снижении содержания меди в крайней выработке, составила не менее 10% от общих запасов ближайшего варианта, что обеспечивает возможность применения повариантного способа.

10.5 Заверка полученных результатов

Опираясь на данные, **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, полученные в результате повариантного подсчёта запасов, следует признать, что наиболее

предпочтительным является вариант IV, в котором объектами переработки будут все объемы отвалов Саяк-1.

Приняв за основу результаты IV варианта подсчета запасов в целом по отвалам ТМО, проводится разрежение сети блоков технологического картирования до размеров 400x400 метров и размера блоков равного 400x400 метров.

При подсчёте общего средневзвешенного содержания и средневзвешенного содержания окисленной меди использовались ранее выявленные содержания и мощности.

Таблица 10- повариантный подсчёт запасов

Вариант	Блок	Объем блока, м ³	Объемн. масса, т/м ³	Запасы руды, тыс. т	Среднее содержание, %		Запасы металла, т	
					Суобщ.	Сукисл.	Суобщ.	Сукисл.
IV	1п	19647242	2,27	44599,2	0,150	0,039	67098,6	17487,4
	2с	63515693	2,27	144180,6	0,151	0,044	217266,0	63781,0
	Всего IV	83162935		188779,9	0,151	0,043	284364,6	81268,3

Таблица 11- повариантный подсчёт запасов

Вариант	Блок	Объем блока, м ³	Объемн. масса, т/м ³	Запасы руды, тыс. т	Среднее содержание, %		Запасы металла, т	
					Суобщ.	Сукисл.	Суобщ.	Сукисл.
IV	1п	19647242	2,27	44599,2	0,150	0,039	67098,6	17487,4
	2с	63515693	2,27	144180,6	0,151	0,044	217266,0	63781,0
	Всего IV	83162935		188779,9	0,151	0,043	284364,6	81268,3

В результате проведенных работ выявлены следующие расхождения: показатели средневзвешенного содержания $Su_{общ}$ уменьшились на 0,003%, $Su_{кисл}$ – на 0,002%, расхождение количества запасов руды к предыдущему варианту составляет 1,02%.

Ввиду малого процентного расхождения с образцовым вариантом, можно сделать вывод, что подсчёт запасов методом блоков размером 400x400 метров имеет место быть и при менее детальном исследовании мог бы заменить исходный вариант.

11 Экология

При производстве геологоразведочных работ соблюдались все действующие инструктивные требования по охране окружающей среды и с соблюдением мер по охране труда [2].

Основными источниками загрязнения окружающей среды для данного предприятия являются: карьер, отвалы, дизельгенератор, резервуар хранения топлива, склад серной кислоты, пруды продуктового раствора и выщелачиваемого раствора, отвальное выщелачивание, электролизный цех.

При производстве всех видов работ будут применяться средства индивидуальной защиты. Уровень шумового воздействия не будет превышать ПДУ, установленные в Санитарных правилах.

Таким образом, согласно ст. 40 Экологического кодекса, предприятие относится к 2 категории опасности.

Вывоз отходов производится согласно договору со специализированным предприятием.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ТМО саякского рудника изучены с поверхности разведочными скважинами РС с двойной колонковой трубой на всю глубину отвала.

Вещественный состав и технологические свойства отвалов изучены лабораторными и малообъемными технологическими пробами. Результаты технологических исследований подтверждаются показателями на опытно-промышленной установке по сернокислотному выщелачиванию. Произведено геолого-технологическое картирование с выделением блоков 50х50м с определением основных технологических параметров и прогнозного извлечения меди. Количество извлекаемой меди из отвала Молдыбай 2 равно 4000 тонн., среднее извлечение составляет 47%.

Выполнен подсчет запасов. Оконтуривание проводилось по методу геологических блоков. В результате был разработан проект разведки. Основным компонентом подсчета запасов была принята общая медь. Подсчет производился в телах отвалов целиком.

