

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРЕДПРИЯТИЙ
УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

«СПБ-ГИПРОШ ▲ ХТ»



ООО «НЕРЮНГРИ-МЕТАЛЛИК»

**ПРОЕКТ УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЪЁМА ПЕРЕРАБОТКИ ГОРНО-
ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА «ГРОСС» ДО 26 МЛН
ТОНН РУДЫ В ГОД. 1 ЭТАП СТРОИТЕЛЬСТВА**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании,
о сетях инженерно-технического обеспечения,
перечень инженерно-технических мероприятий,
содержание технологических решений**

Подраздел 7. Технологические решения

Часть 1. Обогащение и гидрометаллургическая переработка руд

Книга 3. Приложения

П12064.1-10.01.3-ИОС7

Том 10.1.3

Технический директор

Главный инженер проекта



А.А. Подосенов

И.Н. Груздев

**Санкт-Петербург
2022**

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
ОТДЕЛ ОБОГАЩЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ		
Начальник отдела	Н.К Явгель	
<i>Сектор обогащения</i>		
Главный специалист	И.В. Терещенко	
Главный специалист	Т.В. Медведчук	
Руководитель группы	Е.И. Володина	
Ведущий инженер-проектировщик	А.Г. Григорьева	
Ведущий инженер-проектировщик	А.О. Белов	
Инженер-проектировщик 1 категории	Б.С. Самтонова	
Инженер-проектировщик 1 категории	Г.А. Станкевич	
Инженер-проектировщик II категории	А.Е. Цивелев	
Инженер-проектировщик II категории	А.А. Аскарова	
ОТДЕЛ ОТКРЫТЫХ РАБОТ		
Ведущий инженер-проектировщик	К.П. Бонерт	
Инженер-проектировщик III категории	А.С. Мищенко	
ОТДЕЛ ГЕОЛОГИИ		
Начальник отдела	Н.А. Маршак	
<i>Сектор геомеханики</i>		
Начальник сектора	С.В. Кузьмин	
Зам. ГИПа	В.В. Евтеева	
Инженер-проектировщик II категории	А.В. Черенько	
Инженер-проектировщик II категории	М.Д. Шибанов	
ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ		
Ведущий нормоконтролер	Т.А. Савина	

СОДЕРЖАНИЕ

Список исполнителей	2
Содержание.....	3
Информация об исполнителе работы	4
Состав проектной документации.....	5
Приложение 1 Технологический регламент на проектирование.....	6
Приложение 2 Сертификаты оборудования	128
Приложение 3 Расчет и определение категорий по взрывопожарной и пожарной опасности технологических помещений, зданий и наружных площадок.....	145
Приложение 4 Расчет качественно-количественных показателей и водно-шламовой схемы.....	154
Приложение 5 Поверочные расчеты устойчивости	158
Лист регистрации изменений.....	201

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ИСПОЛНИТЕЛЕ РАБОТЫ

Настоящая работа выполнена Обществом с ограниченной ответственностью по проектированию предприятий угольной промышленности «СПб-Гипрошахт» (далее – ООО «СПб-Гипрошахт»).

ООО «СПб-Гипрошахт» оказывает услуги и выполняет предпроектные и проектные работы для строительства, реконструкции, технического перевооружения и закрытия предприятий горнодобывающей, перерабатывающей и др. отраслей промышленности в полном объеме для любых регионов Российской Федерации, а также объектов жилищно-гражданского и коммунально-бытового назначения, выполняет обследование зданий и сооружений, техническую экспертизу проектной и конструкторской документации, что подтверждено лицензиями:

- ООО «СПб-Гипрошахт» является членом саморегулируемой организации Ассоциация проектных организаций «Союзпетрострой-Проект» (АПО «Союзпетрострой-Проект», регистрационный номер записи в государственном реестре саморегулируемых организаций СРО-П-012-06072009 от 06.07.2009), регистрационный номер в реестре членов саморегулируемой организации № 119 от 23.11.2009;
- Лицензия № ПМ-20-000026 от 10.02.2009 г. на производство маркшейдерских работ (лицензия переоформлена на основании решения лицензирующего органа - приказа от 21 июля 2015 г. № 537-л; срок действия лицензии – бессрочно).

Почтовый адрес: ул. Гороховая, д. 14/26, лит. А
г. Санкт-Петербург, 191186, Россия
телефон: (812) 332-30-92

СОСТАВ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Состав проектной документации представлен в томе П12064.1-СП.

Приложение 1

Технологический регламент на проектирование



Акционерное общество
Иркутский научно-исследовательский институт
благородных и редких металлов и алмазов

Экз. № ____

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор,
канд. техн. наук

В.Е. Дементьев
2022 г.

ДОПОЛНЕНИЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ РЕГЛАМЕНТУ


ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ГРОСС» МЕТОДОМ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Договор № 422/7-21


Заместитель генерального директора
по научной работе и инновациям,
докт. техн. наук, профессор


« » 2022 г. Г.И. Войлошников

Заведующий лабораторией
металлургии


« » 2022 г. С.С. Гудков

Руководитель НИР,
Вед. науч. сотр.


« » 2022 г. В.П. Ершов











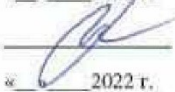
Иркутск 2022

1



АО «Иргиредмет»: тел. (3952) 728-729, факс: +7 (3952) 33-08-33 e-mail: gold@irgiredmet.ru

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель работы, ведущий научный сотрудник	 « » 2022 г.	В.П. Ершов	(введение, разд. 1-7)
Ответственный исполнитель, ведущий научный сотрудник	 « » 2022 г.	Ю.Л. Николаев	(введение, разд. 1-7)
Заместитель заведующего Лабораторией, канд. техн. наук.	 « » 2022 г.	Е.Д. Мусин	(введение, разд. 1-7)
Ст. науч. сотр.	 « » 2022 г.	Д.А. Галков	(разд. 2,)
Науч. сотр.	 « » 2022 г.	А.М. Пунишко	(разд. 2-4)
Ст. науч. сотр. канд. техн. наук	 « » 2022 г.	А.А. Файберг	(введ, разд. 7)
Ст. науч. сотр. канд. техн. наук	 « » 2022 г.	А.Н. Михайлова	(введ, разд. 7)
Ст. науч. сотр.	 « » 2022 г.	С.А. Иванец	(разд. 2)
Мл. науч. сотр.	 « » 2022 г.	Е.Ю. Поседко	(разд. 2)
Инженер	 « » 2022 г.	Р.М. Собенников	(разд. 2)
Контроль оформления/корректор	 « » 2022 г.	А.В. Змачинская	

РЕФЕРАТ

Дополнения к регламенту представлены на 126 страницах, состоит из 7 глав, содержит 30 таблиц, 29 рисунков, 8 приложений.

Ключевые слова: ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩАЯ РУДА, МЕСТОРОЖДЕНИЕ «ГРОСС», КУЧНОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ, РУДОПОДГОТОВКА, РУДНЫЙ ШТАБЕЛЬ, ДЕСОРБЦИЯ, РЕГЕНЕРАЦИЯ, ИЗВЛЕЧЕНИЕ, ХВОСТЫ, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ.

Цель работы - разработка дополнений к технологическому регламенту на производительность 26000 тыс. т/год.

Согласно настоящим дополнениям к технологическому регламенту предполагается увеличение производительности действующей УКВ на месторождении «Гросс» со стакерной укладкой в штабель дроблёной до крупности Р60 минус 40 мм руды и укладкой недробленой руды автотранспортом, кучное выщелачивание рудного штабеля, сорбция золота и серебра из продуктивных растворов на активированный уголь, переработка насыщенного угля с получением слитков лигатурного золота, соответствующих ТУ 117-2-7-75.

Особенностью технологии является комбинированная (стакерная и автотранспортом) укладка рудного штабеля и динамическое (многоразовое) основание под штабель.

При разработке Дополнений к регламенту использовались результаты, полученные при проведении исследований пробы руды, изучения ее характеристик, проведении колонных тестов и экологических исследований [9].

К переработке планируются два типа руд – окисленные с содержанием золота 0,65 г/т и переходные с содержанием золота 0,76 г/т. Содержание серебра в рудах 1,87 г/т.

Извлечение благородных металлов в сплав золота лигатурного составляет: золота из окисленной руды 73,53 %, из переходной руды – 56,99 %, серебра – 20,0 %.

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ	3
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНЕЧНОЙ ПРОДУКЦИИ	7
2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	8
2.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКИ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА	8
2.2 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ И РЕЖИМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ 20	
2.2.1 <i>Существующее отделение рудоподготовки</i>	20
2.2.2 <i>Планируемое отделение рудоподготовки</i>	23
2.2.3 <i>Кучное выщелачивание цианистыми растворами</i>	28
2.2.4 <i>Сорбция золота из растворов кучного выщелачивания активированными углями</i>	34
2.3 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ ЦЕПИ АППАРАТОВ УСТАНОВКИ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА	39
2.3.1 <i>Отделение рудоподготовки</i>	39
2.3.2 <i>Отделение кучного выщелачивания золота и переработки продуктивных растворов</i>	47
2.3.3 <i>Отделение десорбции и электролиза</i>	53
3 СЕЗОННЫЙ ВОДНЫЙ БАЛАНС ПРЕДПРИЯТИЯ	62
4 МАТЕРИАЛЬНЫЙ РАСЧЕТ ПРОЦЕССА КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ С УКАЗАНИЕМ ВЫХОДОВ КОНЕЧНЫХ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПРОДУКТОВ	65
5 ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ЦИКЛОГРАММА КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ	79
6 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ И РЕЖИМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ	91
6.1 <i>Перемещение отработанного рудного штабеля с последующей консервацией</i>	91
6.1.1 <i>Обоснование выбранной технологии консервации рудного штабеля</i> ..	91
6.2 <i>Общие решения по организации отвала выщелоченной руды</i>	92
6.2.1 <i>Подготовка основания отвала</i>	93
6.2.2 <i>Устройство водосборной канавы</i>	96
6.2.3 <i>Система укладки хвостов выщелачивания. Порядок формирования отвала</i>	96
6.2.4 <i>Решения по устройству пруда-отстойника</i>	97
6.2.5 <i>Устройство противофильтрационного экрана пруда-отстойника</i> ...	98

6.2.6 Общие решения по рекультивации отвала.....	99
7 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	100
7.1 Обезвреживание дебалансных вод (технологических растворов).....	100
7.2 Рекомендуемые схемы цепи аппаратов установки кучного выщелачивания золота	104
7.2.1 Отделение обезвреживания дебалансных вод (технологических растворов).....	104
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	109
ПРИЛОЖЕНИЕ А - ЗАЯВКА НА РАЗРАБОТКУ РЕГЛАМЕНТА.....	111
ПРИЛОЖЕНИЕ Б - КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН	113
ПРИЛОЖЕНИЕ В - ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ	114
ПРИЛОЖЕНИЕ Г - АКТ ИСПЫТАНИЙ	116
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – РАСЧЕТ КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДА	117
ПРИЛОЖЕНИЕ Е – РАСЧЕТ КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДА	119
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж – ПРОТОКОЛ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ОТХОДА	120
ПРИЛОЖЕНИЕ И - СПРАВКА О МЕТРОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ.....	123

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие Дополнения к технологическому регламенту разработаны по Договору № 422/7-21, заключенному между ООО «Нерюнгри-Металлик» и АО «Иргиредмет», в соответствии с Заявкой Заказчика (Приложение А). Календарным планом работ и Техническим заданием (Приложения Б, В).

По своей структуре и содержанию документ отвечает требованиям отраслевого «Положения о порядке разработки, согласования и утверждения технологических регламентов и использовании их при проектировании предприятий цветной металлургии: “РМП-21-89” МЦМ СССР от 1989 г. [1].

Согласно Техническому заданию, в связи с увеличением производительности рудника до 26 млн. т руды в 2023-2024 гг., в разработанных Дополнениях к технологическому регламенту производится корректировка действующего Технологического регламента [3] в части изменения производительности, крупности укладываемой руды, высоты штабеля и расхода реагентов, а также производительности отделений сорбции, десорбции и электролиза. Дополнения выполняются с учётом ПД ООО «СПб-ГИПРОШАХТ» [8] и Акта промышленных испытаний, предоставленных Заказчиком (Приложение Г) а также Проекта развития месторождения Гросс: Горно-обогатительный комбинат «Гросс». Корректировка», выполненного в 2017 г. и получившего положительное заключение Государственной экспертизы № 436-18/ГГЭ-9954/15 от 23.04.2018 г. [12]

Предусматривается две линии рудоподготовки и укладки рудного штабеля - со стакерной укладкой на 12 и на 14 млн. т.

На период пусконаладки второй линии стакерной укладки 14 млн. т. руды предусматривается укладка мелко взорванной руды автотранспортом;

По каждому из вариантов рудоподготовки и укладки рассмотрены две высоты рудного штабеля – 30 и 21 м. Возможны промежуточные высоты укладки в диапазоне 21÷30 метров в зависимости от плана укладки с учётом остановки работы отдельных панелей на очистку дренажной системы панелей при заиливании дренажных труб.

В данных Дополнениях к Технологическому регламенту отражены технологические и экологические решения по переработке руды решения.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНЕЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

По рекомендуемой технологической схеме кучного выщелачивания золота из руды месторождения «Гросс» товарной продукцией являются слитки золота лигатурного, отвечающие по составу и массовым долям неблагородных примесей требованиям ТУ 117-2-7-75, приведенным в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Технические требования на золото лигатурное согласно ТУ 117-2-7-75

Наименование	Химический состав, массовая доля, %			
	Au	Сумма Ag, Cu	Pb, не более	Hg, не более
Золото в слитках	10 и более	Не ограничено	5	0,1

Отвальным продуктом технологии кучного выщелачивания являются хвосты кучного выщелачивания, которые вынимаются из штабеля по окончании выщелачивания, после чего складываются на специальной площадке с последующим комплексом работ по рекультивации земельных ресурсов. Вещественный состав руды изменяется незначительно.

2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

2.1 Исходные данные для расчета технологической схемы опытно-промышленной установки кучного выщелачивания золота

В соответствии с заявкой Заказчика сезонная производительность установки КВ по руде задана 26000 тыс. т (Приложение А). Исходя из того, что цикл выщелачивания руды составляет 180 суток, максимально орошаемая масса руды составит 12822 тыс. тонн (условно 6,13 блок-секции при высоте 30 м). Площадь орошения при этом составляет 276000,0 м². Ниже рассматривается также второй вариант высоты рудного штабеля (21 м). Максимально орошаемая масса руды составит 12252 тыс. тонн (условно 8,36 блок-секции при высоте 21 м). Площадь орошения при этом составляет 376000,0 м².

Исходные данные переработки для разработки регламента приведены в таблице 2.1

Содержание золота в окисленной и переходной руде и технологическое извлечение из них, в соответствии с проведёнными НИР для типов руд, приведены в таблице 2.2.

Водно-шламовые и качественно-количественные схемы кучного выщелачивания руды месторождения «Гросс» для двух вариантов укладки штабеля (на 2 высоты рудного штабеля 30 и 21 м) для выщелачивания окисленных и переходных руд представлены на рисунках 2.2.а-2.2.г.

Существующая технология включает в себя следующие операции: рудо-подготовку, укладку дроблёной руды в штабель, орошение цианистыми растворами, сорбцию золота и серебра из продуктивных растворов, рециркуляция и возврат обеззолоченных растворов на штабель после корректировки их по цианиду и щелочи, десорбцию золота и серебра с угля, электролиз золота, плавку катодного осадка, кислотную обработку и термическую реактивацию активированного угля.

Таблица 2.1 – Исходные данные для разработки проекта промышленной установки кучного выщелачивания золота из руды месторождения «Гросс» производительностью 26000 тыс. т/год (сезон).

Наименование параметра, показателя	Значение показателя
1	2
Годовая производительность опытно-промышленной установки, тыс. тонн	26000
Крупность дроблёной руды, направляемой на кучное выщелачивание (26 млн. т)	Минус 40 мм
Режим работы установки	Круглогодичный
Продолжительность сезона, сут.	365
Количество руды, орошаемое одновременно при высоте 30 м, тыс. тонн	12822 (6,13 блок-секции)
Количество руды, орошаемое одновременно при высоте 21 м, тыс. тонн	12252 (8,36 блок-секции)
Количество штабелей, шт.	1 (12 блок-секций)
Общая высота штабеля, м	До 30
Продолжительность выщелачивания одной блок-секции (средняя), сут.	180
Соотношение Ж:Т при высоте 30 м	1,28
Соотношение Ж:Т при высоте 21 м	2,19
Содержание золота в окисленной руде (среднее), г/т	0,65
Содержание золота в переходной руде (среднее), г/т	0,76
Содержание серебра в исходной руде (среднее), г/т	1,87
Способ извлечения золота из продуктивных растворов	Сорбция на активированный уголь
Вид товарной продукции	Сплав золота лигатурного в слитках
Технологическое извлечение золота из окисленной руды (сквозное), %	73,53*
Технологическое извлечение золота из переходной руды (сквозное), %	56,99*
Технологическое извлечение серебра из руды (сквозное), %	20,0
Годовое производство золота при укладке в штабель только окисленной руды, кг	12426,6
Годовое производство золота при укладке в штабель только переходной руды, кг	11261,2
Годовое производство серебра, кг	9724,0

Примечания: Средние показатели извлечения золота рассчитаны исходя из данных, содержащихся в таблице 2.2.

* - При автоукладке до 14 млн. т недроблённой руды в промежуточный период 2024-2026 гг. пусконаладки второй линии дробления извлечение не снижается, а компенсируется за счёт применения мелкой сетки взрывания для руды, которая будет уложена автоукладкой.

В ходе проведения лабораторных исследований (в полупромышленном масштабе в условиях, моделирующих процесс перколяционного выщелачивания

и приближенных к режимам промышленного производства), была испытана технологическая схема кучного выщелачивания золота из забалансовой руды месторождения Гросс.

Продолжительность испытаний процесса кучного выщелачивания составила 23 суток для руды дробленной до крупности минус 60 мм (при этом 60 % класса минус 40 мм), при этом соотношение жидкого к твердому составило за весь цикл выщелачивания 1,0:1. Продолжительность испытаний процесса кучного выщелачивания для исходной руды крупностью минус 200 мм составила 35 суток, при этом соотношение жидкого к твердому составило за весь цикл выщелачивания 1,6:1.

Результаты колонного теста на руде, дробленной до крупности минус 60 мм (при этом 60 % класса минус 40 мм), показали, что усредненное извлечение золота из руды в раствор (по балансам, рассчитанным по данным содержания золота на угле и по данным концентраций золота в объемах продуктивных растворов) составило 69,86 %, серебра 16,64 % при исходном содержании по балансу: золота – 0,358 г/т, серебра – 0,585 г/т. При этом расход реагентов составил: NaCN – 0,20 кг/т, NaOH – 0,08 кг/т.

Результаты колонного теста на исходной руде крупностью минус 200 мм показали, что усредненное извлечение золота из руды в раствор (по балансам, рассчитанным по данным содержания золота на угле и по данным концентраций золота в объемах продуктивных растворов) составило 60,12 %, серебра 15,75 % при исходном содержании по балансу: золота – 0,369 г/т, серебра – 0,633 г/т. При этом расход реагентов составил: NaCN – 0,21 кг/т, NaOH – 0,04 кг/т.

Результаты исследований технологии кучного выщелачивания рекомендуется использовать для корректировки технологического регламента для проектирования промышленной установки кучного выщелачивания [3].

В 2020 году в Иргиредмете были проведены технологические исследования и укрупнённые испытания по технологии кучного выщелачивания на 23 пробах бедных руд, отобранных с различных горизонтов месторождения «Гросс». По результатам колонных тестов [11] было установлено следующее:

1. Для Мастеркомпозиций окисленных руд крупностью минус 60 мм достигнуто усредненное извлечение золота **77,07÷89,12** % при содержании золота по усредненному балансу 0,547÷0,734 г/т. Продолжительность выщелачивания составила 67÷72 суток, Ж:Т = 7,9÷9,0. Расход реагентов : NaCN – 0,85÷1,17 кг/т; NaOH – 0,101÷0,150 кг/т.

2. Для Мастеркомпозиций окисленных руд крупностью минус 20 мм достигнуто усредненное извлечение золота 81,67÷92,05 % при содержании золота по усредненному балансу 0,569÷0,716 г/т. Продолжительность выщелачивания составила 45÷50 суток, Ж:Т = 5,6÷6,18. Расход реагентов: NaCN – 0,51÷0,75 кг/т; NaOH – 0,156÷0,220 кг/т.

3. Для Мастеркомпозиций переходных руд крупностью минус 60 мм достигнуто усредненное извлечение золота **41,82÷76,59** % при содержании золота по усредненному балансу 0,569÷0,867 г/т. Продолжительность выщелачивания составила 67÷72 суток, Ж:Т = 7,71÷9,41. Расход реагентов: NaCN – 0,85÷1,58 кг/т; NaOH – 0,116÷0,170 кг/т.

4. Для Мастеркомпозиций переходных руд крупностью минус 20 мм достигнуто усредненное извлечение золота 52,94÷82,00 % при содержании золота по усредненному балансу 0,704÷0,868 г/т. Продолжительность выщелачивания составила 45÷50 суток, Ж:Т = 5,64÷6,13. Расход реагентов: NaCN – 0,59÷0,75 кг/т; NaOH – 0,144÷0,193 кг/т.

5. Для Мастеркомпозиций первичных руд крупностью минус 60 мм достигнуто усредненное извлечение золота **23,10 ÷ 26,53** % при содержании золота по усредненному балансу 0,753÷0,862 г/т. Продолжительность выщелачивания составила 67 суток, Ж:Т = 7,8÷8,06. Расход реагентов: NaCN – 1,03 ÷1,3 кг/т; NaOH – 0,14÷0,175 кг/т.

6. Для Мастеркомпозиций первичных руд крупностью минус 20 мм достигнуто усредненное извлечение золота 24,33÷34,65 % при содержании золота по усредненному балансу 0,690÷0,908 г/т. Продолжительность выщелачивания составила 45 суток, Ж:Т = 5,48÷5,56. Расход реагентов : NaCN – 0,7÷0,77 кг/т; NaOH – 0,149÷0,202 кг/т.

7. Для Мастеркомпозиций окисленных руд крупностью минус 60 мм достигнуто усредненное извлечение серебра $22,07 \div 38,18$ % при содержании серебра по усредненному балансу $2,107 \div 6,702$ г/т.

8. Для Мастеркомпозиций окисленных руд крупностью минус 20 мм достигнуто усредненное извлечение серебра $36,89 \div 52,57$ % при содержании серебра по усредненному балансу $2,138 \div 6,102$ г/т.

9. Для Мастеркомпозиций переходных руд крупностью минус 60 мм достигнуто усредненное извлечение серебра $30,93 \div 42,61$ % при содержании серебра по усредненному балансу $2,676 \div 4,462$ г/т.

10. Для Мастеркомпозиций переходных руд крупностью минус 20 мм достигнуто усредненное извлечение серебра $46,69 \div 51,60$ % при содержании серебра по усредненному балансу $2,948 \div 4,235$ г/т.

11. Для Мастеркомпозиций первичных руд крупностью минус 60 мм достигнуто усредненное извлечение серебра $26,91 \div 31,96$ % при содержании серебра по усредненному балансу $4,965 \div 5,348$ г/т.

12. Для Мастеркомпозиций первичных руд крупностью минус 20 мм достигнуто усредненное извлечение серебра $39,80 \div 42,19$ % при содержании серебра по усредненному балансу $4,923 \div 5,548$ г/т.

13. Выявлена зависимость извлечения золота в раствор от массовой доли в пробах сульфидной серы, которая характеризуется хорошо просматриваемой закономерностью, что с ростом массовой доли сульфидной серы уменьшается извлечение золота в раствор.

14. Повышение концентрации NaCN с 0,4 до 1 г/л в выщелачивающем растворе, выполненное по предложению Заказчика на 54 сутки для проб ОМС – 1, 2, 3, 4; ТМС – 1, 2, 3; FМС – 1, 2, 3 крупностью минус 60 мм практически не повлияло на извлечение золота в раствор, но привело к повышению концентрации серебра в продуктивном растворе.

Как следует из результатов исследований, серебро значительно более упорно, чем золото. В промышленном масштабе, как показывает практика, его

извлечение существенно ниже, чем в лабораторных и полупромышленных испытаниях.

Определена предельная величина возможного снижения извлечения при промышленной переработке методом кучного выщелачивания по сравнению с показателями, достигнутыми при IBRT и колонных тестах для корректировки экспериментальных данных с получением показателей, закладываемых в технологический регламент.

Вследствие масштабного фактора перехода от колонных тестов к промышленному рудному штабелю к ранее полученным экспериментальным величинам извлечения введён эмпирический понижающий коэффициент, определённый по аналогии с опытом внедрения в промышленном масштабе технологии КВ. В соответствии с этим коэффициентом достигнутые в эксперименте величины извлечения снижены в абсолютном выражении на 1,5-2,5 %.

Для расчётов регламентных параметров приняты скорректированные с учётом среднего понижающего коэффициента 2 величины извлечения золота из окисленных и переходных руд. Параметры извлечения с учётом понижающего коэффициента приведены в таблице 2.2.

Применительно к месторождению «Гросс» прослеживается та закономерность, что более богатые окисленные и переходные руды имеют относительно более высокую долю тонковкрапленного золота.

Сниженное содержание золота в руде, закладываемой в штабель, по сравнению с испытанными композициями чистых частных проб, обусловлено двумя факторами: разубоживанием рудами с бортовым содержанием и низкими содержаниями в рудах придонных зон карьера, отрабатываемых в последнюю очередь.

Поскольку переработка технологически упорных первичных руд в указанный период не предполагается, результаты их лабораторных исследований на выщелачиваемость золота в регламенте не учитываются.

Таблица 2.2 – Средние содержания золота и показатели извлечения для различных типов руд месторождения «Гросс»

Тип руды	Средние характеристики по золоту		Извлечение золота, закладываемое в технологический регламент	Средние характеристики по серебру, закладываемые в регламент	
	Содержание*, г/т	Извлечение**, %		Содержание, г/т	Извлечение, %
Окисленная руда	0,65	75,53	73,53	1,87	20,0
Переходная (полуокисленная) руда	0,76	58,99	56,99		
Первичная (упорная) руда	0,82	21,80	-	-	-

Примечания: * - Среднее содержание по мастеркомпозициям по результатам статико-агитационных и колонных тестов.

** - Принято среднее извлечение по мастеркомпозициям, полученное на статико-агитационных и колонных тестах.

Первичные руды к укладке в штабель и отработке по технологии кучного выщелачивания не планируются, поскольку, вследствие их технологической упорности это нецелесообразно. Поэтому для данных руд необходим переход на другую технологию (фабричную).

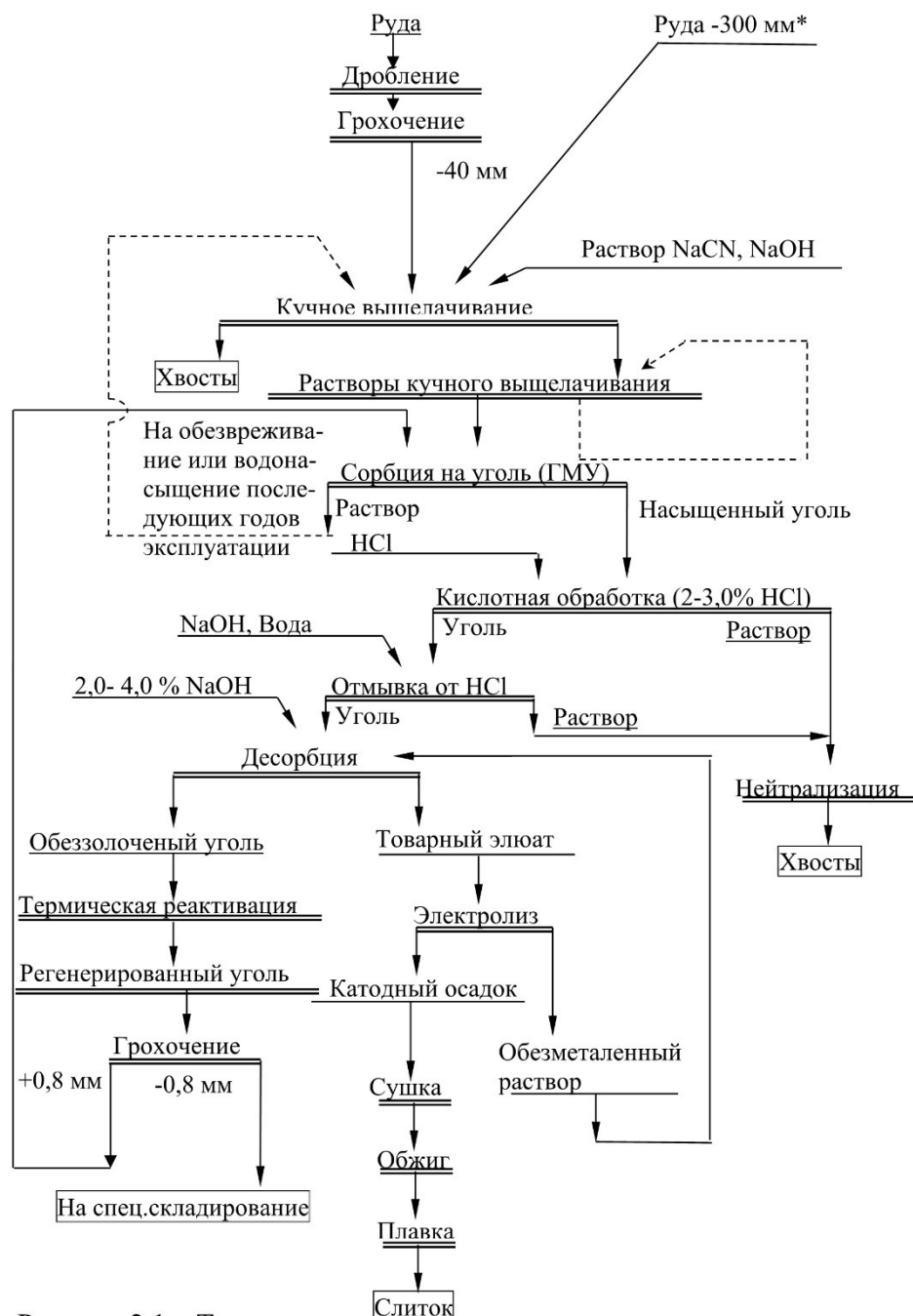


Рисунок 2.1 – Технологическая схема извлечения золота из руды месторождения «Гросс».

Примечание: * - промежуточный период 2024-2026 гг. пуска наладки второй линии дробления

Q, т/сезон	C Au, г/т	C Ag, г/т
C Au, г/м ³	E Au в тв., %	E Ag в тв., %
m Au, кг	W, м ³	C Ag, г/м ³
W, %	m Ag, кг	E Au в жидкое, %
E Ag в жидкое, %		

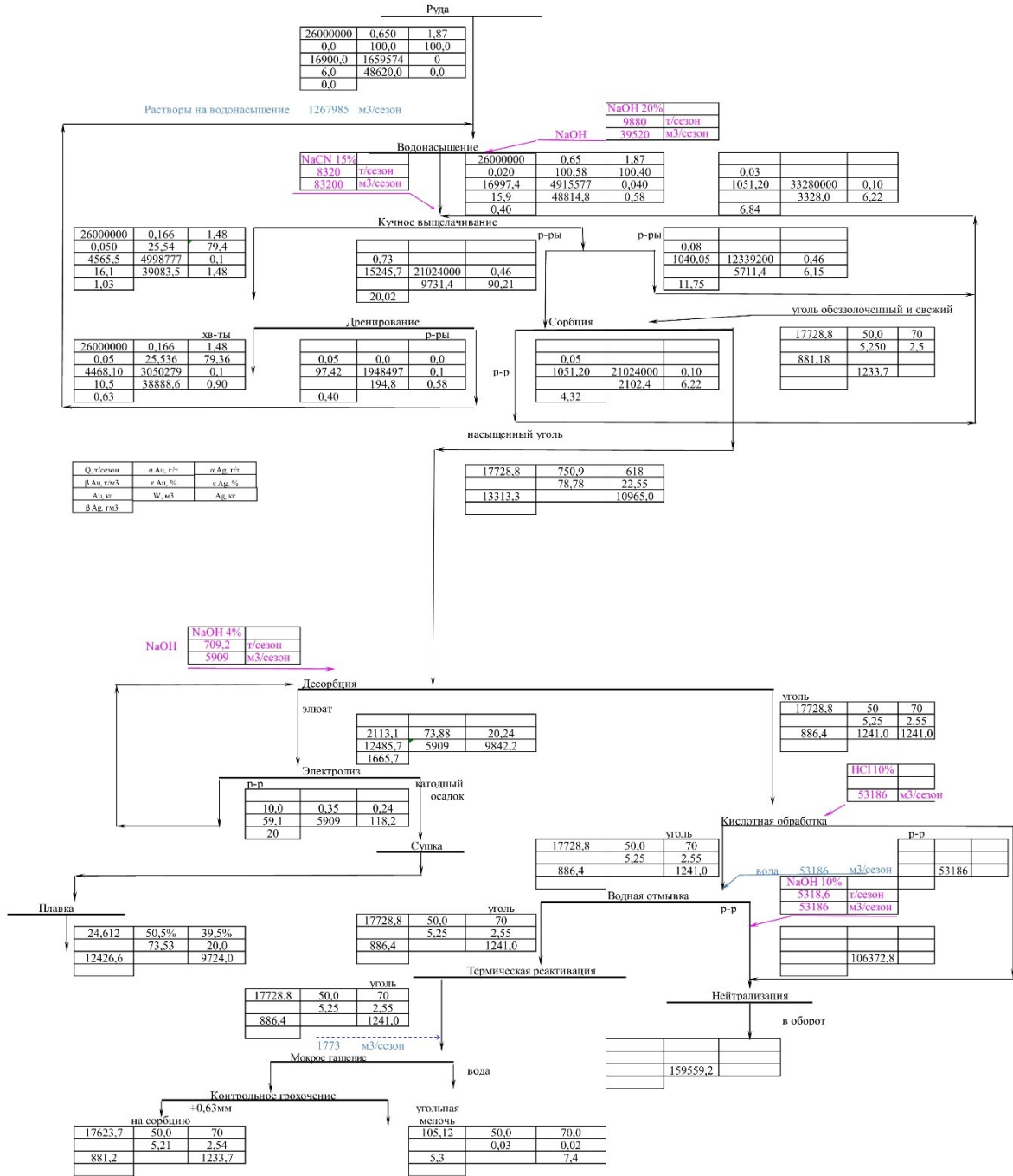


Рисунок 2.2.а – Сводная водно-шламовая и качественно-количественная схема кучного выщелачивания окисленной руды месторождения «Гросс» при высоте штабеля 30 м на производительность 26000000 тонн руды в год.

Q, т/сезон	С Au, г/т	С Ag, г/т
С Au, г/м ³	Е Au в тв., %	Е Ag в тв., %
т Au, кг	W, м ³	С Ag, г/м ³
W, %	т Ag, кг	Е Au в жидкое, %
Е Ag в жидкое, %		

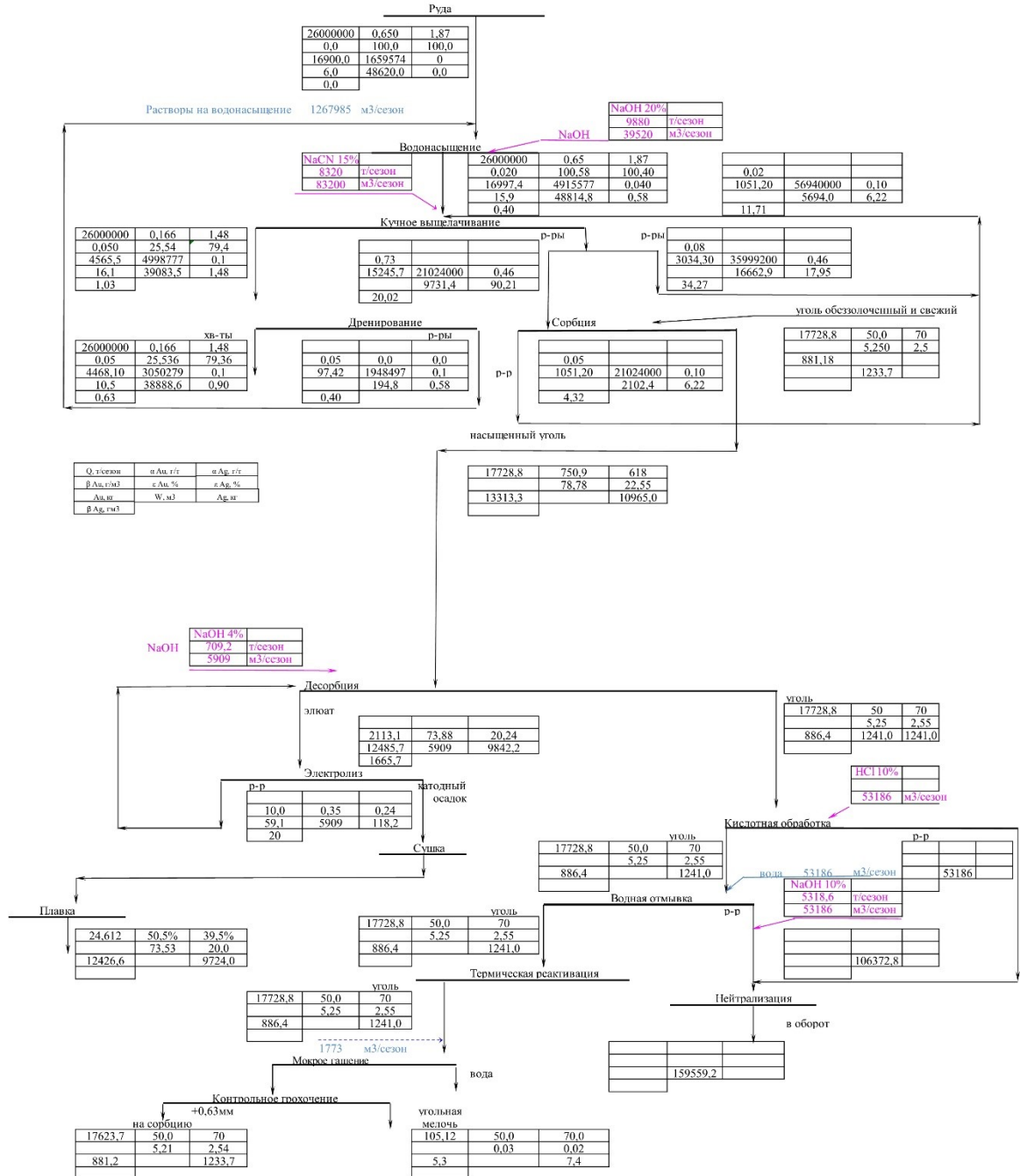


Рисунок 2.2.6 – Сводная водно-шламовая и качественно-количественная схема кучного выщелачивания окисленной руды месторождения «Гросс» при высоте штабеля 21 м на производительность 26000000 тонн руды в год.

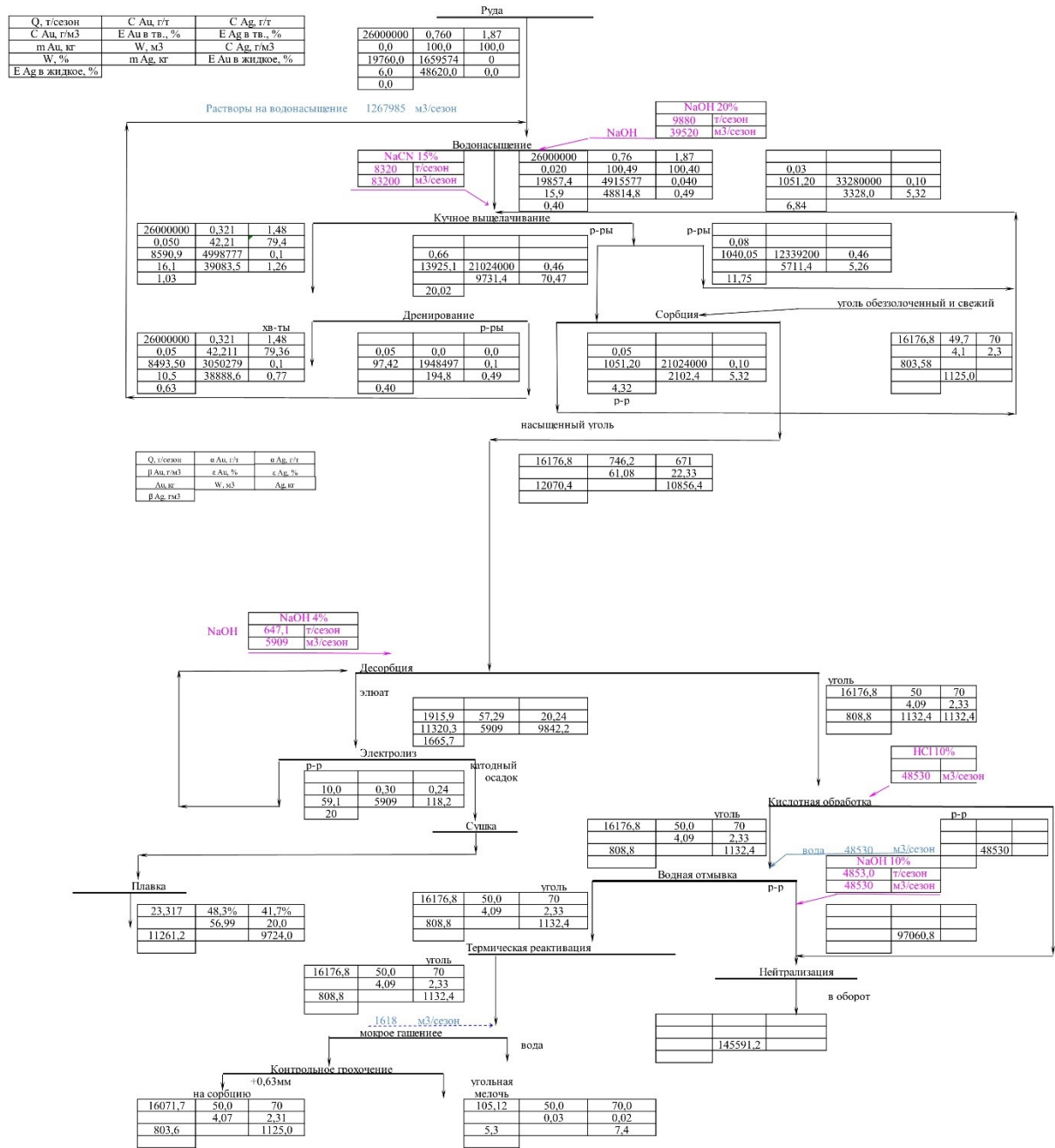


Рисунок 2.2.в – Сводная водно-шламовая и качественно-количественная схема кучного выщелачивания переходной руды месторождения «Гросс» при высоте штабеля 30 м на производительность 26000000 тонн руды в год.