В целом подсчет запасов общей меди по данным рядового опробования геологоразведочных скважин и запасов металла по данным бутылочных тестов групповых проб совпадает.

В результате проведенных геологоразведочных работ и ревизионно-технологически испытаний минерального сырья, сосредоточенного в отвалах в виде окисленных, смешанных и первичных руд была выполнена предполагаемая геолого-экономическая оценка освоения отвала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 «Комплексное использование техногенных минеральных образований», Азарова Светлана Валерьевна, Перегудина Елена Владимировна, 2015.
- 2 «Методические рекомендации по изучению и оценке техногенных минеральных образований», Министерство геологии и охраны недр РК, Алматы, 1995.
- 3 «Методическое руководство по изучению и оценке техногенных минеральных объектов, представляемых на государственную экспертизу недр», Министерство энергетики и минеральных ресурсов РК, 2008.
- 4 «Отчёт о проведенных геологоразведочных работах на ТМО Саякской группы месторождений в Карагандинской области, с подсчетом запасов общей меди», ТОО «Эдванс Майнинг Технолоджи», 2019.
- 5 «Техногенные отходы как резерв пополнения минерально-сырьевой базы: состояние и проблемы освоения», Быховский Л.З., Спорыхина Л.В., Москва, 2011.

Приложение А

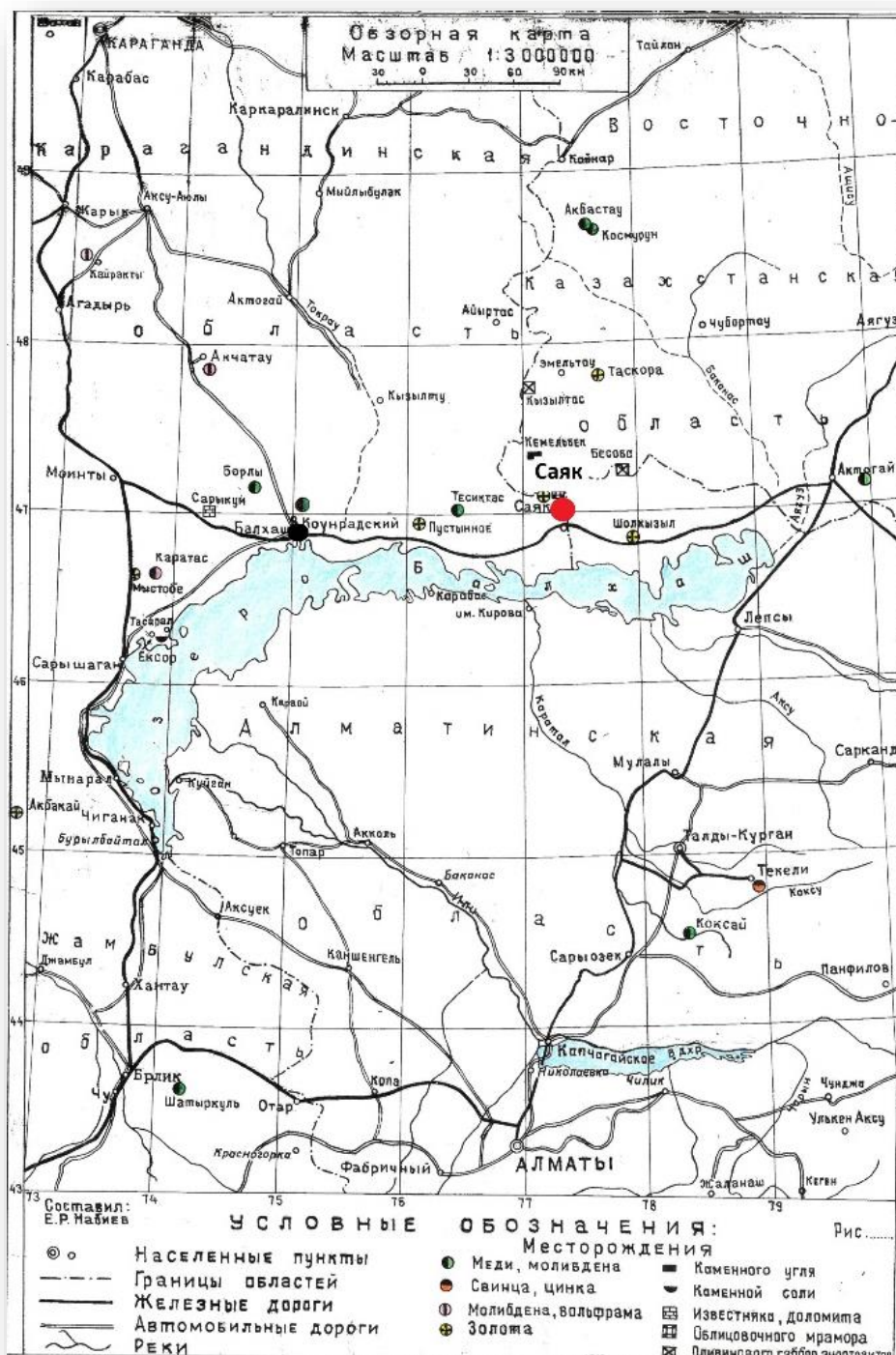


Рисунок А.1.- Обзорная карта региона. Масштаб 1:3000000

Приложение Б

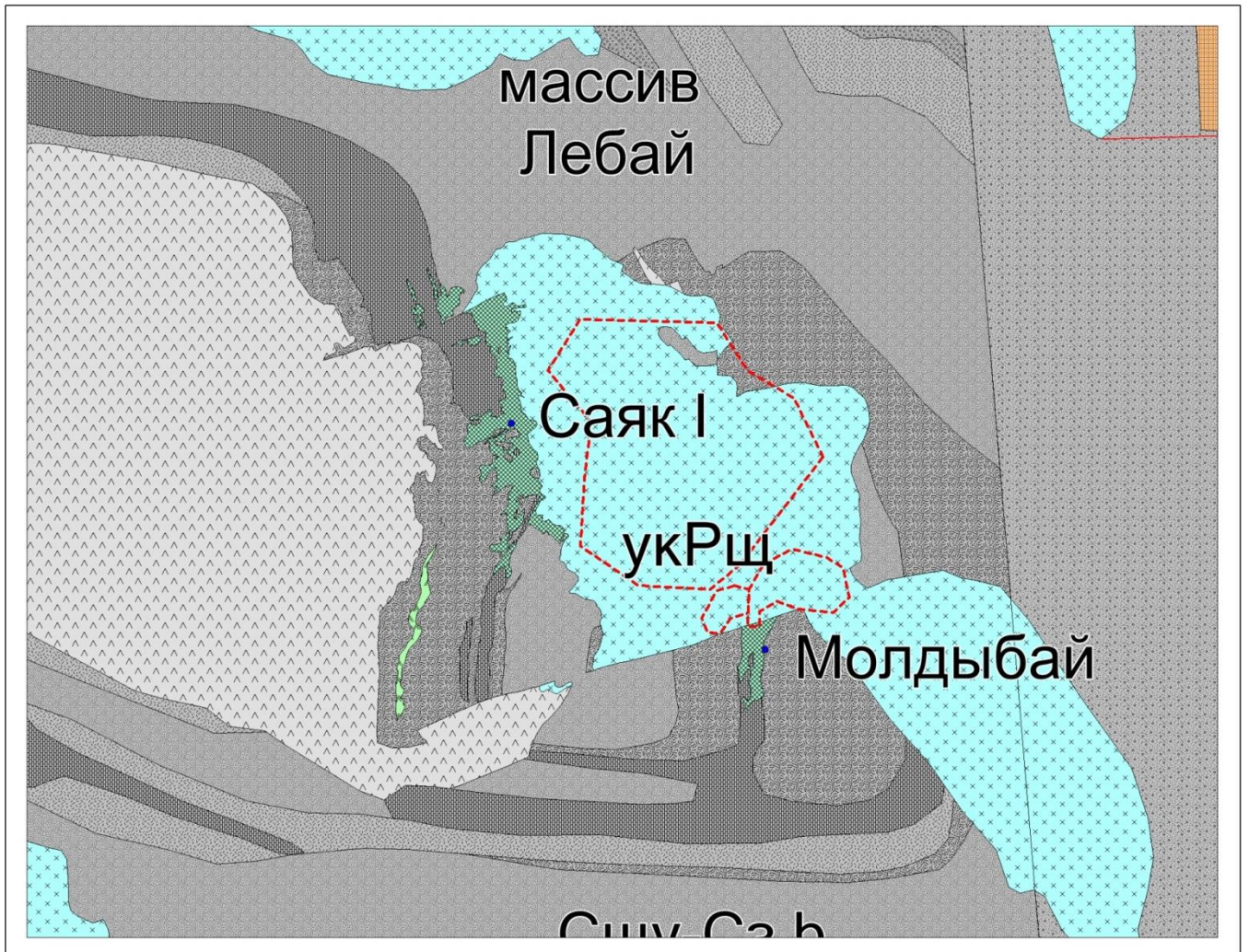


Рисунок Б.1.- Схематическая геологическая карта месторождений Саяк и Молдыбай. Масштаб 1:5000