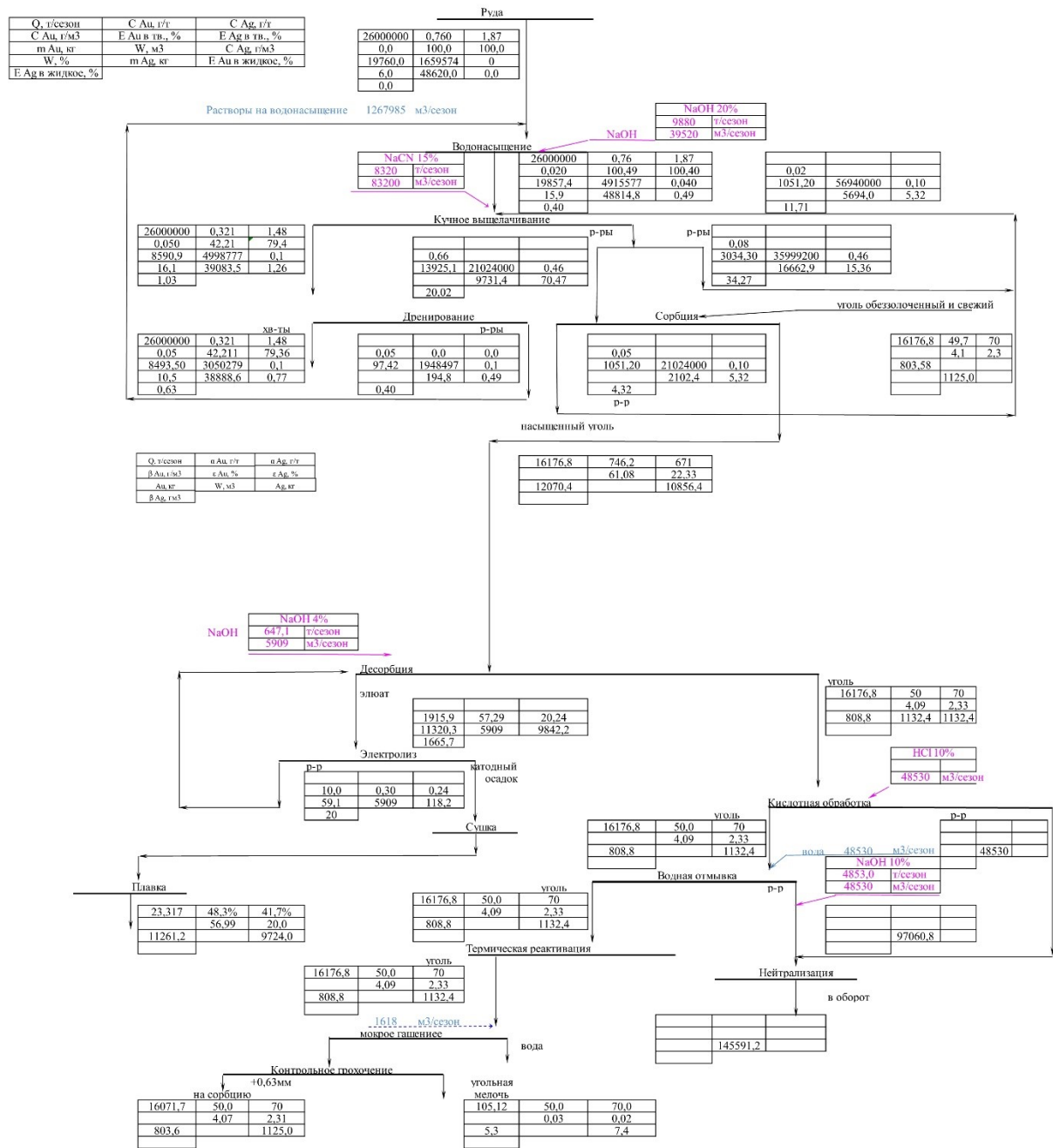


Рисунок 2.2.г – Сводная водно-шламовая и качественно-количественная схема кучного выщелачивания переходной руды месторождения «Гросс» при высоте штабеля 21 м на производительность 26000000 тонн руды в год.

2.2 Рекомендуемые параметры и режимы технологических операций

Расчёт основного технологического оборудования произведён в качестве проверки установленного и используемого оборудования на операциях переработки руд на УКВ «Гросс» в связи с увеличением производительности. Спецификация основного технологического оборудования участка рудоподготовки приведена в таблице 2.6, оборудования гидрометаллургии в таблицах 2.8 и 2.11

2.2.1 Существующее отделение рудоподготовки

В соответствии с Заявкой на разработку Дополнений к Технологическому регламенту, максимальное количество руды, направляемой на дробление, составляет 12 млн. т. руды в год. При КМВ 0,84 работы участка рудоподготовки продолжительность дробления составит 7358 часа в год или 1630,9 т/час.

На первой стадии дробления установлена гирационная дробилка крупного дробления 50-65 SUPERIOR МКII, далее два вибрационных грохота марки MF 1.8×6.1 DD (размер ячейки сита 40 мм), работающие параллельно и две конусные дробилки среднего дробления GP500S работающие в открытом цикле на плюсовом продукте грохотов MF 1.8×6.1 DD.

Первая стадия дробления

По данным фирмы изготовителя производительность дробилки SUPERIOR МКII 50-65 при размере загрузочного отверстия 1270 мм и пределах регулирования разгрузочной щели от 150 до 170 мм составляет от 2245 до 2760, что в любом диапазоне отвечает заданной производительности.

Грохочение

По результатам данных, приведённых в работе [5] гранулометрические составы исходной и дроблёной руды в гирационной дробилке при размере разгрузочной щели 150 мм составлена таблица 2.3.

Таблица 2.3 – Гранулометрический состав карьерной руды месторождения «Гросс» и продукта дробления гирационной дробилки при размере разгрузочной щели 150 мм.

Карьерной руды			Продукт дробления		
Класс крупности, мм	Распределение, %		Класс крупности, мм	Распределение, %	
	Селективно	Кумулятивно		Селективно	Кумулятивно
-700+160	5,5	100,00	-220+160	4,4	100
-160+40	33,2	94,50	-160+40	30,3	95,6
-40+20	8,5	61,30	-40+20	17,9	65,3
-20+10	26,8	52,80	-20+10	17,6	47,4
-10+0	26,0	26,00	-10+0	29,8	29,8
Итого	100,0		Итого	100,0	

По нижеприведённым формулам проверим объёмную производительность грохота MF 1.8×6.1 площадью грохочения 10,98 м² при размере сита 40 мм.

Объёмная производительность быстроходных грохотов рассчитывается по формуле:

$$Q = g_0 * F * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6 * K_7 * K_8 * K_9, \text{ м}^3/\text{ч}$$

- g_0 – удельная производительность, м³/м² · ч;
- F – площадь грохочения, м²;
- K_1 – поправочный коэффициент на содержание в питании класса крупнее отверстия сита, (1,06);
- K_2 – поправочный коэффициент на содержание частиц менее половины отверстия сита, (1,1);
- K_3 – поправочный коэффициент на эффективность грохочения, (1,11);
- K_4 – поправка на амплитуду колебаний, (1);
- K_5 – поправка на положение сита, (1);
- K_6 – поправка на исходный материал, (1);
- K_7 – поправка на влажность, (0,9);
- K_8 – поправка на способ грохочения, (1);
- K_9 – на тип грохота (по данным фирмы Metso) для грохота типа MF (1,3);

Удельная производительность для сита 40 мм определяется по формуле:

$$g_0 = 241g \times \frac{a}{1,74}, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$$

где, a – размер ячейки сита 40 мм.

$$g_0 = 24lg \times \frac{40}{1,74} = 32,68, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$$

По приведённой выше формуле проверим производительность:

$$Q_0 = 32,68 * 10,98 * 1,06 * 1,1 * 1,11 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 1 * 1,3 = 543,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

При насыпном весе сырья 1,63 т/м³ один грохот обеспечивает производительность 885,6 т/ч соответственно два параллельно работающих грохота обеспечивают производительность 1771,2 т/ч, при производительности 1630,9 т/ч по исходному сырью данные грохота обеспечивают запас по производительности 8,6 %.

Вторая стадия дробления

На второй стадии дробления установлены две конусные дробилки среднего дробления марка GP500S работающие в открытом цикле, питанием служит надрешётный продукт грохотов MF 1.8×6.1 DD.

При производительности 1630,9 т/ч по исходному сырью, содержании класса минус 40 мм 65,3 % и 90 % эффективности грохочения грохота MF 1.8×6.1 часовая нагрузка на вторую стадию дробления составит 672,4 т/ч (на 1 дробилку 336,2 т/ч).

GP500S	Ширина разгруз. щели	Производительность, метрических т/ч						
		45 мм	50 мм	55 мм	60 мм	65 мм	70 мм	75 мм
		Эксцентриситет 18 мм	300-350	325-375	375-425	400-450	425-475	450-500
Эксцентриситет 25 мм		500-550	550-600	600-650	650-700	700-750	750-800	
Эксцентриситет 32 мм		650-700	700-750	750-800	825-875	900-950		
Эксцентриситет 40 мм				900-950	975-1050			
		Производительность, коротких т/ч						
Ширина разгруз. щели		1-1/2"	1-3/4"	2"	2-1/4"	2-1/2"	2-3/4"	3"
Эксцентриситет 3/4"		330-380	350-400	400-460	460-520	520-580	560-620	
Эксцентриситет 1"			550-600	620-680	680-740	750-810	840-900	
Эксцентриситет 1-1/4"			(720-780)	800-860	860-920	940-1000		
Эксцентриситет 1-5/8"				930-990	1030-1100			

Рисунок 2.3 – Производительность конусной дробилки типа GP500S при различном размере разгрузочной щели

Как видно из данных таблицы (рисунок 2.3), при размере щели от 50 мм при любом эксцентриситете дробилки обеспечивают заданную производительность.

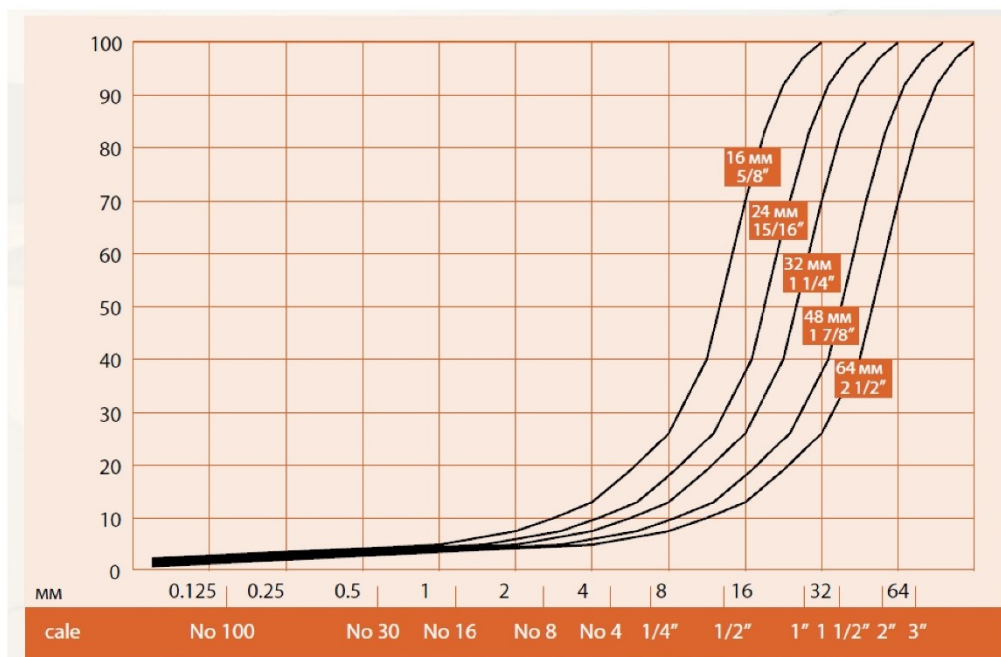


Рисунок 2.4 – Диаграмма продукта дробления конусных дробилок среднего дробления (типа Nordberg GP) при различном размере разгрузочной щели

Согласно диаграмм (рисунок 2.4), в зависимости от ширины разгрузочной щели от 50 до 65 мм, содержание класса минус 40 мм в продукте дробления будет находиться в диапазоне от 35 до 50 %, при этом в готовом продукте рудоподготовки содержание готового класса минус 40 мм составит от 73,2 до 79,4 %.

Таким образом, установленное дробильное оборудование обеспечивает заданную производительность до 12 млн. т/год.

2.2.2 Планируемое отделение рудоподготовки

В данном разделе произведена оценка планируемого к установке оборудования при производительности 14 млн. тонн руды в год, при фактических показателях работы узла рудоподготовки.

Исходная крупность руды в питании операции рудоподготовки, мм.....760÷0

Насыпная масса дроблёной руды, т/м³.....1,55

Крепость руды по шкале Протодьяконова6÷7

Количество стадий дробления, шт.....2
КМВ.....0,75

На первой стадии дробления установлена гирационная дробилка крупного дробления 50-65 SUPERIOR МКII или ее аналог, далее два вибрационные грохота марки MF 1.8×6.1 или аналог (размер ячейки сита 40 мм), работающие параллельно и две конусные дробилки среднего дробления GP500S или аналоги работающие в открытом цикле на плюсовом продукте грохотов MF 1.8×6.1.

Первая стадия дробления

По данным фирмы изготовителя производительность дробилки SUPERIOR МКII 50-65 при размере загрузочного отверстия 1270 мм и пределах регулирования разгрузочной щели от 150 до 165 мм составляет от 2245 до 2625 (рисунок 2.7), что в любом диапазоне отвечает заданной производительности.

Size	Feed Opening mm (in.)	Pinion RPM	Max. KW (HP)	125mm (5.0")	140mm (5 1/2")	150mm (6")	165mm (6 1/2")	175mm (7")
50-65	1270 (50)	600	375 (500)			2245 (2475)	2625 (2895)	2760 (3040)

Рисунок 2.7 – Производительность гирационной дробилки типа Superior МКII 50-65 в зависимости от размера разгрузочной щели

Грохочение

Исходя из данных, приведённых в таблице 2.4 гранулометрические составы исходной и продукте крупного дробления при эффективности грохочения по классу 40 мм - 90 %, составлена технологическая схема узла рудоподготовки (рисунок 2.8).

Таблица 2.4 Гранулометрический состав карьерной руды месторождения «Гросс» и продукта дробления 1 стадии по данным Заказчика

Карьерной руды		Продукт крупного дробления	
Класс мм	Распределение, %	Класс мм	Распределение, %
-760	70	+40	60
-40	30	-40	40
Итого	100	Итого	100

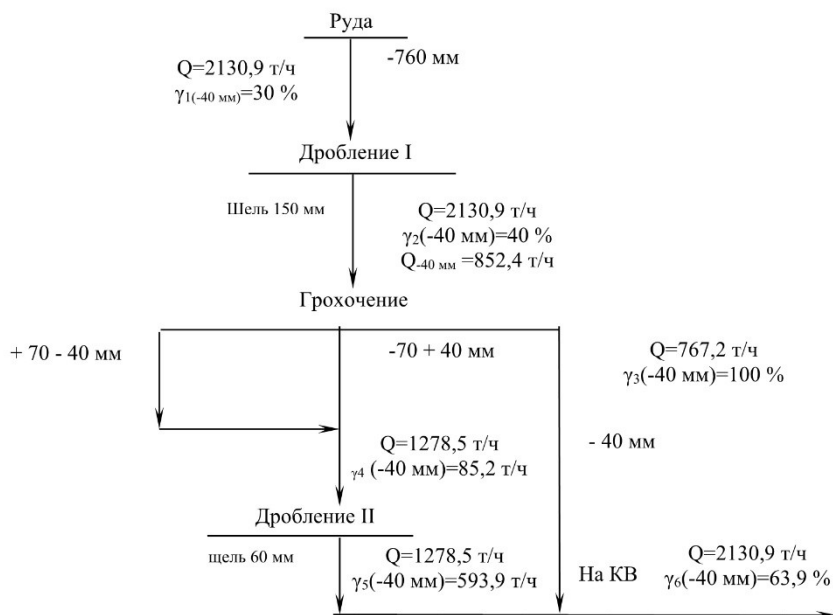


Рисунок 2.8 – Технологическая схема отделения планируемого отделения рудоподготовки

По нижеприведённым формулам проверим объёмную производительность грохота MF 1.8×6.1 площадью грохочения 10,98 м² при размере сита 40 мм.

Объёмная производительность быстроходных грохотов рассчитывается по формуле:

$$Q = g_0 * F * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6 * K_7 * K_8 * K_9, \text{ м}^3/\text{ч}$$

- g_0 – удельная производительность, м³/м² · ч;
- F – площадь грохочения, м²;
- K_1 – поправочный коэффициент на содержание в питании класса крупнее отверстия сита, (1,03);
- K_2 – поправочный коэффициент на содержание частиц менее половины отверстия сита, (1);
- K_3 – поправочный коэффициент на эффективность грохочения, (1,11);
- K_4 - поправка на амплитуду колебаний, (1);
- K_5 - поправка на положение сита, (0,8);

- К₆ - поправка на исходный материал, (1);
- К₇ - поправка на влажность, (0,9);
- К₈ - поправка на способ грохочения, (1);
- К₉ – на тип грохота (по данным фирмы Metso) для грохота типа MF (1,3);

Удельная производительность для сита 40 мм определяется по формуле:

$$g_0 = 24lg \times \frac{a}{1,74}, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$$

где, а – размер ячейки сита 40 мм.

$$g_0 = 24lg \times \frac{40}{1,74} = 32,68, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$$

По выше приведённой формуле проверим производительность по классу -40 мм:

$$Q_0 = 32,68 * 10,98 * 1,03 * 1 * 1,11 * 1 * 0,8 * 1 * 0,9 * 1 * 1,3 = 383,9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

При насыпном весе сырья 1,55 т/м³ один грохот обеспечивает производительность по классу минус 40 мм 595,1 т/ч соответственно два параллельно работающих грохота обеспечивает производительность по классу минус 40 мм 1190,1 т/ч.

Проверим производительность грохота по исходному питанию для сита 70 мм:

при - $g_{0\ 70\text{мм}} = 45,07 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$, - К₁ – 1,03, К₂ – 1,1, К₃ – 1,11, К₄ – 1, К₅ – 1, К₆ – 1, К₇ – 0,9; К₈ – 1, К₉ – 1,3.

$$Q_0 = 45,07 * 10,98 * 1,03 * 1,1 * 1,11 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 1 * 1,3 = 728,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

При насыпном весе сырья 1,55 т/м³ один грохот обеспечивает производительность 1128,6 т/ч по исходному сырью, два грохота 2257,2 т/ч что обеспечивают запас по производительности по питанию 5,9 %.

GP500S	Ширина разгруз. щели	Производительность, метрических т/ч						
		45 мм	50 мм	55 мм	60 мм	65 мм	70 мм	75 мм
		Эксцентриситет 18 мм	300-350	325-375	375-425	400-450	425-475	450-500
Эксцентриситет 25 мм		500-550	550-600	600-650	650-700	700-750	750-800	
Эксцентриситет 32 мм		650-700	700-750	750-800	825-875	900-950		
Эксцентриситет 40 мм				900-950	975-1050			
		Производительность, коротких т/ч						
Ширина разгруз. щели		1-1/2"	1-3/4"	2"	2-1/4"	2-1/2"	2-3/4"	3"
Эксцентриситет 3/4"		330-380	350-400	400-460	460-520	520-580	560-620	
Эксцентриситет 1"			550-600	620-680	680-740	750-810	840-900	
Эксцентриситет 1-1/4"			(720-780)	800-860	860-920	940-1000		
Эксцентриситет 1-3/8"				930-990	1030-1100			

Рисунок 2.9 – Диаграмма продукта дробления конусных дробилок среднего дробления (типа Nordberg GP) при различном размере разгрузочной щели

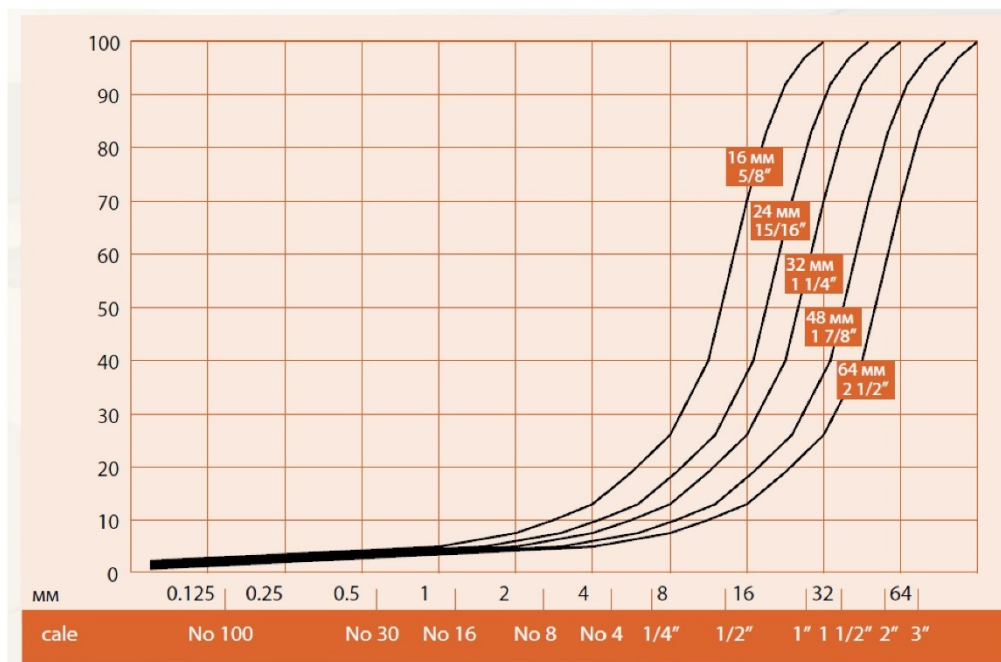


Рисунок 2.10 - Производительность конусных дробилок среднего дробления (типа Nordberg GP) при различном размере разгрузочной щели

Исходя из рисунка 2.10 прирост класса минус 40 мм в продукте дробления второй стадии при ширине щели 60 мм составит 40 % или 511,4 т/ч.