Приложение В

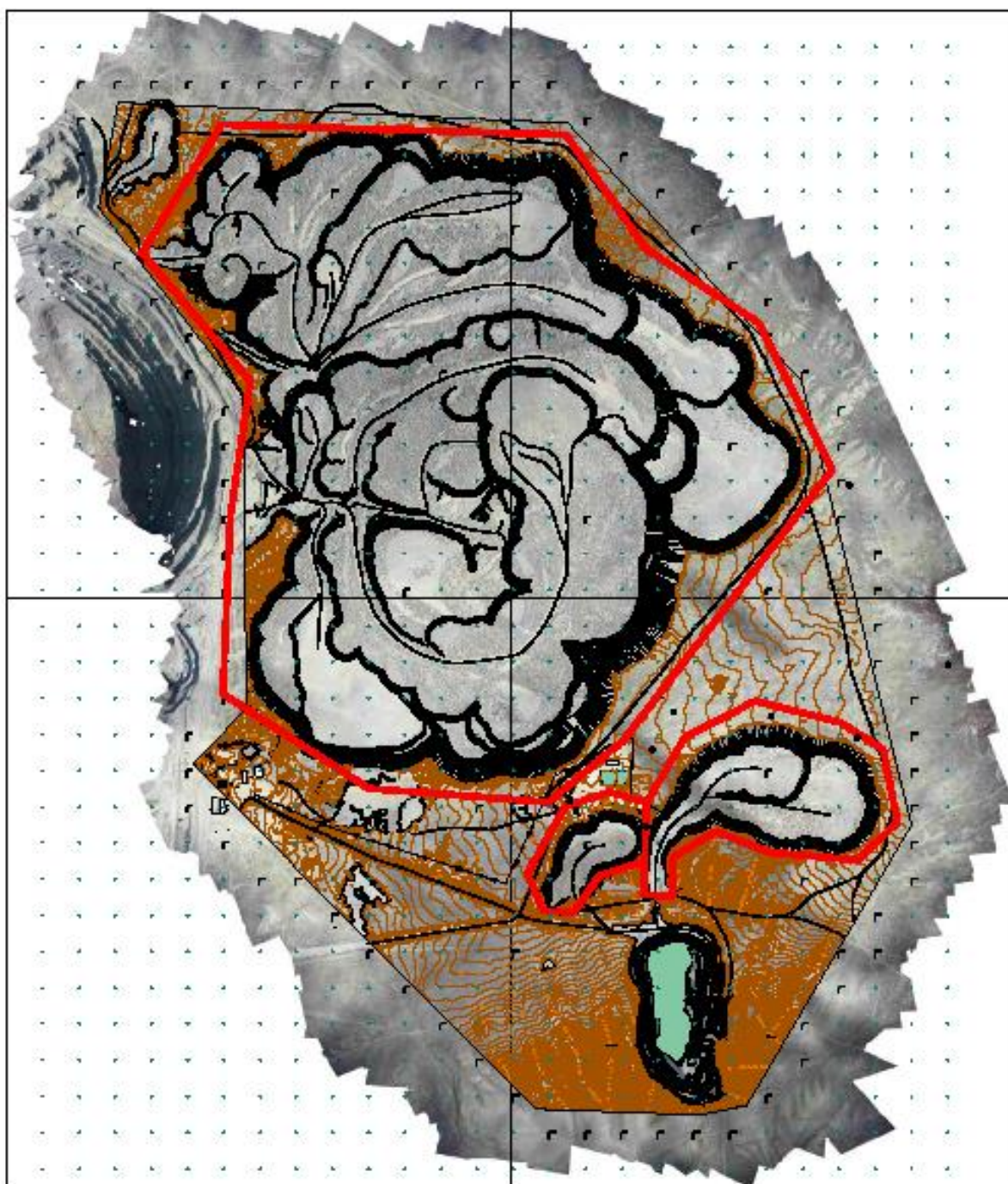
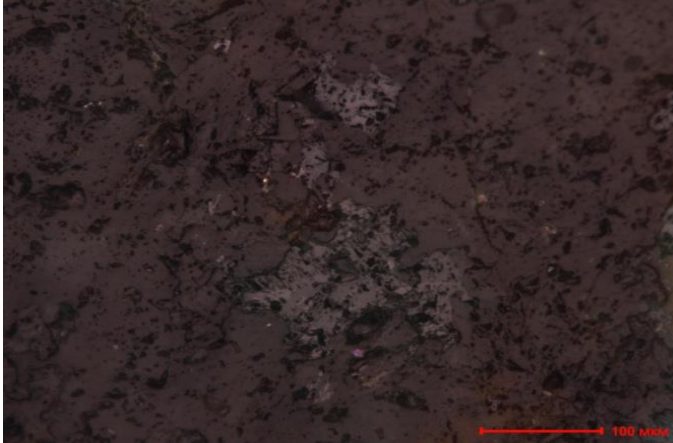
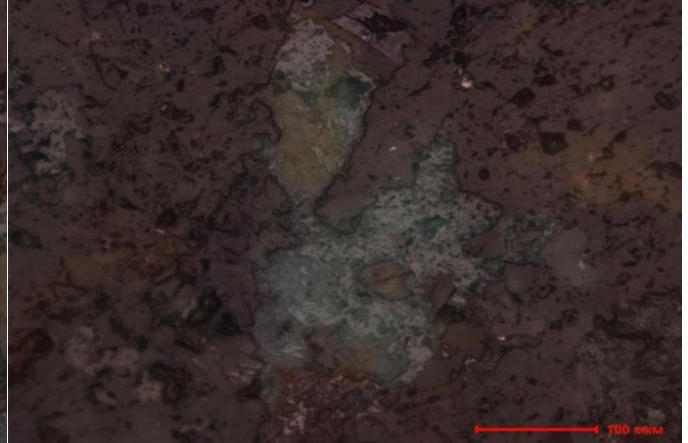