Исходя из выше приведённого содержание класса -40 мм в продукте дробления составит 63,9%.

Технические характеристики дробилок и грохотов представлены в таблицах 2.5 и 2.6, соответственно.

Таблица 2.5 – Технические характеристики дробильного оборудования при производительности 26 млн. тонн в год

Стадия дробления	Тип и размер дробилок	Размер загрузочного отверстия, мм	Пределы регулирования разгрузочной щели, мм	Производительность, т/ч	Установочная мощность двигателя, кВт	Количество, шт.
Первая	Superior МК 2 50-65	1270	150-175	2245-2760	375	2
Вторая	GP 500S	380	45-75	300-800	355	4

Таблица 2.6 – Технические характеристики оборудования грохочения при производительности 26 млн. тонн в год

Марка	Площадь, м ²	Размер сит, мм	Производительность по питанию единицы, т/ч	Установочная мощность двигателя, кВт	Количество, шт.
MF 1.8×6.1	10,98	верхнее 70 нижнее 40	до 1128,6	30	4

Таким образом, планируемое к установке дробильное оборудование обеспечивает заданную дополнительную производительность до 14 млн. т/год.

2.2.3 Кучное выщелачивание цианистыми растворами

При годовой производительности установки 26 000 000 т максимальная площадь водосбора составит 276000 м² (6,13 блок-секций при высоте рудного штабеля 30 м), так как максимально будет орошаться 12 822 000 т руды (средний цикл выщелачивания руды 180 сут., сезон выщелачивания – 365 сут.). Площадь орошения при этом составляет 276000,0 м².

При высоте рудного штабеля 21 м максимально орошаемая масса руды составит 12252 тыс. тонн (8,36 блок-секций). Площадь орошения при этом составляет 376000,0 м².

Продолжительность полного цикла обработки (операции водонасыщения, выщелачивания и дренирования), сут.....	200*
водонасыщение	5
выщелачивание	175÷185*
дренирование.....	7
Средняя продолжительность цикла обработки, сут.....	180
Массовая доля воды в руде, %.....	6,0
Массовая доля воды в максимально насыщенной руде (в режиме оптимальной плотности орошения), %.....	15,9
Массовая доля воды в рудном штабеле после полного дренажа растворов (минимальная влагоудерживающая способность руды), %.	10,5

Исходное содержание золота в окисленной/переходной руде, г/т.....	0,65/0,76
Содержание золота в хвостах цианирования окисленной/переходной руды не более, г/т.....	0,166/0,321
Извлечение золота из окисленной/переходной руды, %.....	73,53/56,99
Исходное содержание серебра в руде, г/т.....	1,87
Содержание серебра в хвостах цианирования (тв.+ж.) не более, г/т.....	1,58
Извлечение серебра, %	20,0
Расходы реагентов на 1 т руды, кг:	
цианид натрия (100 % NaCN)	0,32
гидроксида натрия (NaOH).....	0,38
Концентрация цианида натрия в растворе, подаваемом на орошение, г/л:	
при водонасыщении	1,0
рН	11÷12
Концентрация в процессе кучного выщелачивания, г/л:	
цианид натрия	0,2÷0,4
рН	10÷11
Интенсивность (плотность орошения), л/м ² ·сут.....	250÷400
Усредненный поток продуктивных растворов из-под кучи, м ³ /ч.....	3805,0
Усредненная концентрация золота в продуктивном растворе кучного выщелачивания окисленной/переходной руды (за весь период выщелачивания в 365 суток), мг/л.....	0,73/0,66
Минимальная концентрация золота в продуктивных растворах кучного выщелачивания, мг/л.....	0,1
Рекомендуемая система орошения поверхности штабеля.....	комбинированная (напорные эмиттеры и воблеры).
Соотношение Ж:Т (при высоте рудного штабеля 30 м).....	1,28
<u>Примечание</u> - * Корректируются по результатам первого года эксплуатации	

Процесс выщелачивания

Для выщелачивания штабеля применяется двойная циркуляция выщелачивающих растворов (двойная схема полива):

- основной цикл выщелачивания;
- цикл довыщелачивания.

Основной цикл (Этап 1)

В основном цикле выщелачивания участвуют растворы, подаваемые на орошение штабеля с плотностью орошения 384 л/м²·сут. Подача раствора в систему орошения основного цикла предусматривается из сборной ёмкости выщелачивающих растворов насосами.

После орошения штабеля, дренирующие продуктивные растворы по системе дренажных трубопроводов самотёком, в зависимости от концентрации золота, могут поступать в ёмкость продуктивных растворов и зумпф выщелачивающих растворов. При достижении необходимого извлечения и концентрации золота раствор через систему задвижек направляется в ёмкость продуктивных растворов (замер производится путём отбора пробы от самотечного трубопровода), начинается подача продуктивных растворов посредством перекачивающих насосов на ГМУ. Часть растворов, которая подаётся в зумпф выщелачивающих растворов, направляется на карту выщелачивания для подкрепления растворов основного цикла выщелачивания по золоту. Цикл основного выщелачивания составляет около 80 дней, по окончании данного цикла орошение секции карты основными растворами прекращается, и система орошения переключается на орошение подготовленной следующей секции карты выщелачивания.

Для поддержания концентрации цианида и требуемого уровня pH в выщелачивающих растворах основного цикла выщелачивания в зумпф выщелачивающих растворов предусмотрена подача реагентов – 15 % раствора цианида натрия и 20 % раствора едкого натра. Растворы реагентов подаются по напорным трубопроводам из главного корпуса ГМУ. Прокладка трубопроводов предусмотрена в теплоизоляции с греющим кабелем.

Цикл довыщелачивания (Этап 2)

Следующие 100 дней производится орошение штабеля растворами довыщелачивания с плотностью орошения 288 л/м²·сут. Из главного корпуса ГМУ насосами растворы подаются на орошение штабеля в систему орошения.

После орошения штабеля при довыщелачивании, дренарующие растворы по системе дренажных трубопроводов самотёком поступают в ёмкость выщелачивающих растворов, а затем насосами основного цикла выщелачивания возвращаются на основной цикл выщелачивания в систему орошения.

Таким образом, сохраняется сбалансированная система, объединяющая оба цикла растворов и позволяющая, при необходимости, поддерживать заданную концентрацию и баланс металла в системе.

Все избыточные растворы, образующиеся в период интенсивного снеготаяния и дождей, по переливным аварийным трубопроводам направляются в пруды растворов.

Контроль концентрации цианида осуществляется с помощью цианометров, концентрация защитной щёлочи и рН растворов контролируется с помощью рН-метров. Данные приборы установлены в ёмкости выщелачивающих растворов. Контроль концентрации золота в растворах, оборачивающихся на площадке кучного выщелачивания, будет производиться путём отбора пробы непосредственно из самотёчных дренажных трубопроводов, входящих в ёмкости. Учёт объёма растворов, поступающих в ёмкости с карты выщелачивания, осуществляется расходомерами, установленными на карте выщелачивания, на каждой отдельной ячейке. Контроль концентрации золота, расход и давление в напорных трубопроводах будет производиться с помощью соответствующих приборов учёта, установленных непосредственно на каждой ячейке.

Для снижения уровня цианидов в руде отработанного штабеля предусмотрена его промывка. Промывка осуществляется чистой технической водой, накапливаемой предварительно в аварийном пруде путём подачи технической воды с помощью насосов, установленных в плавучей насосной станции в эмиттерную систему на ячейку выщелачивания в последние 7 дней процесса (процесс выщелачивания показан на рисунках 2.11-2.13). Либо промывка может быть организована осадками на участке складирования выщелоченных руд, имеющем слой гидроизоляции основания, при условии сбора промывочных вод и подачи их в процесс.

Параметры орошения рудного штабеля при различной его высоте приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Параметры орошения в зависимости от высоты рудного штабеля

Наименование параметра	Значение параметра при высоте штабеля, м			
	30,0	25	21	20
Высота рудного штабеля, м	30,0	25	21	20
Производительность, млн. т/год	26,0	26,0	26	26,0
Насыпная плотность, т/м ³	1,55	1,55	1,55	1,55
Плотность орошения основного цикла, л/м ² ·сут	384	384	384	384
Плотность орошения довыщелачивания, л/м ² ·сут	288	288	288	288
Средняя плотность орошения, л/м ² ·сут*	330,7	330,7	330,7	330,7
Средняя плотность орошения, л/м ² ·ч*	13,8	13,8	13,8	13,8
Время выщелачивания, сут.	180	176	172	171
Масса руды в единовременном орошении, млн. т	12,822	12,537	12,252	12,181
Объём руды в единовременном орошении, млн. м ³	8,272	8,088	7905	7,859
Площадь орошения, млн. м ²	0,276	0,324	0,376	0,393
Требуемый поток, м ³ /ч	3805	4465	5194	5422
Требуемый поток, м ³ /сут.	91325	107155	124666	130138
Требуемый поток при коэффициенте запаса 1,25, м ³ /ч	4757	5581	6493	6778
Требуемый поток при коэффициенте запаса 1,25, м ³ /сут.	114156	133944	155833	162673
Поток растворов по сорбции до, м ³ /ч	2400**	2400**	2400**	2400**
Поток растворов на циркуляцию, м ³ /ч	1405	2065	2794	3022
Используемая площадь, %	51,1	59,9	69,7	72,8
Количество панелей (блок-секций) в работе	6,13	7,19	8,36	8,73
Объём растворов на выщелачивание, м ³	16438526	23574064	26803205	27817068
Соотношение Ж:Т	1,28	1,88	2,19	2,28

Примечания: * - Средние плотности орошения (суточная и часовая) рассчитаны исходя из среднеарифметических значений (между максимальной и минимальной величинами) плотностей орошения в циклах выщелачивания (80 сут.) и довыщелачивания (100 сут.), с учётом продолжительности каждого цикла.

** - Выбран директивно исходя из практики работы существующего оборудования передела сорбции

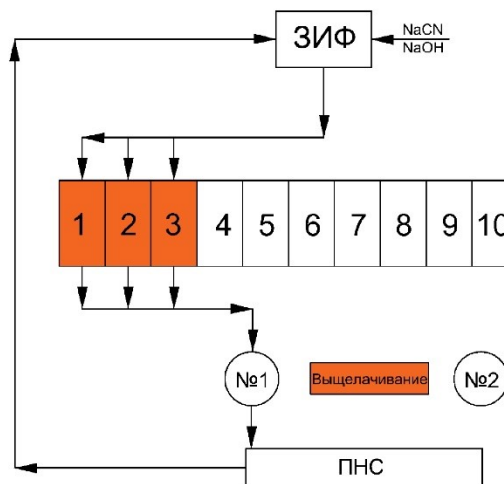


Рисунок 2.11 – Этап 1. Ввод панелей под орошение (при высоте рудного штабеля 30 м)

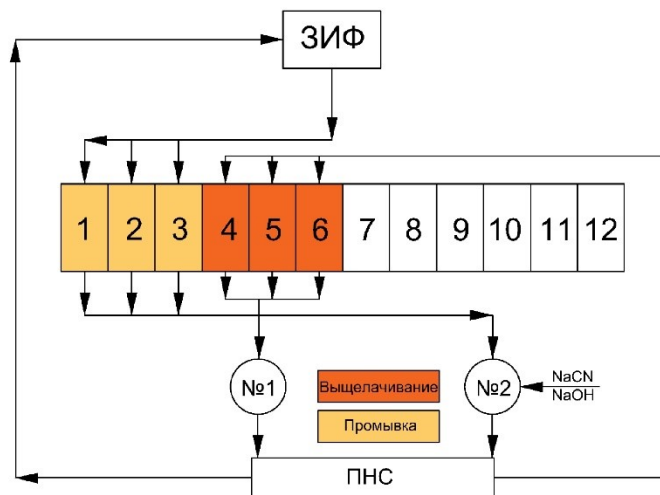


Рисунок 2.12 – Этап 2. Цикл орошения-промывки (при высоте рудного штабеля 30 м)

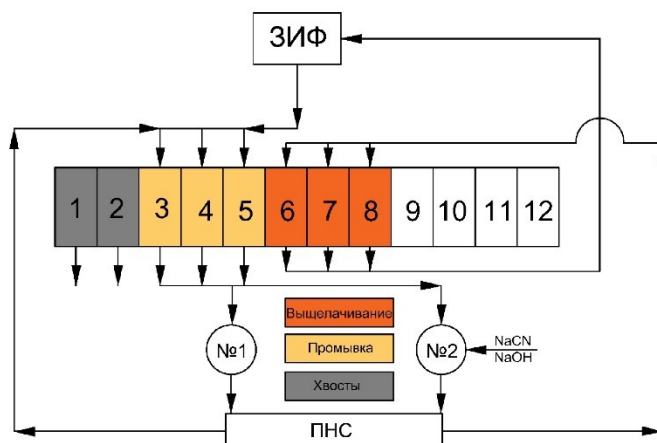


Рисунок 2.13 – Этап 3. Ввод-вывод панелей под орошение (при высоте рудного штабеля 30 м)

2.2.4 Сорбция золота из растворов кучного выщелачивания активированными углями

Технологическая схема сорбции включает следующие операции: сорбцию золота на активированный уголь, перекачку насыщенного активированного угля в отделение десорбции, загрузку свежего или регенерированного угля. Исходные данные представлены в таблице 2.15.

В соответствии с техническим перевооружением (для резервирования мощностей) на производительность 18 млн. т руды в год [7], в отделении сорбции эксплуатируются четыре линии сорбции по три колонны в каждой, на производительность по раствору 1260 м³/ч*.

Для увеличения производительности по раствору до 2400 м³/ч при увеличении годового объёма руды с 18 до 26 млн. т, необходимо к существующему переделу сорбции установить две дополнительные линии сорбции.

Перечень и характеристика действующего и дополнительно устанавливаемого на ГМО УКВ «Гросс» сорбционного оборудования приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Перечень и характеристики сорбционных колонн

Наименование	К-во, шт.	Размер, м	Объем, м ³	Линии
Сорбционная колонна*	9	D-3,4; H – 5,58	50,2	3
Сорбционная колонна*	3	D -3,55; H – 5,6	55,4	1
Сорбционная колонна	6	D -4,5; H – 4,9	77,89	2

Расчёт пропускной способности колонн сорбции

Проверим имеющиеся в наличии на ГМО УКВ «Гросс» действующие сорбционные колонны первых трёх линий в количестве 9 штук.

Размеры колоны:

- диаметр сорбционных колонны – 3,4 м;
- высота колонны – 5,58 м;
- площадь сечения колонны – 9,0 м²;
- объем колонны – 50,2 м³.

$$V_{ц} = V_{к}^{**} \times N \times 0,7;$$

где: $V_{ц}$ – объем сорбента, загружаемый в три колонны одной линии;

$V_{к}^{**}$ – объем колонны;

N – количество колонн в линии;

$$V_{ц} = 50,2 \times 3 \times 0,7 = 105,4 \text{ м}^3$$

Пропускная способность колонны, м³/ч;

$$Q_c = S_{п.с} \times C_{в.п}^{***}$$

где: $S_{п.с}$ – площадь колонны – м²;

$C_{в.п}^{***}$ – скорость восходящего потока – м/ч;

$$Q_{c1} = 9,0 \times 30 = 270,0 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{c1} = 9,0 \times 35 = 315,0 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Удельная нагрузка по раствору:

$$(УН) = Q_c : V_{ц};$$

где (УН)^{****} – удельная нагрузка по раствору (кол-во раствора на объем сорбента), ч⁻¹;

$$(УН_1) = 270,0 : 105,4 = 2,56 \text{ ч}^{-1};$$

$$(УН_2) = 315,0 : 105,4 = 2,98 \text{ ч}^{-1}.$$

Из приведённого расчёта следует, что пропускные способности одной ветки колонн составляют: оптимальная 270,0 м³/ч и максимальная 315,0 м³/ч.

Производительность трёх веток сорбции по раствору (размер **D – 3,4 м; H – 5,58 м**) составляет: оптимальная 810,0 м³/ч и максимальная **945,0 м³/ч**.

$$Q_c = S_{п.с} \times C_{в.п}^{**} \times N;$$

$$Q_c = 9,0 \times 35 \times 3 = 945 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для обеспечения пропускной способности сорбции 1260,0 м/ч, была рекомендована и установлена четвертая линия сорбции из трех колонн (размер **D – 3,55 м; H – 5,6 м**).

- высота колонны – 5,6 м;

- площадь сечения колонны – 9,9 м²;

- объем колонны – 55,4 м².

$$V_{ц} = V_{к}^{**} \times N \times 0,7;$$

где: $V_{ц}$ – объем сорбента, загружаемый в три колонны одной линии;

$V_{к}^{**}$ – объем колонны;

N – количество колонн в линии;

$$V_{ц} = 55,4 \times 3 \times 0,7 = 116,3 \text{ м}^3;$$

Пропускная способность колонны, м³/ч;

$$Q_c = S_{п.с} \times C_{в.п}^{***};$$

где: $S_{п.с}$ – площадь колонны – м²;

$C_{в.п}^{***}$ – скорость восходящего потока – м/ч;

$$Q_{c1} = 9,9 \times 35 = 346,5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Удельная нагрузка по раствору:

$$(УН) = Q_c : V_{ц};$$

где (УН)^{****} – удельная нагрузка по раствору (кол-во раствора на объем сорбента), ч⁻¹;

$$(УН_2) = 346,5 : 116,3 = 3,0 \text{ ч}^{-1}.$$

Суммарная пропускная способность четырех линий сорбции составляет:

$$\Sigma Q = 945,0 + 346 = 1291 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для увеличения производительности по раствору до 2400 м³/ч, в отделении сорбции дополнительно устанавливаются две линии сорбции по три колонны в каждой.

Перечень и характеристики дополнительно устанавливаемого сорбционного оборудования приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Перечень и характеристики устанавливаемых сорбционных колонн

Наименование	К-во, шт.	Размер, м	Объем, м ³	Линии
Сорбционная колонна	6	D -4,5; H - 4,9	77,89	2

Расчёт пропускной способности колонн сорбции:

Проверим пропускную способность сорбционных колонн в количестве 6 штук.

Размеры колоны:

- диаметр сорбционной колонны – 4,5 м;
- высота цилиндрической части колонны – 4,9 м;
- площадь сечения колонны – 15,9 м²;
- объем колонны – 77,89 м³.

$$V_{ц} = V_{к*} \times N \times 0,7;$$

где: $V_{ц}$ – объем сорбента, загружаемый в три колонны одной ветки;

$V_{к*}$ – объем колонны;

N – количество колонн в ветке;

$$V_{ц} = 77,89 \times 3 \times 0,7 = 163,57 \text{ м}^3.$$

Пропускная способность колонны, м³/ч;

$$Q_c = S_{п.с} \times C_{в.п}^{***};$$

Где: $S_{п.с}$ – площадь колонны – м²;

$C_{в.п}^{***}$ – скорость восходящего потока – м/ч;

$$Q_{c1} = 15,9 \times 30 = 477,0 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{c2} = 15,9 \times 35 = 556,5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Удельная нагрузка по раствору:

$$(УН) = Q_c : V_{ц};$$

где (УН)^{****} - удельная нагрузка по раствору (кол-во раствора на объем сорбента), ч⁻¹;

$$(УН_1) = 477,0 : 163,57 = 2,9 \text{ ч}^{-1};$$

$$(УН_2) = 556,5 : 163,57 = 3,4 \text{ ч}^{-1}.$$

Из приведённого расчёта следует, что пропускные способности одной ветки работающих колонн составляют: оптимальная 477,0 м³/ч и максимальная 556,5 м³/ч.

Производительности по раствору двух веток сорбции составляют: оптимальная 954,0 м³/ч и максимальная 1113,0 м³/ч.

$$Q_c = S_{п.с} \times C_{в.п} \times *** \times N;$$

$$Q_c = 15,9 \times 35 \times 2 = 1113,0 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Суммарная пропускная способность шести линий сорбции составляет:

$$\Sigma Q = 1291 \text{ м}^3/\text{ч} + 1113,0 \text{ м}^3/\text{ч} = 2404 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Примечания:

- * - действующее оборудование;
- ** - 70 % от объёма колонны;
- *** - скорость восходящего потока, (30÷35) м/ч;
- **** - удельная нагрузка по раствору не должна превышать 4,1 ч⁻¹.

При этих условиях содержание золота на угле и концентрация в растворе являются оптимальными.

Подогрев растворов в холодный период

Растворы, прошедшие по каскаду сорбции и через углеулавливающие сита, накапливаются в ёмкости выщелачивающих растворов. После подкрепления растворами цианида натрия и едкого натра, выщелачивающие растворы насосами подаются на узел тонкой фильтрации и нагрева растворов. Фильтрация растворов от угольной мелочи, образующейся при транспортировании угля по трубопроводам, производится в автоматическом самоочищающемся фильтре. Нагрев растворов предусматривается с помощью теплообменников пластинчатого типа. В качестве греющего агента предусмотрена технологическая вода с ТЭЦ. Начальная температура теплоносителя – 95 °С. Температура нагретых растворов на выходе с теплообменника – 15÷25 °С. Нагрев растворов предусматривается круглогодично. Далее данные растворы подаются на орошение.

2.3 Рекомендуемые схемы цепи аппаратов установки кучного выщелачивания золота

2.3.1 Отделение рудоподготовки

В соответствии с Заявкой Заказчика, предусматривается дробление до 26 млн. т окисленных и переходных руд до крупности 60 % класса минус 40 мм с последующей укладкой в штабель (действующая схема рудоподготовки). Кроме существующей линии дробления на 12 млн. т также предусматривается дополнительно проектируемая линия дробления и укладки в штабель до 14 млн. т окисленных и переходных руд до крупности 60 % класса минус 40 мм.

Действующая линия дробления отделения рудоподготовки, рассчитанная на 12 000 000 тонн в год, и проектируемая линия, рассчитанная на 14 млн. т в год, предусматривают двухстадиальное дробление от крупности минус 800 мм до крупности минус 40 +0 мм с предварительным грохочением по классу 40 мм перед средним дроблением. Оборудование проектируемой линии дробления на 14 млн. т. в год является оборудованием фирмы Метсо или его аналогами.

Рядовая руда из карьера подаётся автосамосвалами грузоподъёмностью до 140 т в приёмные бункера корпуса крупного дробления. Бункера снабжены гидравлическим молотом GP 2200 для додрабливания негабаритов. Из приёмных бункеров руда поступает в гирационные дробилки крупного дробления 50-65 SUPERIOR MKII, которые работают под завалом. После крупного дробления руда поступает в разгрузочные бункера, а оттуда пластинчатыми питателями AF05-72 с интенсивностью 2000 т/ч подаётся на ленточные конвейеры Нордберг NC-HD и CV-02, транспортирующие в приёмные бункера корпуса среднего дробления. Для предотвращения попадания металла в дробилки среднего дробления в перегрузочных узлах №№ 1 и 1-1 на конвейерах Нордберг NC-HD (поз. 4, 29) установлены самоочищающиеся металлоотделители.

В корпусе среднего дробления руда из приёмных бункеров при помощи вибрационных питателей ЕМЕ 87, установленных параллельно, подаётся на предварительное грохочение по классу 40 мм на вибрационные грохоты MF 1.8×6.1 DD. Надрешётный продукт грохотов крупностью +40 мм подаётся в конусные дробилки среднего дробления GP500S. На конвейерах Нордберг NC-HD (поз. 12, 37), подающих руду в дробилки среднего дробления, в перегрузочных узлах №№ 2 и 2-1 установлены металлодетекторы. Дроблёный продукт и подрешётный продукт грохотов минус 40 мм конвейерами Нордберг NC-HD (поз. 15, 40) подаётся на следующую технологическую операцию через перегрузочные узлы №№ 3 и 3-1. В перегрузочных узлах предусмотрена возможность подачи дроблёной руды на склад дроблёной руды для временного хранения и подачи руды в период остановки дробилки крупного дробления на кучное выщелачивание. Основная схема транспорта руды крупностью минус 40 мм – укладка руды в карту кучного выщелачивания, вспомогательная схема транспорта руды – временное складирование.

С целью минимизации колебания потока руды, поступающего с карьера на УКВ, и обеспечения бесперебойной работы рудоподготовки, ввиду того что технологические переделы УКВ работают круглогодично, предусмотрено сооружение 4 напольных складов:

- склад недроблёной руды с запасом по объёму 5 суток*;
 - склад дроблёной руды с запасом по объёму 12 часов*.
- (* - потребность в складах уточняется при проектировании)

Технологические показатели рудоподготовки рассчитаны, исходя из следующих параметров, приведённых в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Основные технологические показатели и параметры отделения рудоподготовки

Наименование операции/параметра	Ед. изм.	Значение
1	2	3
Режим работы		круглогодичный
Мощность предприятия	тыс. т/год	26000
Производительность по дроблению руды	тыс. т/год	26000
Количество рабочих дней в году		365
Режим работы	ч/сут.	24
Максимальный размер подаваемого материала на крупное дробление	мм	800
Влажность исходной руды	%	6,0
Плотность исходной руды	т/м ³	2,53
Насыпная масса дроблёного материала	т/м ³	1,55
Угол естественного откоса дроблёной руды	град.	35-37
Крепость руды по шкале Протоdjяконова		6,0÷7,0
Максимальный размер материала после крупного дробления	мм	160 (200)
Размер дробимого материала, подаваемого на кучное выщелачивание	мм	60% минус 40

Аппаратурные схемы рудоподготовки представлены на рисунках 2.14-2.16. Спецификация к аппаратурным схемам дана в таблице 2.11.

Каждая из двух (существующая и планируемая) конвейерных линий укладки карты выщелачивания транспортирует руду поперёк карты выщелачивания при помощи цепочки мобильных конвейеров (поз. 53, 58) от точки разгрузки сбрасывающей тележки до точки укладки. Укладка руды на карту выщелачивания производится при помощи 2 радиальных стакеров (поз. 54, 59) на гусеничном ходу. Загрузка радиальных стакеров производится через специальные передвижные горизонтальные конвейеры-питатели (поз. 55, 60), которые, двигаясь вместе со стакерами, позволяют им «отступать» назад при укладке кучи на расстояние до 40 м, не прерывая при этом процесс укладки. После того, как стакеры отступают назад на полный ход конвейеров-питателей, конвейерные линии останавливаются и из них убирается по одному передаточному мобильному конвейеру, и стакеры продолжают производить укладку руды.

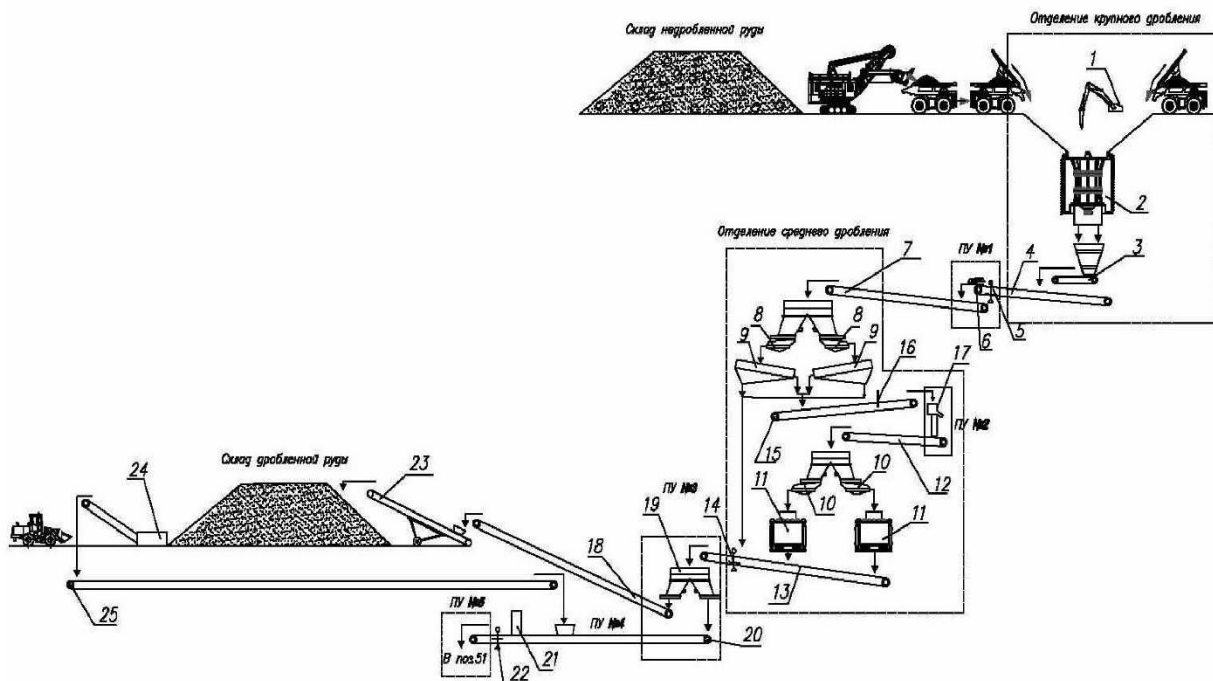


Рисунок 2.14 – Схема рудоподготовки для формирования рудного штабеля установки кучного выщелачивания золота из руд месторождения «Гросс».
Существующая схема ДСК на 12 млн. т

42

АО «Иргредмет»: тел. (3952) 728-729, факс: +7 (3952) 33-08-33 e-mail: gold@irgredmet.ru

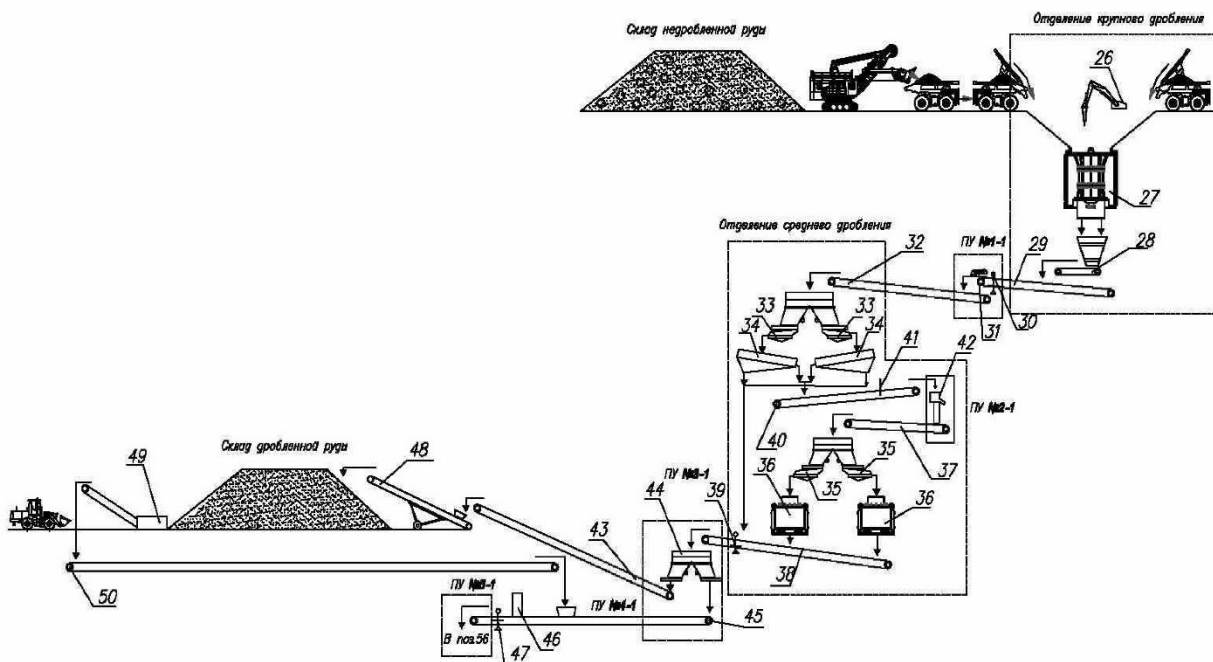


Рисунок 2.15 – Схема рудоподготовки для формирования рудного штабеля установки кучного выщелачивания золота из руд месторождения «Гросс».
Планируемая схема ДСК на 14 млн. т

43

АО «Иргредмет»: тел. (3952) 728-729, факс: +7 (3952) 33-08-33 e-mail: gold@irgredmet.ru

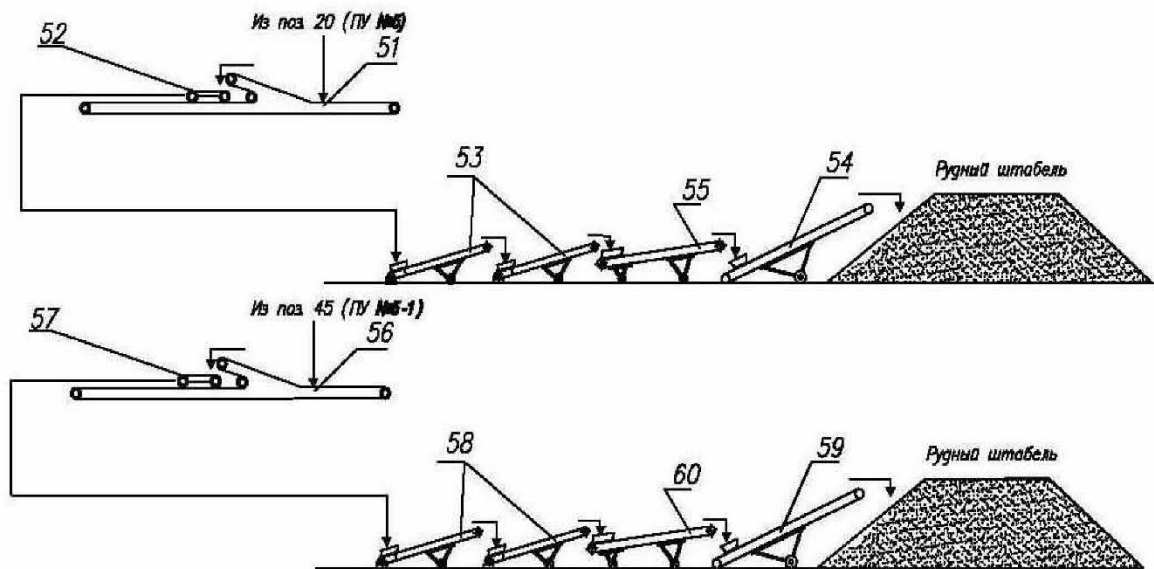


Рисунок 2.16 – Схема двух линий укладки рудного штабеля на 26 млн. т (первая линия для панелей с 1 по 6, вторая линия – для панелей с 7 по 12)

Таблица 2.11 – Спецификация существующего и планируемого к установке оборудования отделения рудоподготовки промышленной установки кучного выщелачивания на 26 млн. т (к рисункам 2.14-2.16)

Поз.	Наименование	Кол-во
1	2	3
ДСК – площадка рудоподготовки на 12 млн. т		
Отделение крупного дробления		
1	Гидромолот для гирационной дробилки HP 2200 Metso Minerals	1
2	Дробилка гирационная крупного дробления 50-65 SUPERIOR MKII Metso Minerals	1
3	Питатель пластинчатый AF05-72	1
Перегрузочный узел № 1		
4	Конвейер стационарный ленточный наклонный Нордберг NC-HD 1400×65 Metso Minerals	1
5	Весы конвейерные В=1400 Metso Minerals	1
6	Металлоотделитель электромагнитный с системой очищения	1
Конвейер CV-02		
7	Конвейер стационарный ленточный CV-02 В=1200, l=745 м Terra Nova Technologies	1
Отделение среднего дробления		
8	Питатель вибрационный электромеханический EME87 Metso Minerals	2
9	Грохот горнорудный MF 1.8×6.1 DD Metso Minerals	2
10	Питатель вибрационный электромеханический EME67 Metso Minerals	2
11	Дробилка конусная для среднего дробления GP500S Metso Minerals	2
12	Конвейер стационарный ленточный наклонный Нордберг NC-HD 1200×55.5 Metso Minerals	1
13	Конвейер стационарный ленточный Нордберг NC-HD 1400×146 Metso Minerals	1
14	Весы конвейерные В=1400 Metso Minerals	1
Перегрузочный узел № 2		
15	Конвейер стационарный ленточный наклонный Нордберг NC-HD 1200×56 Metso Minerals	1
16	Металлодетектор FMD 1200 Metso Minerals	1
17	Переключатель потока Metso Minerals	1
Перегрузочный узел № 3		
18	Конвейер стационарный ленточный горизонтальный В=1200 мм, l=20 м Terra Nova Technologies	1
19	Переключатель потока Terra Nova Technologies	1
Конвейер CV-09		
20	Конвейер стационарный ленточный наклонный В=1200, l=1042.26 м Terra Nova Technologies	1
21	Пробоотборник Terra Nova Technologies	1
22	Весы конвейерные В=1200 мм Terra Nova Technologies	1
Склад дроблёной руды		
23	Радиальный штабелеукладчик В=1200 мм, l=47 м Terra Nova Technologies	1
24	Питатель-дробилка CMFB48-72-38 McLanahan	1
25	Конвейер мобильный ленточный наклонный В=1200, l=19.84 м Terra Nova Technologies	1

Продолжение таблицы 2.11

1	2	3
Карта выщелачивания		
Конвейер CV-10		
51	Конвейер стационарный ленточный наклонный В=1200, l=650 м Terra Nova Technologies	1
52	Самоходное сбрасывающее устройство с горизонтальным конвейером В=1400 мм, Terra Nova Technologies	1
53	Мобильный конвейер	20
54	Радиальный стакер (на гусеничном ходу)	1
55	Передвижной конвейер-питатель	1
ДСК – площадка рудоподготовки на 14 млн. т*		
Отделение крупного дробления		
26	Гидролот для гирационной дробилки Sandvik BV8094+BR2577i+HU45 или аналог	1
27	Дробилка гирационная крупного дробления Sandvik CG820i или аналог	1
28	Питатель пластинчатый Sandvik YPT AF-P 1600×7500 или аналог	1
Перегрузочный узел № 1-1		
29	Конвейер стационарный ленточный наклонный Нордберг NC-HD 1400×65 Metso Minerals	1
30	Весы конвейерные В=1400 Metso Minerals	1
31	Металлоотделитель электромагнитный с системой очищения	1
Конвейер CV-02		
32	Конвейер стационарный ленточный CV-02 В=1200, l=745 м Terra Nova Technologies	1
Отделение среднего дробления		
33	Питатель вибрационный электромеханический Sandvik SP2030M или EME87 или аналог	2
34	Грохот горнорудный MF 1.8×6.1 DD Metso Minerals	2
35	Питатель вибрационный электромеханический EME67 Metso Minerals	2
36	Дробилка конусная для среднего дробления Sandvik CH870i или GP500S Metso Minerals	2
37	Конвейер стационарный ленточный наклонный Нордберг NC-HD 1200×55.5 Metso Minerals	1
38	Конвейер стационарный ленточный Нордберг NC-HD 1400×146 Metso Minerals	1
39	Весы конвейерные В=1400 Metso Minerals	1
Перегрузочный узел № 2-1		
40	Конвейер стационарный ленточный наклонный Нордберг NC-HD 1200×56 Metso Minerals	1
41	Металлодетектор FMD 1200 Metso Minerals	1
42	Переключатель потока Metso Minerals	1
Перегрузочный узел № 3-1		
43	Конвейер стационарный ленточный горизонтальный В=1200 мм, l=20 м Terra Nova Technologies	1
44	Переключатель потока Terra Nova Technologies	1

Продолжение таблицы 2.11

1	2	3
	Конвейер CV-09	
45	Конвейер стационарный ленточный наклонный В=1200, l=1042.26 м Terra Nova Technologies	1
46	Пробоотборник Terra Nova Technologies	1
47	Весы конвейерные В=1200 мм Terra Nova Technologies	1
	Склад дроблёной руды	
48	Радиальный штабелеукладчик В=1200 мм, l=47 м Terra Nova Technologies	1
49	Питатель-дробилка CMFB48-72-38 McLanahan	1
50	Конвейер мобильный ленточный наклонный В=1200, l=19.84 м Terra Nova Technologies	1
	Карта выщелачивания	
	Конвейер CV-10	
56	Конвейер стационарный ленточный наклонный В=1200, l=650 м Terra Nova Technologies	1
57	Самоходное сбрасывающее устройство с горизонтальным конвейером В=1400 мм, Terra Nova Technologies	1
58	Мобильный конвейер**	20***
59	Радиальный стакер (на гусеничном ходу)**	1
60	Передвижной конвейер-питатель**	1

Примечание: * - Указанное оборудование или его аналоги. Производитель и марки оборудования определяются Заказчиком на стадии проведения закупочных процедур.

** - Выбор и производители оборудования уточняются на стадии проектирования

*** - Количество конвейеров уточняется при проектировании.

2.3.2 Отделение кучного выщелачивания золота и переработки продуктивных растворов

Сорбция

Сорбционное оборудование предназначено для сорбции золота из продуктивных цианистых растворов кучного выщелачивания. В качестве сорбента применяется активированный уголь Norit GCN612G или аналог. Производительность отделения сорбции по максимальному потоку раствора – 2400 м³/ч. Плановый вывод насыщенного угля – 48,57 т/сут. Аппаратурно-технологическая схемы отделения сорбции приведена на рисунке 2.17, спецификация – в таблице 2.13

Переработка поступающих на ГМУ цианистых растворов осуществляется угольной сорбцией в шести параллельных линиях, по три сорбционные колонны (поз. 1-18) в каждой. Колонны в линии установлены каскадом, что

способствует перетоку цианистых растворов в самотёчном режиме. Растворы подаются в каждую первую колонну и при прохождении по каскаду, самотёком, подаются на углеулавливающие дуговые сита (поз. 19-22).

Загрузка свежего сорбента (угля) начинается с каждой третьей (нижней) колонны (поз. 3,6,9,12,15,18) каскада сорбции в противоток движению потока раствора. По мере насыщения угля золотом каждую первую колонну (поз. 1,4,7,10,13,16) разгружают. Уголь насосами (поз. 27-32) перемещают в последующую колонну. Передвижение угля по каскаду сорбции предусмотрено с помощью специальных угольных насосных агрегатов производства фирмы TOYO. Для каждой линии сорбции предусмотрен свой отдельный насос. В качестве резервного насоса предусматривается отдельный агрегат, хранящийся на складе в полном сборе.

Из последних колонн каждой линии сорбции насыщенный уголь подаётся на обезвоживающий грохот отделения десорбции для дальнейшей переработки.

Растворы, прошедшие по каскаду сорбции и через углеулавливающие сита, накапливаются в ёмкости выщелачивающих растворов (поз. 24). После подкрепления растворами цианида натрия и едкого натра, выщелачивающие растворы насосами (поз. 34,36), подаются на узел фильтрации и нагрева растворов. Фильтрация растворов от угольной мелочи, образующейся при транспортировании угля по трубопроводам, производится в автоматическом самоочищающемся фильтре (поз. 38,39). В качестве греющего агента предусмотрена технологическая вода с ТЭЦ. Начальная температура теплоносителя 95 °С, температура выходящих подогретых технологических растворов – 15÷25 °С. Нагрев растворов предусматривается в зимний период. Далее данные растворы подаются на орошение.