Рисунок В.1.- Космоснимок отвалов Саяк и Молдыбай

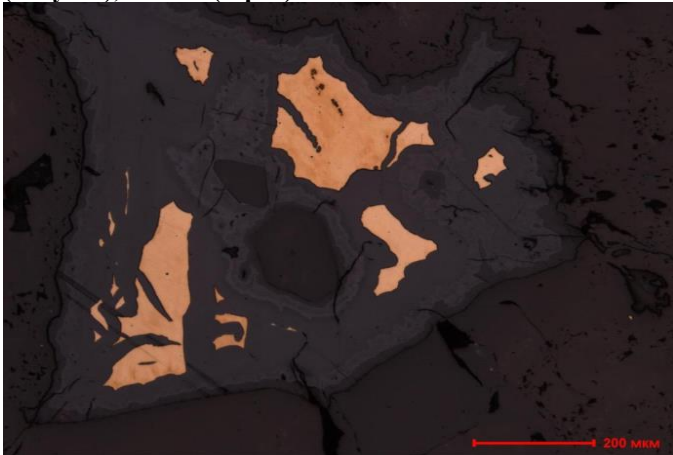
Приложение Г



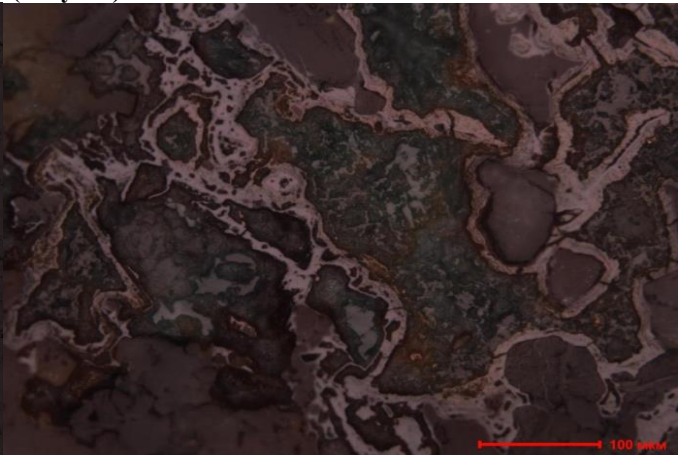
Аншлиф. Агрегаты малахита (светло-зеленое), хризоколлы (голубое), гематита (серое). Ув. 200



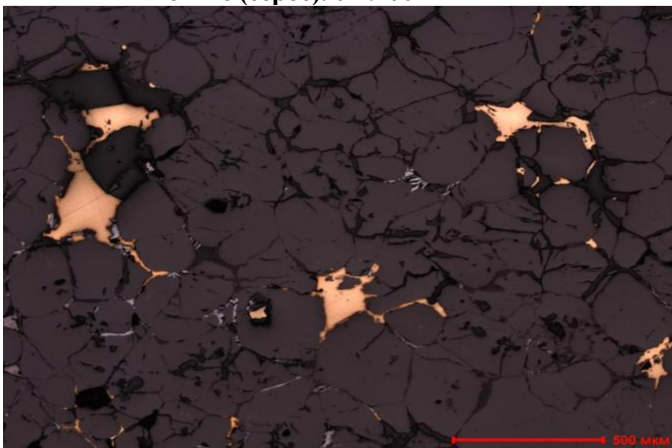
Аншлиф. Агрегаты малахита (светло-зеленое) и хризоколлы (голубое). Ув. 200



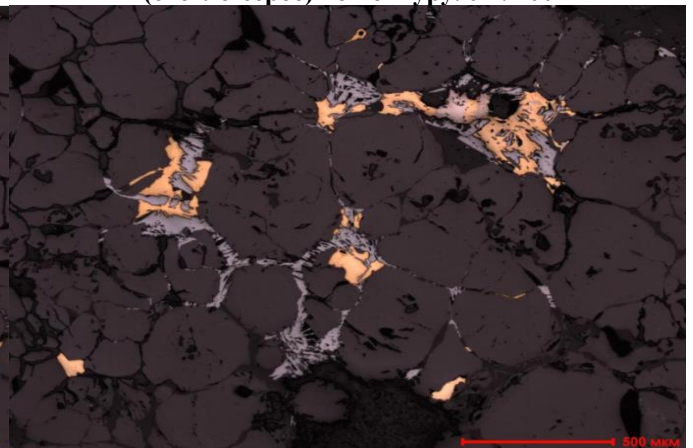
Аншлиф. Останцы халькопирита (желтое) в гематите (серое). Ув.100