Подача продуктивных растворов на сорбцию предусмотрена с помощью шести насосных агрегатов консольного типа (поз. 35,37), работающих с общей производительностью 2700 м³/ч по 450 м³/ч каждый, напором до 30 м.

Подача выщелачивающих (обеззолоченных) растворов на орошение цикла довыщелачивания предусмотрена с помощью шести насосных агрегатов консольного типа (поз. 34,36), работающих с общей производительностью 4000 м³/ч каждый и напором до 90 м.

Для регулирования работы насосных агрегатов подачи растворов предусматриваются частотные преобразователи.

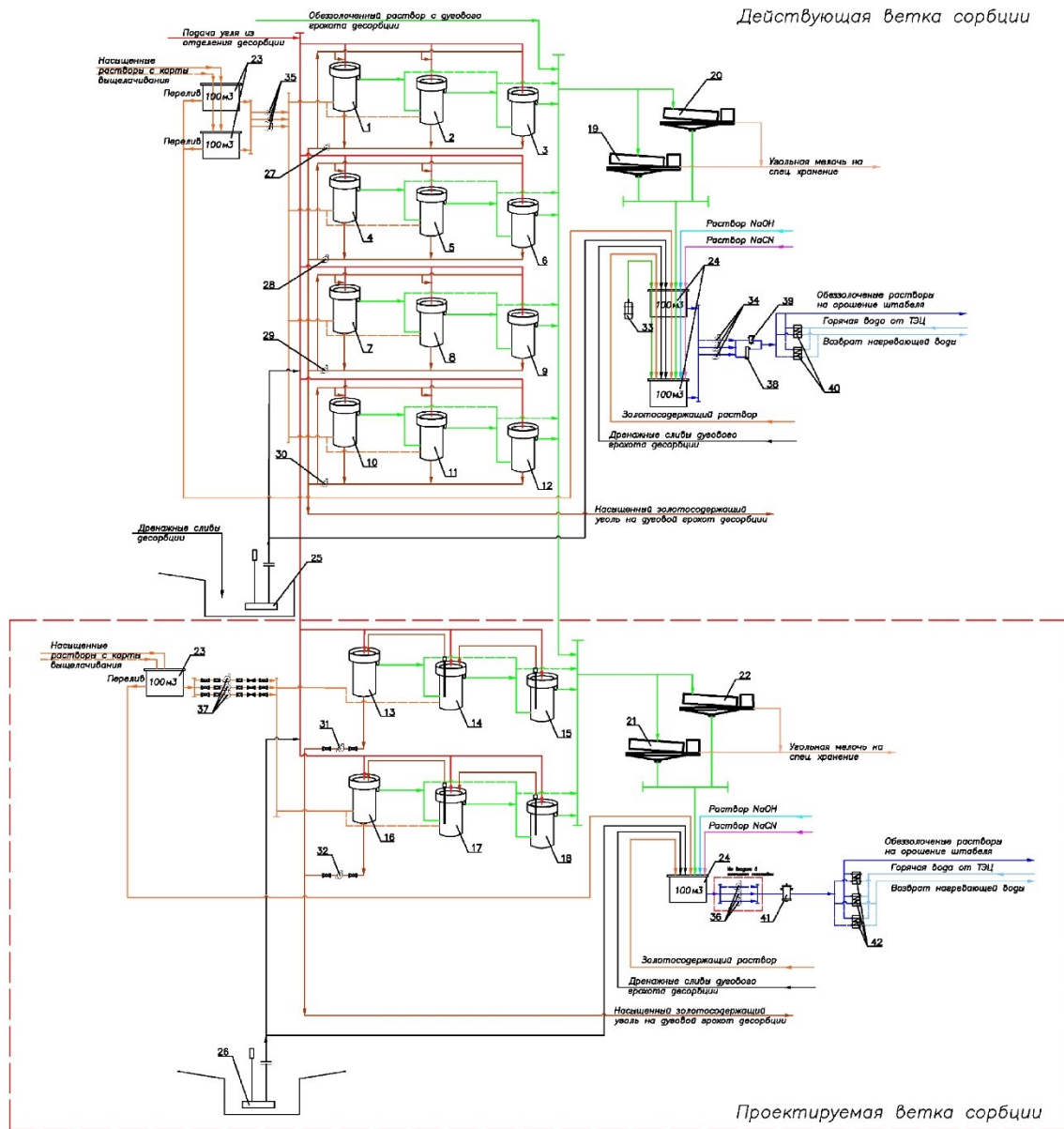
Во избежание кальматации в трубопроводах применяется реагент-антискалянт. Подача антискалянта предусматривается в ёмкость выщелачивающих растворов с помощью бочкового насоса. Реагент поступает на предприятие и хранится в готовом к использованию виде в пластиковых бочках объёмом 45 дм³.

Для извлечения антискалянта из бочек применяется дозировочный насос. В случае необходимости в применении антискалянта, его из бочки дозирующим насосом перекачивают в бак объёмом 100 м³ (поз. 23) отделения сорбции. Основные технологические параметры сорбции из растворов кучного выщелачивания приведены в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Исходные данные по сорбции золота из растворов кучного выщелачивания при орошении рудного штабеля массой 12822 тыс. т

Наименование показателя	Значение показателя
Продолжительность работы отделения сорбции, сут.	365
Производительность каждой линии сорбции (линии с 1 по 3), м ³ /ч	315,0
Суммарная производительность трёх линий, м ³ /ч	1291,0
Производительность каждой линии сорбции (линия 4), м ³ /ч	346,5
Производительность каждой линии сорбции (линии с 5 по 6), м ³ /ч	556,5
Суммарная производительность двух линий, м ³ /ч	1113,0
Максимальный поток раствора на сорбцию, м ³ /ч	2400,0
Концентрация золота в растворе, г/м ³ :	
минимальная	0,1
средняя	0,73/0,66*
Количество ветвей сорбции, шт.	6
Количество ступеней сорбции в одной ветви	3
Скорость восходящего потока, м/ч	30÷35
Диаметр сорбционной колонны, м	
линии с 1 по 3	3,4
линия 4	3,55
линии с 5 по 6	4,5
Площадь сечения колонны, м ²	
линии с 1 по 3	9,0
линия 4	9,9
линии с 5 по 6	15,9
Высота (рабочая) колонны, м	
линии с 1 по 3	5,58
линия 4	5,6
линии с 5 по 6	4,9
Загрузка угля в колонну, м ³	
линии с 1 по 3	35,14
линия 4	38,71
линии с 5 по 6	59,0
Расширение слоя угля, %	25÷30
Удельная нагрузка по раствору (количество объемов раствора на объем угля в час (УН)), ч ⁻¹	2,5÷3,5
Расход угля на истирание, г/м ³	5÷10
Содержание золота в хвостах сорбции, г/м ³ , не более	0,05
Извлечение золота из продуктивных растворов, %, не менее	93,0
Поток извлекаемого золота в сутки, кг	36,47/33,06*
Емкость угля по золоту средняя, г/кг	0,75
Поток угля (средний), т/сут. (м ³ /сут.)	48,57/44,09 (97,14/88,64)*

Примечание: * - в числителе показатель для окисленных руд, в знаменателе – для переходных.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Обеззолоченные р-ры десорбции (Двойной вращ.)
- Светид, регенерированный улов
- Золотосодержащие растворы
- Насыщенный золотосодержащий улов
- Технологические растворы
- Раствор NaOH
- Раствор NaCN
- Раствор выщелачивания (Маточная)
- Уловь на спец. хранение
- Техническая вода

Рисунок 2.17 – Аппаратурная схема установки сорбции золота из руды месторождения «Гросс»

Таблица 2.13 – Спецификация и технические характеристики оборудования операции сорбции для установки производительностью 26 000 000 тонн

Поз.	Наименование	Кол-во
1-9	Колонна сорбции $V_{\text{ном.}} = 50,2 \text{ м}^3$	9
10-12	Колонна сорбции $V_{\text{ном.}} = 55,4 \text{ м}^3$	3
13-18	Колонна сорбции $V_{\text{ном.}} = 77,9 \text{ м}^3$	6
19-20	Сито вибрационное дуговое СВД-5НМ	2
21-22	Сито вибрационное дуговое СВД-5НМ	2
23	Буферная ёмкость богатого раствора $V = 100 \text{ м}^3$	3
24	Буферная ёмкость $V = 100 \text{ м}^3$	3
25,26	Агрегат электронасосный погружной вертикальный химический дренажный АХА 80-65-160	2
27-30*	Агрегат электронасосный горизонтальный центробежный для перекачки угля HMSO FHC-S WB	4+резерв
31-32*	Агрегат электронасосный горизонтальный центробежный для перекачки угля HMSO FHC-S WB	2
33	Агрегат электронасосный бочковый центробежный выщелачивающих растворов	1
34*	Агрегат электронасосный горизонтальный центробежный выщелачивающих растворов А32-125 SD Зульцер	3
35*	Агрегат электронасосный горизонтальный центробежный продуктивных растворов А44-150 D Зульцер	3
36*	Агрегат электронасосный горизонтальный центробежный выщелачивающих растворов А32-125 SD Зульцер	3
37*	Агрегат электронасосный горизонтальный центробежный продуктивных растворов А44-150 D Зульцер	3
38	Фильтр тонкой очистки автоматический с электродвигателем EBS 15000 In-Line	1
39	Фильтр поточный Odis 18420	1
40	Теплообменник пластинчатый NT250 SV/B-16/142	2
41*	Фильтр тонкой очистки автоматический с электродвигателем EBS 15000 In-Line	1
42	Теплообменник пластинчатый NT250 SV/B-16/142	3

Примечание: *- Уточняется при проектировании

Грохочение хвостов сорбции

На данной операции установлены четыре дуговых грохота СВД-5НМ с площадью 5 м^2 , каждый.

Проверим объёмную производительность грохота на 1 м^2 площади по ниже приведённой формуле [3] при размере сита $0,8 \text{ мм}$.

$$q_0 = 170 \times \sqrt{S}, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$$

где q_0 – удельная объёмная производительность, S – ширина щели мм.

$$q_0 = 170 \times \sqrt{0,8} = 152 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$$

Исходя из общей поверхности грохочения 20 м² данные грохота обеспечивают объёмную производительность до 3040 м³/ч.

2.3.3 Отделение десорбции и электролиза

Десорбция

Аппаратурная схема отделения десорбции представлена на рисунке 2.19.

Согласно техническому заданию, для процесса десорбции золота применяется комплексная установка производства компании Como Engineers. Процесс десорбции в установке ведётся по способу Задра.

Установка элюирования Задра производительностью 20-40 т/сут., работающая под давлением, представляет собой модульную установку элюирования, спроектированную для золоторудного месторождения «Гросс» для извлечения драгоценных металлов из 10 т насыщенного угля за цикл десорбции. Это извлечение осуществляется посредством элюирования золота, сорбированного углем из продуктивных растворов, при высоких температурах 140÷145 °С с помощью слабого раствора едкого натра и цианида натрия.

Цикл элюирования Задра состоит из приготовления элюента из растворов едкого натра и цианида натрия, подогревания данного раствора до высоких температур под давлением выше давления окружающей среды и пропускания данного раствора через колонну десорбции, заполненную насыщенным углем. Перед десорбцией производится кислотная обработка угля. Элюаты после десорбции поступают на электролиз.

В колонне кислотной промывки (поз. 2) уголь обрабатывается слабокислым раствором (номинальным объёмом 3-4 % HCl), который готовится путём прямого смешивания концентрированной (36 % по массе) кислоты и воды в коллекторном трубопроводе, входящем в основание колонны. Он проходит через колонну и разгружается через верх колонны кислотной промывки.

Колонна кислотной промывки (поз. 2) предназначена для работы при температуре окружающей среды и при давлении до 600 КПа с использованием

воды для гидравлической транспортировки угля в колонну десорбции при завершении цикла промывки. В нормальном режиме колонна кислотной промывки работает при атмосферном давлении. При гидравлической транспортировке угля колонна работает при давлении в диапазоне 300÷400 КПа. Колонна защищена на входе в неё от избыточного давления кислотоустойчивым клапаном для сброса давления. Данный клапан выбран с учётом максимального давления 600 КПа.

Выходящий из колонны десорбции (поз. 9) раствор содержит в себе десорбированное золото и другие драгоценные металлы, содержащиеся угле. Он проходит последовательно от колонны десорбции (поз. 9) через регенеративный теплообменник (поз. 14), где охлаждается до температуры ниже точки кипения и затем, при атмосферном давлении, направляется в электролизные ванны (поз. 10), где драгоценные металлы выделяются, осаждаясь на катодах. Обеззолоченный элюат поступает обратно в ёмкость хранения элюента (поз. 13) и прогоняется обратно через колонну десорбции и ванны в течение 7÷9 часов до максимального извлечения с сорбента драгметаллов.

Нагрев элюента достигается посредством нагревателя десорбирующего раствора (поз. 15).

Данный нагреватель работает от модульной горелки, работающей на дизельном топливе, с общей мощностью системы 2500÷4000 кВт.

Поток элюента, циркулирующий из емкости хранения элюента (поз. 13), проходит через пластинчатый, стержневой регенеративный теплообменник (поз. 14), который служит для предварительного нагрева элюента путём рекуперации термической энергии из потока элюата, выходящего сверху колонны десорбции. Как правило, рабочая температура элюента в установившемся режиме на входе в теплообменник (поз. 14) будет в пределах 85÷90 °С, и он будет поступать на нагреватель (поз. 15) при температуре около 129 °С, где будет нагреваться до 140 °С перед перекачкой в колонну десорбции. Нагреватель спроектирован на номинальный рабочий расход 125 м³/ч.

Электролиз

Система электролиза состоит из трёх параллельно расположенных электролизёров для каждой колонны десорбции (два в работе и один в резерве) так, чтобы они соответствовали данному расходу. Три ручных клапана с указателями положения установлены на входе в каждый электролизёр (поз. 10) и используются для глухого отключения. В случае, если один из клапанов закроется, насос элюирования (поз. 12) отключается и цикл десорбции останавливается. Данное отключение предусмотрено для предотвращения перелива из ванны электролизёра и выноса золотосодержащего осадка в ёмкость для раствора из-за высоких линейных скоростей через рабочую ванну.

В случае закрытия обоих изолирующих клапанов на входе в ванны электролизёров (поз. 10), насос десорбции (поз. 12) отключится и цикл десорбции также остановится.

По завершении 3-7 циклов десорбции катоды электролизной ванны можно вынимать из ванны и помещать в бак промывки катодов для снятия золотосодержащего осадка с катодов и из ванн. Осадок снимается с помощью мойки высокого давления путём распыления струи воды. Для снятия налипшего катодного осадка, который не был извлечён с помощью мойки высокого давления, используют скребки, щётки или лопатки для очистки.

Количество десорбций между съёмами катодного осадка будет зависеть от количества и ёмкости насыщенного угля, количества металла, сорбируемого на уголь и количества недорогих цветных металлов, которые также сорбируются на уголь.

Извлечённый осадок подаётся насосом (поз. 34) в ёмкость для осаждения осадка. Как только произойдёт осаждение, полученный осадок можно направлять на фильтр-пресс катодного осадка (поз. 29) с помощью насоса для дальнейшей переработки.

Сушка и плавка катодных осадков

Технология переработки катодного осадка включает проведение операций фильтрации, сушки и плавки с добавками флюсов. Плавка происходит периодически по мере накопления катодного осадка.

Катодные осадки, выгруженные из электролизёра (поз. 10), отмывают и обезвоживают на фильтр-прессе катодного осадка (поз. 29) до остаточной влажности 15-30 %. Влажный катодный осадок загружают на противень из нержавеющей стали слоем высотой до 5-10 мм, помещают в сушильный шкаф (поз. 35) и выдерживают при постепенном повышении температуры от 150 °С до 400 °С, периодически перемешивая, до полного обезвоживания осадка. Высушенный катодный осадок перемешивают в шихтосмесителе с флюсами, загружают в тигель и помещают в плавильную печь (поз. 36). Плавку ведут при температуре 1200÷1250 °С.

По завершении плавки расплав шлака и золота лигатурного сливают в специальную чугунную или стальную изложницу. Шлак и золото лигатурное после охлаждения извлекают из изложницы и разделяют. Слиток золота лигатурного зачищают. Зачистка слитков производится на металлическом рабочем столе с использованием молотка и металлической щётки для удаления с поверхности слитка частиц шлака и заусенцев. Масса слитка товарного лигатурного сплава составляет 8-10 кг.

Шлак подвергают ручной переборке с отбором видимых корольков лигатурного золота крупностью более 0,5 мм, которые возвращают на плавку в шихту с катодным осадком. После ручной переборки шлак дробится в щековой дробилке, измельчается в шаровой мельнице и пропускается через концентрационный стол СКО. Полученный гравикоцентриат высушивается и подмешивается в качестве добавки к флюсам перед плавкой. Хвостовой материал переработки шлаков на СКО отвозится на штабель кучного выщелачивания.

Технологические параметры и показатели процессов десорбции, электролиза и переработки катодных осадков представлены в таблицах 2.14 и 2.15.

Таблица 2.14 – Основные технологические параметры десорбции и электролиза

Наименование показателя	Значение показателя
Кислотная обработка	
Тип оборудования	Емкость
Материал колонны	Сталь с коррозионностойким покрытием
Производительность по углю, м ³ /сут.	97,14
Концентрация HCl в растворе, г/л	30
Количество объемов раствора на объем угля	3
Продолжительность, ч	1
Линейная скорость пропускания раствора, не более, м/ч	10
Расход HCl (36 %) на 1 т угля, кг	15
Нейтрализация кислоты	
Проводится в аппаратах кислотной обработки	
Производительность по углю, м ³ /сут.	97,14
Количество объемов нейтрализующего раствора на объем угля, ед.	3
Концентрация NaOH в растворе, г/л	20
Десорбция золота	
Тип оборудования	Колонна
Сезонная производительность установки по золоту, кг	12129,2÷13372,1
Средняя ёмкость насыщенного угля, г/кг	0,75
Количество угля, поступающего в сутки на десорбцию, м ³ /сут.	97,14
Количество аппаратов десорбции, шт. (вкл. резерв)	3
Объем основного аппарата десорбции, м ³	21,18
Продолжительность десорбции, ч (в зависимости от содержания Au в насыщенном угле)	7-9
Массовая концентрация NaCN в элюенте, г/л (не менее)	10
Массовая концентрация NaOH в элюенте, г/л (не менее)	20
Количество объемов элюента на объем угля, ед.	до 40
Концентрация золота в элюате, мг/л	10÷20
Температура в аппарате десорбции, °С	140÷145
Емкость регенерированного угля по золоту, не более, г/кг	0,1
Количество аппаратов нагрева растворов на каждую колонну/всего, шт.	1/2
Давление в системе десорбции, МПа	0,5÷0,6
Расход NaOH (100 %) на 1 т угля, кг	30÷50
Электролиз	
Тип оборудования	Электролизер
Производительность электролизера, м ³ /ч	15÷25
Сила тока на электролизере, А	2000-2500
Количество электролизеров, шт.	3
Напряжение на электролизере, В	1,5÷4,0
Термическая реактивация угля	
Температура, °С	650÷750
Производительность, т/ч (м ³ /ч)	0,50 (1,0)

Таблица 2.15 – Основные технологические параметры и показатели переработки катодных осадков

Наименование операции/параметра	Ед. изм.	Значение
Сушка катодного осадка		
Масса влажного катодного осадка на одну сушку	кг	до 300
Температура процесса	°С	150÷400
Продолжительность процесса	ч	7÷8
Плавка катодного осадка		
Флюсы для плавки:		
- бура	кг/кг КО	0,6
- кварц	кг/кг КО	0,3
- карбонат кальция	кг/кг КО	0,07
Температура процесса	°С	1200÷1250
Продолжительность процесса	ч	1,5-2,0
Пробоотбор сплава		
Отбор ОЖП вакуум-пробоотборником	Число параллельных проб	2
Характеристики слитка золота лигатурного		
Масса слитка	кг	5-25
Массовая доля в сплаве:		
Au+Ag	%	не менее 80
ΣCu,Zn,Fe		не более 10

Регенерация угля

Процесс регенерации угля включает в себя следующие циклы:

- Регенерация угля;
- Загрузка регенерированного угля в охладительные баки;
- Разгрузка охлаждённого угля из баков;
- Загрузка свежего угля;
- Перекачка кондиционированного угля в отделение сорбции.

Регенерация угля производится партиями, мониторинг и контроль этого процесса осуществляется с локального контрольного пульта у печи. Расчётные параметры печи: Температура 650÷750 °С.

Печь восстанавливает уголь до его изначального уровня активности. Как правило, печь работает в непрерывном режиме и в основном автономно от остальной ГМУ. Оператор имеет возможность осуществлять дистанционный пуск/останов печи и пуск/останов линии подачи угля.

Сначала уголь загружается в обезвоживающий грохот (поз. 19), установленный над питающим бункером печи. Разделение угля ведётся по классу 0,8 мм, после чего он накапливается в питающем бункере объёмом 35 м³. Затем, при накоплении достаточного объёма, посредством шнекового питателя уголь перемещается в барабан сушильной печи (поз. 21).

Через 1-2 часа реактивированный уголь выгружается в 10-тонные ёмкости охлаждения (поз. 23), 1 рабочая и 1 резервная, для последующей закалки путём добавления охлаждающей воды.

Для вывода угольной мелочи, образующейся в процессе эксплуатации и реактивации угля, перед охладительными баками устанавливается вибрационный грохот (поз. 22). Передвижение угля на сорбцию предусмотрено с помощью гидротранспорта. Технологическая схема передела реактивации угля показана на рисунке 2.18.

Спецификация основного технологического оборудования представлена в таблице 2.16.

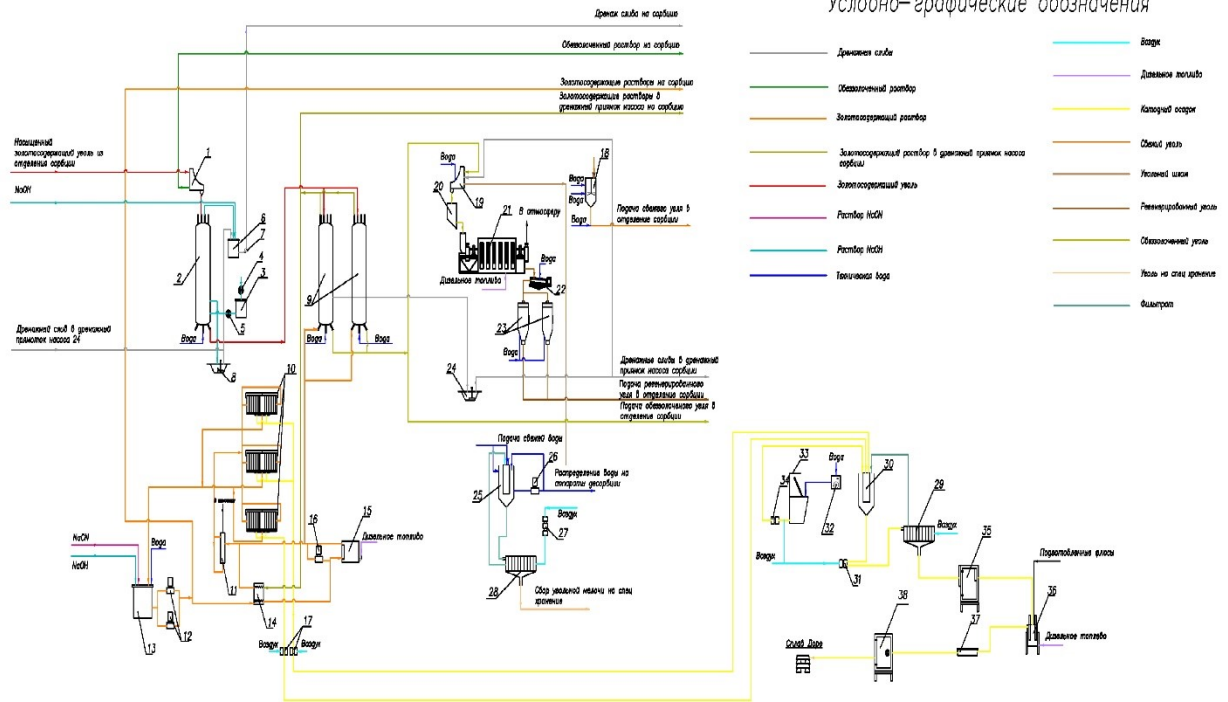


Рисунок 2.18 – Схема цепи аппаратов передельной десорбции, электролиза и плавки катодных осадков

Таблица 2.16 – Спецификация оборудования отделения десорбции и электролиза, плавки и регенерации

Поз.	Наименование	Кол-во
1	Грохот насыщенного угля дуговой стационарный Como Engineers	2
2	Колонна кислотной промывки V=28,0 м ³ Como Engineers	1
3	Бак хранения кислоты	1
4	Насос перекачки раствора кислоты мембранный Como Engineers	2
5	Насос-дозатор соляной кислоты Como Engineers	1
6	Ёмкость нейтрализации V=4,5 м ³ Como Engineers	1
7	Насос нейтрализации CRN 90-1-1 AFGV-HQQV Como Engineers	1
8	Дренажный насос участка кислоты CRN150 125 300VS Como Engineers	1
9	Элюирующая колонна (основная) V=21,18 м ³ Como Engineers	3
10	Электролизёр ECP 10-A-9-D-F Como Engineers	6
11	Колонна для сброса давления V=2 м ³ Como Engineers	2
12	Насос элюента HQQE Como Engineers	6
13	Резервуар для хранения элюента V=34 м ³ Como Engineers	2
14	Теплообменник Como Engineers	4
15	Нагреватель элюента Como Engineers	2
16	Насос гидropодъёма Como Engineers	2
17	Перекачивающий насос S1FB3PPU5000 Como Engineers	2
18	Контактный чан угля V=6,5 м ³ Como Engineers	2
19	Дуговой грохот обеззолоченного угля Como Engineers	2
20	Загрузочный бункер V=35 м ³ Como Engineers	2
21	Печь реактивации угля Como Engineers	2
22	Сортировочный грохот CS600 Como Engineers	2
23	Резервуар для закалки угля V=11 м ³ Como Engineers	5
24	Дренажный насос CW 65-160-15-1000 Como Engineers	2
25	Ёмкость технологической воды V=53 м ³ Como Engineers	2
26	Насос для перекачки воды Como Engineers	2
27	Насос фильтрата S1FB3PPU5000 Como Engineers	1
28	Фильтр-пресс угольной мелочи LBA-470-17-32-7 Como Engineers	0
29	Фильтр-пресс катодного осадка LBA-470-9-32-7 Como Engineers	2
31	Насос подачи осадка S1FB3P2PPU5000 Como Engineers	6
32	Мойка высокого давления Como Engineers	2
33	Ёмкость промывки катодного осадка Como Engineers	2
34	Насос подачи катодного осадка S1FB3P2PPU5000 Como Engineers	2
35	Сушильный шкаф	1
36	Печь плавки катодного осадка	1
37	Весы для взвешивания готовой продукции	1
38	Сейф	1

3 СЕЗОННЫЙ ВОДНЫЙ БАЛАНС ПРЕДПРИЯТИЯ

Общие водные балансы предприятия кучного выщелачивания при отсыпке 100 % штабеля окисленной и переходной рудой приведены в таблицах 3.1 и 3.1.

В балансах не учтены потери воды с испарением и приход воды с атмосферными осадками, а также вода насосов и транспортная вода на перекачку угля.

Водные балансы с учётом указанных факторов необходимо скорректировать на стадии разработки проектной документации.

Таблица 3.1 – Водный баланс УКВ «Гросс» при переработке 100 % окисленных руд.

Поступает воды в процесс	м ³ /сезон	Выходит воды из процесса с продуктами	м ³ /сезон
Влага с рудой	1659574	Хвосты КВ (штабель)	3050279
Технические растворы на водонасыщение	1267985	Дебалансовые растворы после КВ	1948497
Раствор цианида натрия (15%)	83200	В т.ч во внутренний водооборот	1948497
Раствор щелочи (20%) на КВ	39520	Нейтрализованные растворы	159559
Раствор щелочи (4%) на десорбцию	5909	Растворы в оборот КЗИФ	5909
Раствор соляной кислоты (10%)	53186	Пар	1773
Раствор на промывку угля после кислотной обработки	53186		
Раствор щелочи (10%) на нейтрализацию	53186		
Закаливание угля	1773		
Итого	3217520	Итого	3217520

Таблица 3.2 – Водный баланс УКВ «Гросс» при переработке 100 % переходных руд.

Поступает воды в процесс	м ³ /сезон	Выходит воды из процесса с продуктами	м ³ /сезон
Влага с рудой	1659574	Хвосты КВ (штабель)	3050279
Технические растворы на водонасыщение	1267985	Дебалансовые растворы после КВ	1948497
Раствор цианида натрия (15%)	83200	В т.ч во внутренний водооборот	1948497
Раствор щелочи (20%) на КВ	39520	Нейтрализованные растворы	145591
Раствор щелочи (4%) на десорбцию	5909	Растворы в оборот КЗИФ	5909
Раствор соляной кислоты (10%)	48530	Пар	1618
Раствор на промывку угля после кислотной обработки	48530		
Раствор щелочи (10%) на нейтрализацию	48530		
Закаливание угля	1618		
Итого	3203397	Итого	3203397

4 МАТЕРИАЛЬНЫЙ РАСЧЕТ ПРОЦЕССА КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ С УКАЗАНИЕМ ВЫХОДОВ КОНЕЧНЫХ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Балансовые показатели по кучному выщелачиванию золота и серебра представлены в таблице 4.1-4.4

Удельные нормы расхода технологических материалов и карта реагентного режима представлены соответственно в таблицах 4.5 и 4.6.

Таблица 4.1 – Пооперационный баланс УКВ по золоту для переработки окисленных руд с содержанием золота 0,65 г/т при извлечении 73,53 %

Продукт	Агрегатное состояние	Производительность, т/сезон; м ³ /сезон	Содержание, г/т, Массовая доля, % Концентрация, г/м ³	Извлечение золота, %		Масса золота, кг/сезон
				Сквозное	От операции	
1	2	3	4	5	6	7
Дробление						
Поступает						
Исходная руда	Твёрдое	26000000	0,65	100,0		16900,0
	Жидкое	1659574	0,00	0,00		0,0
Итого поступает		-	-	100,0		16900
Выходит						
Руда дроблёная	Твёрдое	26000000	0,65	100,0		16900,0
	Жидкое	1659574	0,0	0,0		0,0
Итого выходит		-	-	100,0		16900
Защелачивание и Водонасыщение						
Поступает						
Руда дроблёная	Твёрдое	26000000	0,65	100,0		16900,0
	Жидкое	1659574	0,0	0,0		0,0
Растворы водонасыщения	Жидкое	1267985	-	-		0,0
Щелочные растворы	Жидкое	39520	0,0	-		0,0
Растворы дренажные	Жидкое	1948497	0,050	-		97,4
Итого				100,0		16997,4
Выходит						
Руда водонасыщенная	Твёрдое	26000000	0,65	100,0		16900,0
	Жидкое	4915577	0,020	0,58		97,4
Итого		-	-	100,58		16997,4

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7
Кучное выщелачивание						
Поступает						
Руда водонасыщенная	Твёрдое	26000000	0,65	100,0	80,16	16900,0
	Жидкое	4915577	0,02	0,58	0,46	97,4
Растворы циркуляционные	Жидкое	35999200	0,08	17,95	14,39	3034,3
Хвосты сорбции	Жидкое	21024000	0,05			1051,2
Цианистый раствор	Жидкое	83200	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого		-	-	124,75	95,01	21082,9
Выходит						
Хвосты кучного выщелачивания	Твёрдое	26000000	0,17	25,54	18,89	4315,6
	Жидкое	4998777	0,05	1,48	1,09	249,94
Насыщенный раствор	Жидкое	21024000	0,73	90,21	77,73	15245,7
Циркуляционный раствор	Жидкое	35999200	0,08			3034,3
Итого		-	-	135,19	86,72	22845,5
Угольная сорбция						
Поступает						
Насыщенный раствор	Жидкое	21024000	0,73	90,21	94,53	15245,7
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	17728,8	49,7	5,21	5,46	881,2
Раствор сорбции из бедных элюатов	Жидкое	5908,6	0,05	0,00	0,0	0,295
Итого		-	-	95,43	100,0	16127,2
Выходит						
Обезметалленный раствор	Жидкое	21024000	0,05	6,22	7,32	1051,2
Насыщенный сорбент	Твёрдое	17728,8	751	78,78	92,68	13313,3
Итого		-	-	85,00	100,0	14364,5
Дренажное						
Поступает						
Хвосты кучного выщелачивания	Твёрдое	26000000	0,17	25,54	94,53	4315,6
	Жидкое	4998777	0,05	1,48	5,47	249,9
Итого		-	-	27,01	100,0	4565,5

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7
Выходит						

66



АО «Иргиредмет»: тел. (3952) 728-729, факс: +7 (3952) 33-08-33 e-mail: gold@irgiredmet.ru

Хвосты сорбции	Твёрдое	26000000	0,17	25,54	94,53	4315,6
	Жидкое	3050279	0,05	0,90	3,34	152,5
Растворы дебалансные	Жидкое	1948497	0,05	0,58	2,13	97,4
Итого		-	-	27,01	100,0	4565,5
Десорбция						
Поступает						
Насыщенный сорбент	Твёрдое	17728,8	754,3	79,12	100,0	13372,1
Щелочной раствор	Жидкое	5909	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого		-	-	79,12	100,0	13372,1
Выходит						
Элюат	Жидкое	5908,6	2113,1	73,88	93,37	12485,7
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	17728,80	50,0	5,25	6,63	886,4
Итого		-	-	79,12	100,0	13372,1
Электролиз						
Поступает						
Богатый элюат	Жидкое	5908,6	2113,1	73,88	100,0	12485,7
Итого		-	-	73,88	100,0	12485,7
Выходит						
Хвосты электролиза	Жидкое	5908,6	10,0	0,35	0,47	59,1
Осадки катодные	Твёрдое	24,61	50,49 %	73,53	99,53	12426,6
Итого		-	-	73,88	100,0	12485,7
Кислотная обработка						
Поступает						

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7
Обезмента- ленный сор- бент	Твёрдое	17728,8	50,0	5,25	100,0	886,4
Раствор со- ляной кис- лоты	Жидкое	53186,4	0,00	0,00	0,00	0,00
Итого		-	-	5,25	100,0	886,4
Выходит						
Обезмента- ленный сор- бент	Твёрдое	17728,8	50,0	5,25	100,0	886,44
Раствор	Жидкое	53186,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого		-	-	4,40	100,0	886,4
Водная отмывка и нейтрализация сорбента						
Поступает						
Обезмента- ленный сор- бент	Твёрдое	17728,8	50,0	5,25	100,0	886,4
Вода	Жидкое	53186,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Раствор щё- лоччи	Жидкое	53187,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого		-	-	5,25	100,0	886,4
Выходит						
Обезмента- ленный сор- бент	Твёрдое	17728,8	50,0	5,25	100,0	886,4
Раствор	Жидкое	106373	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого		-	-	5,25	100,0	886,4
Термическая реактивация						
Поступает						
Обезмента- ленный сор- бент	Твёрдое	17728,8	50,0	5,25	100,0	886,4
Итого		-	-	5,25	100,0	886,4
Выходит						
Обезмента- ленный сор- бент	Твёрдое	17728,8	50,0	5,25	100,0	886,4
Итого		-	-	5,25	100,0	886,4
Водное гашение						
Поступает						
Обезмента- ленный сор- бент	Твёрдое	17728,8	50,0	5,25	100,0	886,4
Вода	Жидкое	1772,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого		-	-	5,25	100,0	886,4
Выходит						
Пар		1772,9	0,0	0,0	0,0	0,0

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	17728,8	50,0	5,25	100,0	886,4
Итого		-	-	5,25	100,0	886,4
Контрольное грохочение						
Поступает						
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	17728,8	50,0	5,25	100,0	886,4
Итого		-	-	5,25	100,0	886,4
Выходит						
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	17623,7	50,0	5,21	99,41	881,2
Угольная мелочь	Твёрдое	105,1	50,0	0,03	0,59	5,3
Итого		-	-	5,25	100,0	886,4
Плавка						
Выходит						
Сплав золота лигатурного	Твёрдое	24,612	50,0 %	73,53		12426,6
		-	-	73,53		12426,6

Таблица 4.2 – Пооперационный баланс УКВ по золоту для переработки переходных руд с содержанием золота 0,76 г/т при извлечении 56,99

Продукт	Агрегатное состояние	Производительность, т/сезон; м³/сезон	Содержание, г/т, Массовая доля, % Концентрация, г/м³	Извлечение золота, %		Масса золота, кг/сезон
				Сквозное	От операции	
1	2	3	4	5	6	7
Дробление						
Поступает						
Исходная руда	Твёрдое	26000000	0,76	100,0		19760,0
	Жидкое	1659574	0,00	0,00		0,0
Итого поступает		-	-	100,0		19760
Выходит						
Руда дроблённая	Твёрдое	26000000	0,76	100,0		19760,0
	Жидкое	1659574	0,0	0,0		0,0
Итого выходит		-	-	100,0		19760
Защелачивание и Водонасыщение						
Поступает						
Руда дроблённая	Твёрдое	26000000	0,76	100,0		19760,0
	Жидкое	1659574	0,0	0,0		0,0
Растворы водонасыщения	Жидкое	1267985	-	-		0,0
Щелочные растворы	Жидкое	39520	0,0	-		0,0
Растворы дренажные	Жидкое	1948497	0,050	-		97,4
Итого				100,0		19857,4
Выходит						
Руда водонасыщенная	Твёрдое	26000000	0,76	100,0		19760,0
	Жидкое	4915577	0,020	0,49		97,4
Итого		-	-	100,74		19857,4

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7
Кучное выщелачивание						
Поступает						
Руда водонасыщенная	Твёрдое	26000000	0,76	100,0	82,53	19760,0
	Жидкое	4915577	0,02	0,49	0,46	97,4
Растворы циркуляционные	Жидкое	12339200	0,08	15,36	14,39	3034,3
Хвосты сорбции	Жидкое	21024000	0,05			1051,2
Цианистый раствор	Жидкое	83200	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого		-	-	121,17	95,61	23942,9
Выходит						
Хвосты кучного выщелачивания	Твёрдое	26000000	0,32	42,21	32,65	8341,6
	Жидкое	4998777	0,05	1,26	0,98	249,94
Насыщенный раствор	Жидкое	21024000	0,66	70,47	54,50	13925,1
Циркуляционный раствор	Жидкое	35999200	0,08			3034,3
Итого		-	-	129,30	88,12	25550,4
Угольная сорбция						
Поступает						
Насыщенный раствор	Жидкое	21024000	0,66	70,47	94,54	13925,1
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	16176,8	49,7	4,07	5,46	803,6
Раствор сорбции из бедных элюатов	Жидкое	5908,6	0,05	0,00	0,0	0,295
Итого		-	-	74,54	100,0	14729,0
Выходит						
Обезметалленный раствор	Жидкое	21024000	0,05	5,32	8,01	1051,2
Насыщенный сорбент	Твёрдое	16176,8	746	61,08	91,99	12070,4
Итого		-	-	84,90	100,0	13121,6
Дренажное						
Поступает						
Хвосты кучного выщелачивания	Твёрдое	26000000	0,32	42,21	97,09	8341,0
	Жидкое	4998777	0,05	1,26	2,91	249,9
Итого		-	-	43,48	100,0	8590,9

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

71



АО «Иргиредмет»: тел. (3952) 728-729, факс: +7 (3952) 33-08-33 e-mail: gold@irgiredmet.ru

Выходит						
Хвосты сорбции	Твёрдое	26000000	0,32	42,21	97,09	8341,0
	Жидкое	3050279	0,05	0,77	1,78	152,5
Растворы дебалансные	Жидкое	1948497	0,05	0,49	1,13	97,4
Итого		-	-	27,01	100,0	8590,9
Десорбция						
Поступает						
Насыщенный сорбент	Твёрдое	16176,8	749,8	61,38	100,0	12129,2
Щелочной раствор	Жидкое	5909	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого		-	-	61,38	100,0	12129,2
Выходит						
Элюат	Жидкое	5908,6	1915,9	57,29	93,33	11320,3
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	16176,80	50,0	4,09	6,67	808,8
Итого		-	-	61,38	100,0	12129,2
Электролиз						
Поступает						
Богатый элюат	Жидкое	5908,6	1915,9	57,29	100,0	11320,3
Итого		-	-	57,29	100,0	11320,3
Выходит						
Хвосты электролиза	Жидкое	5908,6	10,0	0,30	0,52	59,1
Осадки катодные	Твёрдое	23,32	48,30 %	56,99	99,48	11261,2
Итого		-	-	73,88	100,0	11320,3
Кислотная обработка						
Поступает						

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	16176,8	50,0	4,09	100,0	808,8
Раствор соляной кислоты	Жидкое	48530,4	0,00	0,00	0,00	0,00
Итого		-	-	4,09	100,0	808,8
Выходит						
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	16176,8	50,0	4,09	100,0	808,84
Раствор	Жидкое	46530,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого		-	-	4,09	100,0	808,8
Водная отмывка и нейтрализация сорбента						
Поступает						
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	16176,8	50,0	4,09	100,0	808,8
Вода	Жидкое	48530,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Раствор щёлочи	Жидкое	48530,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого		-	-	5,15	100,0	808,8
Выходит						
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	16176,8	50,0	4,09	100,0	808,8
Раствор	Жидкое	97061	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого		-	-	4,09	100,0	808,8
Термическая реактивация						
Поступает						
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	16176,8	50,0	4,09	100,0	808,8
Итого		-	-	4,09	100,0	808,8
Выходит						
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	16176,8	50,0	4,09	100,0	808,8
Итого		-	-	4,09	100,0	808,8
Водное гашение						
Поступает						
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	16176,8	50,0	4,09	100,0	808,8
Вода	Жидкое	1617,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого		-	-	4,09	100,0	808,8
Выходит						
Пар		1617,7	0,0	0,0	0,0	0,0

Продолжение таблицы 4.2

73



АО «Иргиредмет»: тел. (3952) 728-729, факс: +7 (3952) 33-08-33 e-mail: gold@irgiredmet.ru

1	2	3	4	5	6	7
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	16176,8	50,0	4,09	100,0	808,8
Итого		-	-	4,09	100,0	808,8
Контрольное грохочение						
Поступает						
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	16176,8	50,0	4,09	100,0	808,8
Итого		-	-	4,09	100,0	808,8
Выходит						
Обезметалленный сорбент	Твёрдое	16176,7	50,0	4,07	99,35	803,6
Угольная мелочь	Твёрдое	105,1	50,0	0,03	0,65	5,3
Итого		-	-	4,09	100,0	808,8
Плавка						
Выходит						
Сплав золота лигатурного	Твёрдое	23,317	48,0 %	56,99		11251,2
		-	-	56,99		11251,2

Таблица 4.3 – Балансовые показатели по золоту и серебру при переработке окисленных руд

Приход					Расход				
Сырьё	Руда, т	Содержание Au, г/т	Масса Au, кг	Распределение, %	Материал	т (м ³)	Содержание Au, г/т (г/м ³)	Масса Au, кг	Извлечение, %
Руда	26 000 000	0,650	16900,0	100,0	Хвосты КВ твёрдые	26 000 000	0,166	4315,6	25,27
					Хвосты жидкие, в т.ч.				
					Жидкое в хвостах КВ	3050279	0,050	152,51	1,155
					Сплав золота лигатурного	24,612	504900,0	12426,6	73,53
Потери с углем	105,12	50	5,3	0,04					
Итого:	26 000 000	0,650	16900,0	100,0	Итого:	-	-	16900,0	100,0