Аншлиф. Гнезда малахита с пленками гематита (светло-серое) по контуру. Ув. 200



Аншлиф. Петельчатые структуры гематитом (голубое), халькопиритом (желтое). Ув. 50



Аншлиф. Петельчатые структуры выполнения межзерновых промежутков в породе гематитом (голубое), халькопиритом. Ув. 50

Рисунок Г.1.- Минеральный состав ТМО

Приложение Д

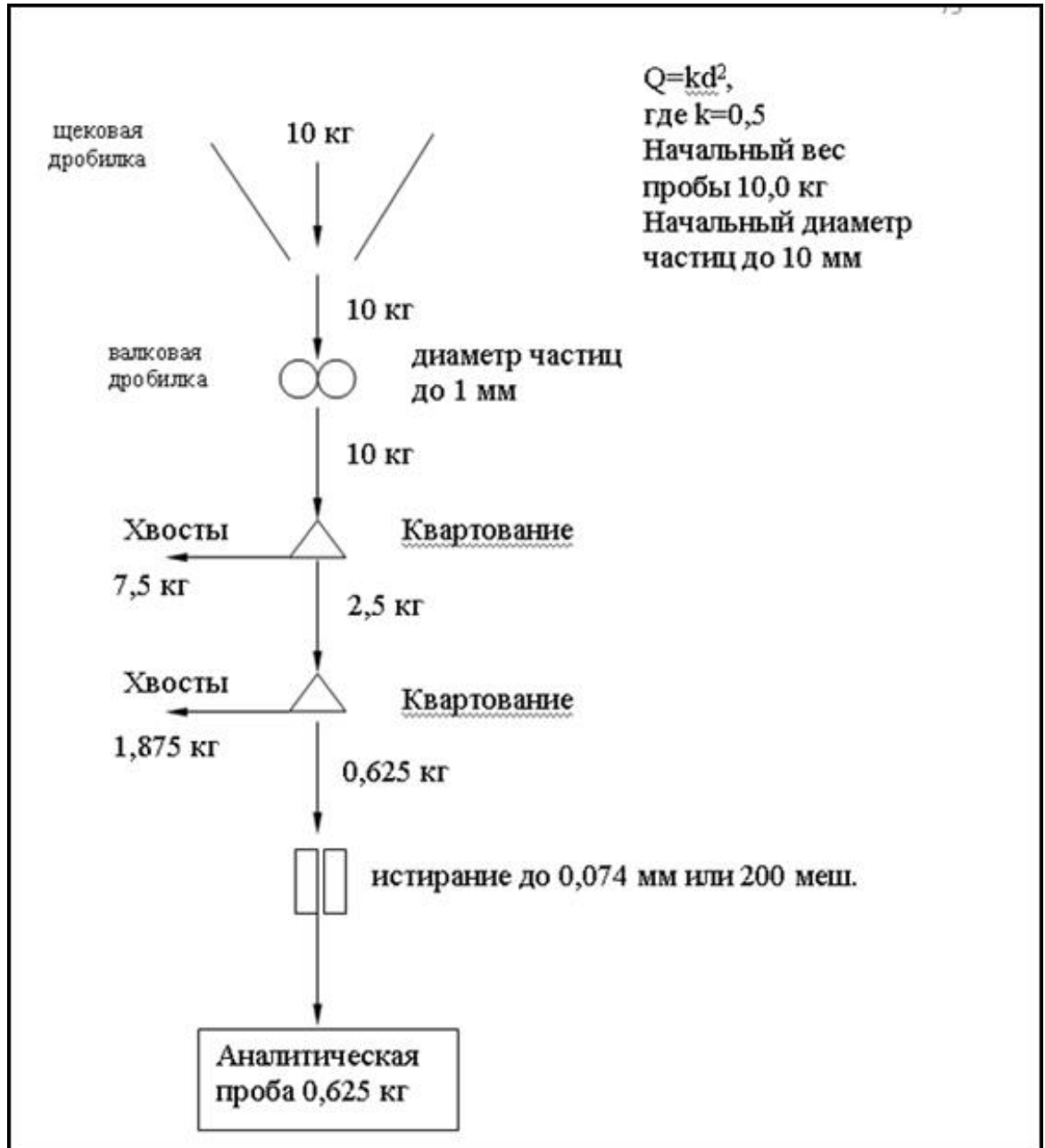


Рисунок Д.1.- Схема обработки бороздовых и шламовых проб

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

на ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ
(наименование вида работы)
Бирюлин Рустам Валерьевич
(Ф.И.О. обучающегося)
5В070600- Геология и разведка месторождений полезных ископаемых
(шифр и наименование специальности)

Тема: Методика разведки, разработки, добычи меди из техногенных минеральных образований в Карагандинской области на примере месторождения Саяк

В основу создания данного дипломного проекта был положен опыт и документы, накопленные Бирюлиным Р.В. в период производственной практики с 01.06.18 по 15.08.18 г. и 01.06.19 – 15.08.19. на предприятии компании «Эдванс Майнинг Технолоджи».

Автор проекта непосредственно участвовал при шурфовых, бороздовых, шламовых опробованиях, в построении разведочной сети и обзорной карты месторождения, участвовал при подсчете объемов горных выработок, также в выполнении прочих технических задач с целью отладки и повышения производительности предприятия.

Методика геологоразведочных работ полностью раскрыта в разделе 8. Вещественный состав и технологические свойства отвалов изучены лабораторными и малообъемными технологическими пробами (7 раздел).

Произведено геолого-технологическое картирование с выделением блоков 50x50м с определением основных технологических параметров и прогнозного извлечения меди. Предполагаемое количество извлекаемой меди из отвала Молдыбай 2 равно 4000 тонн., среднее извлечение составляет 47%.

В результате проведенных проектных геологоразведочных работ, сосредоточенного в отвалах в виде окисленных, смешанных и первичных руд была выполнена предполагаемая геолого-экономическая оценка освоения отвала.

Тема дипломного проекта раскрыта полностью и составлена в соответствии всех требований. Бирюлин Рустам Валерьевич заслуживает присвоения квалификации «бакалавр техники и технологии» по специальности 5В070600-Геология и разведка месторождений полезных ископаемых. Рекомендую его к защите с оценкой 95 %.

Научный руководитель

К.г.-м.н, лектор



Асубаева С.К.

(подпись)

«16» мая 2020 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: Бирюлин Рустам Валерьевич

Название: Методика разведки, разработки, добычи меди из техногенных минеральных образований в Карагандинской области на примере месторождения Саяк

Координатор: Салтанат Асубаева

Коэффициент подобия 1: 6,1

Коэффициент подобия 2: 2,3

Замена букв: 16

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.



16.05.2020
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: Бирюлин Рустам Валерьевич

Название: Методика разведки, разработки, добычи меди из техногенных минеральных образований в Карагандинской области на примере месторождения Саяк

Координатор: Салтанат Асубаева

Коэффициент подобия 1: 6,1

Коэффициент подобия 2: 2,3

Замена букв: 16

Интервалы: 0

Микропробелы: 0

Белые знаки: 0

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

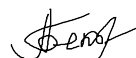
- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности 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.

16.05.2020

Подпись заведующего кафедрой



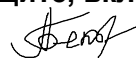
_____ Дата

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Дипломный проект допускается к защите.

16.05.2020

Дата



_____ Подпись заведующего кафедрой