Приход					Расход				
Сырьё	Руда, т	Содержание Ag, г/т	Масса Ag, кг	Распределение, %	Материал	т (м ³)	Содержание Ag, г/т (г/м ³)	Масса Ag, кг	Извлечение, %
Руда	26 000 000	1,87	48620,0	100,0	Хвосты КВ твёрдые	26 000 000	1,49	38583,6	79,36
					Хвосты жидкие, в т.ч.				
					Жидкое в хвостах КВ	3050279	0,10	305,03	0,63
					Сплав золота лигатурного	20,907	465107	9724,0	20,0
Потери с углем	105,12	70	7,36	0,01					
Итого:	26 000 000	1,87	48620,0	100,0	Итого:	-	-	48620,0	100,0

75



АО «Иргиредмет»: тел. (3952) 728-729, факс: +7 (3952) 33-08-33 e-mail: gold@irgiredmet.ru

Таблица 4.4 – Балансовые показатели по золоту и серебру при переработке переходных руд

Приход					Расход				
Сырьё	Руда, т	Содержание Au, г/т	Масса Au, кг	Распределение, %	Материал	т (м ³)	Содержание Au, г/т (г/м ³)	Масса Au, кг	Извлечение, %
Руда	26 000 000	0,760	19760,0	100,0	Хвосты КВ твёрдые	26 000 000	0,3208	8340,8	41,46
					Хвосты жидкие, в т.ч.				
					Жидкое в хвостах КВ	3050279	0,050	152,51	1,155
					Сплав золота лигатурного	23,317	482960	11261,2	56,99
Потери с углем	105,12	50	5,3	0,04					
Итого:	26 000 000	0,760	19760,0	100,0	Итого:	-	-	19760,0	100,0

Приход					Расход				
Сырьё	Руда, т	Содержание Ag, г/т	Масса Ag, кг	Распределение, %	Материал	т (м ³)	Содержание Ag, г/т (г/м ³)	Масса Ag, кг	Извлечение, %
Руда	26 000 000	1,87	48620,0	100,0	Хвосты КВ твёрдые	26 000 000	1,49	38583,6	79,36
					Хвосты жидкие, в т.ч.				
					Жидкое в хвостах КВ	3050279	0,10	305,03	0,63
					Сплав золота лигатурного	20,907	465107	9724,0	20,0
Потери с углем	105,12	70	7,36	0,01					
Итого:	26 000 000	1,87	48620,0	100,0	Итого:	-	-	48620,0	100,0

76



АО «Иргиредмет»: тел. (3952) 728-729, факс: +7 (3952) 33-08-33 e-mail: gold@irgiredmet.ru

Таблица 4.5 – Расход реагентов и карта реагентного режима

Наименование реагента, точка подачи	Удельный расход, г/т руды			Расход реагентов стандартной активности		Концентрация		Расход растворов реагентов (средний), м ³ /ч
	100 % активности	Активность, %	Нормальной активности	т/ч	т/год**	Раствора, %	Рабочих растворов, г/л	
Цианид натрия:	320,0	88	363,6		9453,6	15	180	4,10
- на кучное выщелачивание				1,083				
Едкий натр:	427,8	94	455,08		11830,9	20	250	3,31
- на кучное выщелачивание			404,3	1,20	10510,6			
- на десорбцию			29,02		754,5			
- на нейтрализацию			21,76		565,8			
Соляная кислота на кислотную промывку	-	36	568,2	1,687	14773,9			
Уголь активированный на сорбцию	-	100	-	0,012	105,12	-	-	-
Плавка катодных осадков:								
Бура	-	-	0,73 (0,56)*	-	14,54	-	-	-
Оксид кальция	-	-	0,36 (0,09)*	-	2,42	-	-	-
Кварцевый песок	-	-	0,08 (0,23)*	-	6,05	-	-	-

Примечание: * - расход дан в кг на 1 кг катодного осадка (г/т руды). ** - расходы указаны с учётом коэффициентов запаса

Таблица 4.6 – Параметры приготовления реагентов

Наименование	Концентрация раствора, %	Параметры приготовления раствора		Параметры воды на приготовление первой порции раствора (порция принимается равной объёму ёмкости приготовления)		
		Время приготовления	Кратность приготовления, раз/сутки	Качество воды	Температура (°C)	Расход (м ³)
Раствор едкого натра	20	2-3 часа (с учётом времени отстаивания – 1 час)	3 раза в сутки	Холодная свежая технического качества СП 2.2.1.1312-03	10-15	30
Раствор цианида натрия	15	2-4 часа (с учётом времени отстаивания – 1 час)	3 раза в сутки	Холодная свежая технического качества СП 2.2.1.1312-03 (ГОСТ 2762-84), 3 класса	10-15	

5 ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ЦИКЛОГРАММА КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Кучное выщелачивание

Промышленная переработка золоторудного месторождения «Гросс» в соответствии с ранее выпущенной документацией «Проект месторождения Гросс: Горно-обогатительный комбинат «Гросс», 2015 г., получивший положительное заключение Государственной экспертизы № 756-15/ГГЭ-9954/15 от 22.05.2015 г., принята способом кучного выщелачивания.

Организация карты кучного выщелачивания

Согласно ранее принятым решениям, размещение карты выщелачивания предусмотрено в 2,0 км к югу от карьера.

Размеры карт выщелачивания принимаются согласно рельефу местности и с учётом расположения соответствующих объектов на территории производственной площадки.

Высота штабеля (30 м) и количество ярусов приняты согласно Заявке и рекомендациям регламента, а также с учётом характеристик оборудования по укладке руды.

В качестве примера приводится только расчёт при предельной высоте рудного штабеля 30 м.

Угол естественного откоса дроблёной руды принят согласно рекомендациям регламента, исходя из физико-механических свойств материала.

На площадке карты выполняются подготовительные работы по планировке основания карты с уклонами в соответствии с технологическим регламентом.

Карта выщелачивания представляет собой открытый рудный штабель емкостью 26 000 тыс. т. Карта условно разбита на 12 секций. Размер всей карты выщелачивания в плане 500×1440 м. Карта является динамической. В течение года происходит непрерывная посекционная укладка руды, монтаж оросительной системы, процесс выщелачивания и уборка отработанной руды в отвал. 12

секций штабеля планируется отработать в течение одного года. Общее время эксплуатации предприятия 20 лет.

Параметры для расчёта графика этапов выщелачивания

- Производительность предприятия – 26000 тыс. т/год;
- Режим работы рудоподготовки – 365 дн./год;
- Количество смен – 2 см./сутки;
- Продолжительность смены – 12 ч;
- Количество рабочих часов в год – 6570 ч/год;
- Коэффициент машинного времени – 0,93;
- Машинное время работы оборудования передела дробления и укладки дроблёной и недроблёной руды – 6570 ч/год;
- Коэффициент неравномерности подачи руды – 1,2;
- Производительность первой линии укладки руды – 2000 т/ч;
- Производительность по укладке руды – 950 т/ч;
- При дроблении 100 % руды:
 - Производительность укладки руды (с КИО 75 %) – 3823,5 т/ч;
 - Размер карты выщелачивания в плане 500×1440 м;
 - Высота карты выщелачивания – 30 м (с учётом технической характеристики оборудования);
- Количество условных секций – 12 шт.;
- Размеры одной секции – 500×120 м;
- Угол естественного откоса дроблёной руды – $35\div 37^\circ$;
- Насыпная масса дроблёной руды – 1,55 т/м³;
- Крупность руды – минус 40 мм, минус 300 мм, плюс 300 мм;
- Влажность средне дроблёной руды при укладке – 6,0 %;
- Влажность руды после выщелачивания – 10,5 %.

График работы карты выщелачивания

Расчёт графика работы КВ

На полный срок отработки месторождения предусматривается организация одной карты выщелачивания, работающей в динамическом режиме.

Расчёт этапов и график выщелачивания выполнен из приведённых выше параметров для расчёта.

- Общая ёмкость карты выщелачивания – 26000 тыс. т;

- Полный цикл укладки карты – 365 дн.

Для составления графика выщелачивания принимается временная единица – 1 неделя.

Длительность этапов выщелачивания

1 этап. Укладка штабеля

Карта выщелачивания разбита на 12 секций, первая секция карты имеет пирамидальную форму, её ёмкость составит порядка 1650 тыс. т, остальные секции карты имеют форму параллелепипеда и их ёмкость составляет порядка 1820 тыс. т, общая ёмкость карты выщелачивания 26000 тыс. т.

1. Часовая производительность укладки руды: $26\ 000\ 000/8160=3186$ т/ч;

2. Суточная производительность укладки руды, с учётом коэффициентов – 76471 т руды;

3. Укладка руды производится по секциям;

4. Время закладки одной рудной секции

- по дроблёной руде – $1\ 200\ 000/35\ 280 = 34$ дня.

- по руде крупностью минус 300 мм – $595\ 000/17500 = 34$ дня.

- по руде крупностью плюс 300 мм – $5\ 000/147 = 34$ дня

Принимаем 35 дней.

Так как первая секция карты, в силу геометрических особенностей штабеля меньше по объёму, на её укладку понадобится меньше времени, чем на закладку остальных секций. Время укладки данной секции составит порядка 30 дней.

Общее время при последовательной укладке всех 12 секций составит 410 дней. За счёт параллельной укладки автотранспортом по 2 секции время укладки существенно сокращается. Таким образом, за год будет уложена вся руда.

3 этап. Время выщелачивания

1. Согласно Акту полупромышленных испытаний общее время выщелачивания принято 180 дней при высоте штабеля 30 м.

2. По данным эксплуатации предприятия кучного выщелачивания месторождения «Таборный», орошаемая руда начинает отдавать растворы в среднем на 7 день орошения, поэтому период полного насыщения руды в секции принят для проектных условий эксплуатации КВ – 4-6 суток. Для расчётов принимаем 5 дней.

3. Перед укладкой руды в отвал, после полного процесса выщелачивания цианидами, предусматривается промывка секции свежей технической водой. Продолжительность промывки принята 7 дней, аналогично продолжительности насыщения.

На основании вышеизложенного, полный цикл орошения составляет 201 день или \approx 29 недель:

- 5 дней – водонасыщение;
- 80 дней – основной цикл выщелачивания;
- 100 дней – довыщелачивание;
- 7 дней – промывка штабеля;
- 7 дней – дренирование штабеля.

При выщелачивании в период с отрицательными температурами может наблюдаться снижение скорости растворения золота. В этой связи для отдельных секций штабеля продолжительность выщелачивания руды увеличена от 160 суток (тёплый период с мая по июль до 180 суток (переходный период с августа по октябрь) и до 200 суток (зимний период, с начала ноября).

Окончательное время выщелачивания будет скорректировано в период эксплуатации.

2 и 4 этапы. Монтаж и демонтаж системы орошения

На монтаж и демонтаж системы орошения из годового цикла остаётся 131 день, по 65 дней (≈ 9 недель) на каждый этап.

При использовании механизированной укладки оросительной системы (по данным от производителя оборудования системы орошения), время монтажа можно сократить до 3 недель для каждой секции.

5 этап. Разбор секции кучного выщелачивания

Для разбора секции предусматривается применение колёсных погрузчиков.

Время разбора руды составит:

$365-35-7-80-100-7-7-21-21=85$ дней.

В таблице 5.1 представлен график работы кучного выщелачивания первые два года эксплуатации производства. Корректировка графика работы производится по результатам первого года эксплуатации.

Расчёт циклограммы проводился с учётом реальной производительности имеющегося на УКВ оборудования и техники по методике, аналогичной ранее выполненным проекту и Дополнениям к Технологическому регламенту на производительность 18 млн. т/год [6,7]. При построении циклограмм учтены данные по производительности техники и оборудования, используемых для укладки и разборки штабеля на действующем предприятии.

Таблица 5.1 – Расчёт циклограммы отработки руды месторождения «Гросс» методом кучного выщелачивания на УКВ производительностью 26 млн. т руды в год

Параметр, операция	Продолжительность, недель*		
Высота штабеля, м	30	25	21
Суммарная продолжительность выщелачивания, сут.	180	176	171
Укладка штабеля стакером, нед.	7	7	7
Укладка штабеля автотранспортом, нед.	16	16	16
Монтаж системы орошения, нед.	3	3	3
Водонасыщение, нед.	1	1	1
Выщелачивание, нед.	12	11	10

Продолжение таблицы 5.1

Параметр, операция	Продолжительность, недель*		
	30	25	21
Высота штабеля, м	30	25	21
Довыщелачивание, нед.	14	14	14
Промывка, нед.	1	1	1
Дренаж, нед.	1	1	1
Демонтаж эмиттеров, нед.	3	3	3
Разбор штабеля стакером, нед.	13	13	13
Разбор штабеля автотранспортом, нед.	8	8	8
Цикл 1 секции (укл./разб. стакером), нед.	46	46	46
Цикл 1 секции (укл./разб. автотранспортом), нед.	67	67	67

Примечание: * - Сроки выполнения операций приведены с округлением $\pm \frac{1}{2}$ недели.

Циклограммы для высот рудного штабеля 30, 25 и 21 м при комбинированной и стакерной укладках представлены на рисунках 5.1-5.6, условные обозначения приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Условно-графические обозначения

Цвет заливки	Наименование операции
	Укладка штабеля стакером
	Укладка штабеля автотранспортом
	Монтаж системы орошения
	Водонасыщение
	Основной цикл
	Цикл довыщелачивания
	Промывка
	Дренирование
	Демонтаж системы орошения
	Разбор штабеля стакером
	Разбор штабеля автотранспортом

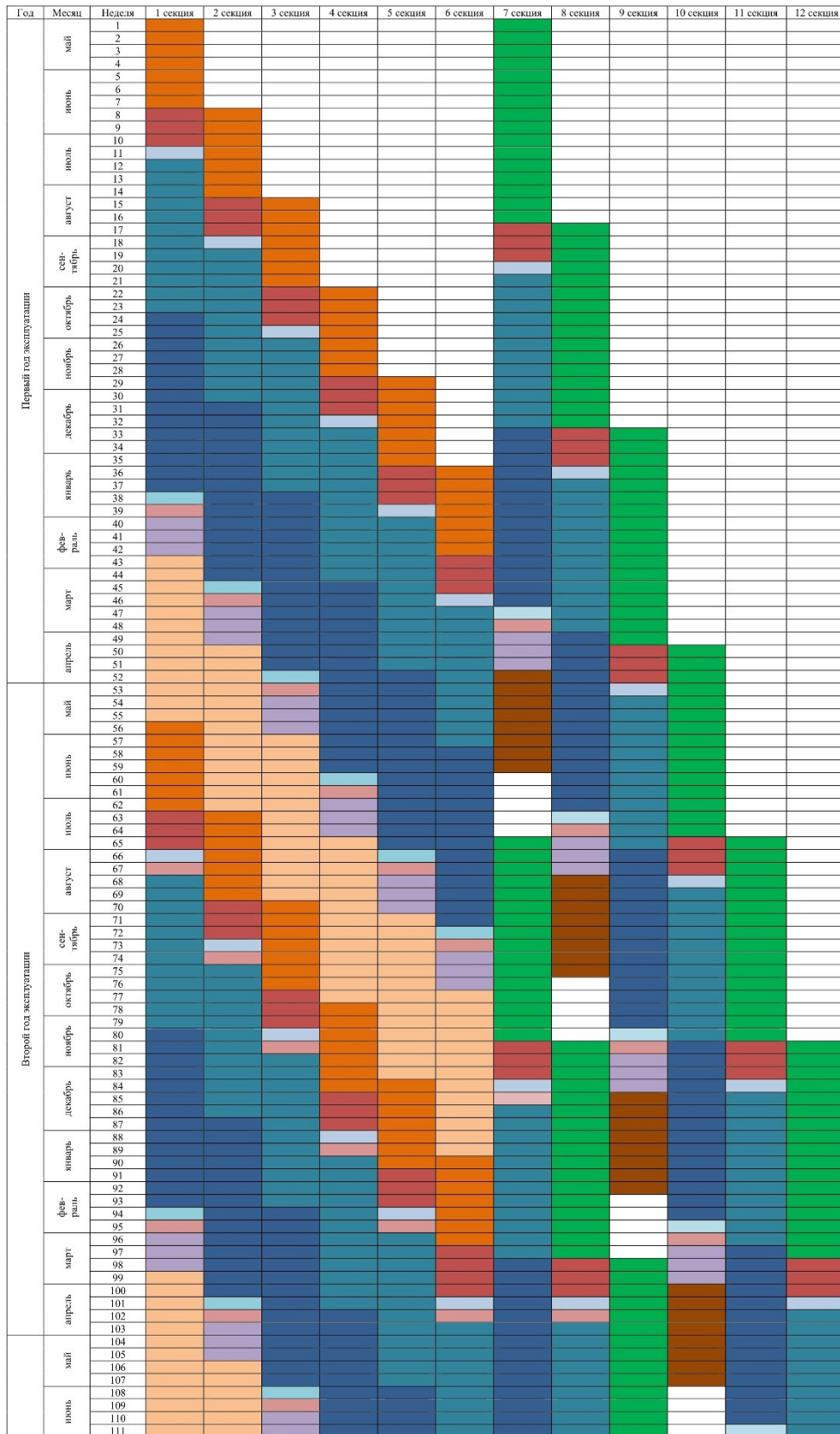


Рисунок 5.1 – График работы кучного выщелачивания с комбинированной укладкой при высоте штабеля 30 м на первые два года эксплуатации производства

85



АО «Иргредмет»; тел. (3952) 728-729, факс: +7 (3952) 33-08-33 e-mail: gold@irgiredmet.ru

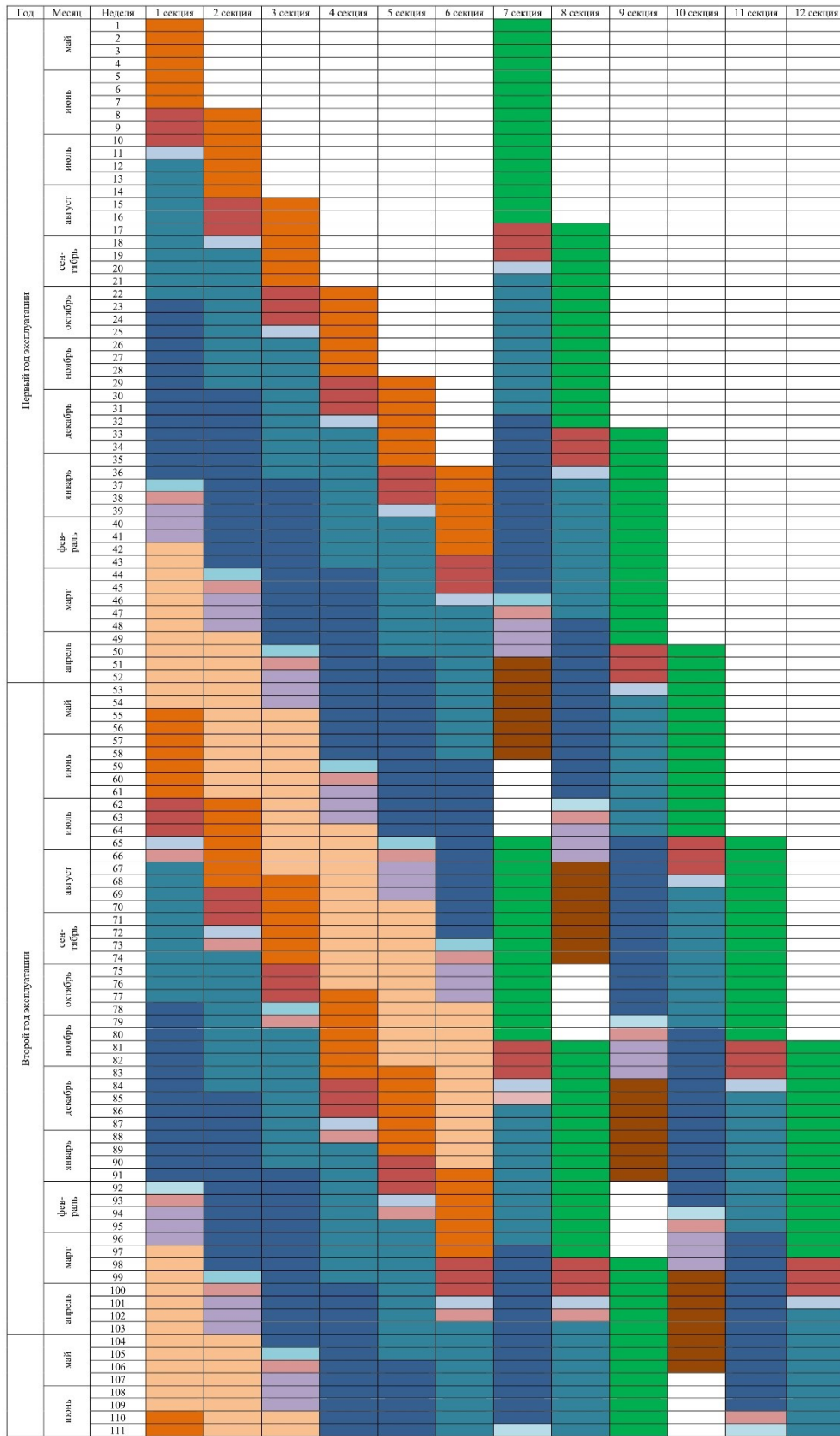


Рисунок 5.2 – График работы кучного выщелачивания с комбинированной укладкой при высоте штабеля 25 м на первые два года эксплуатации производства

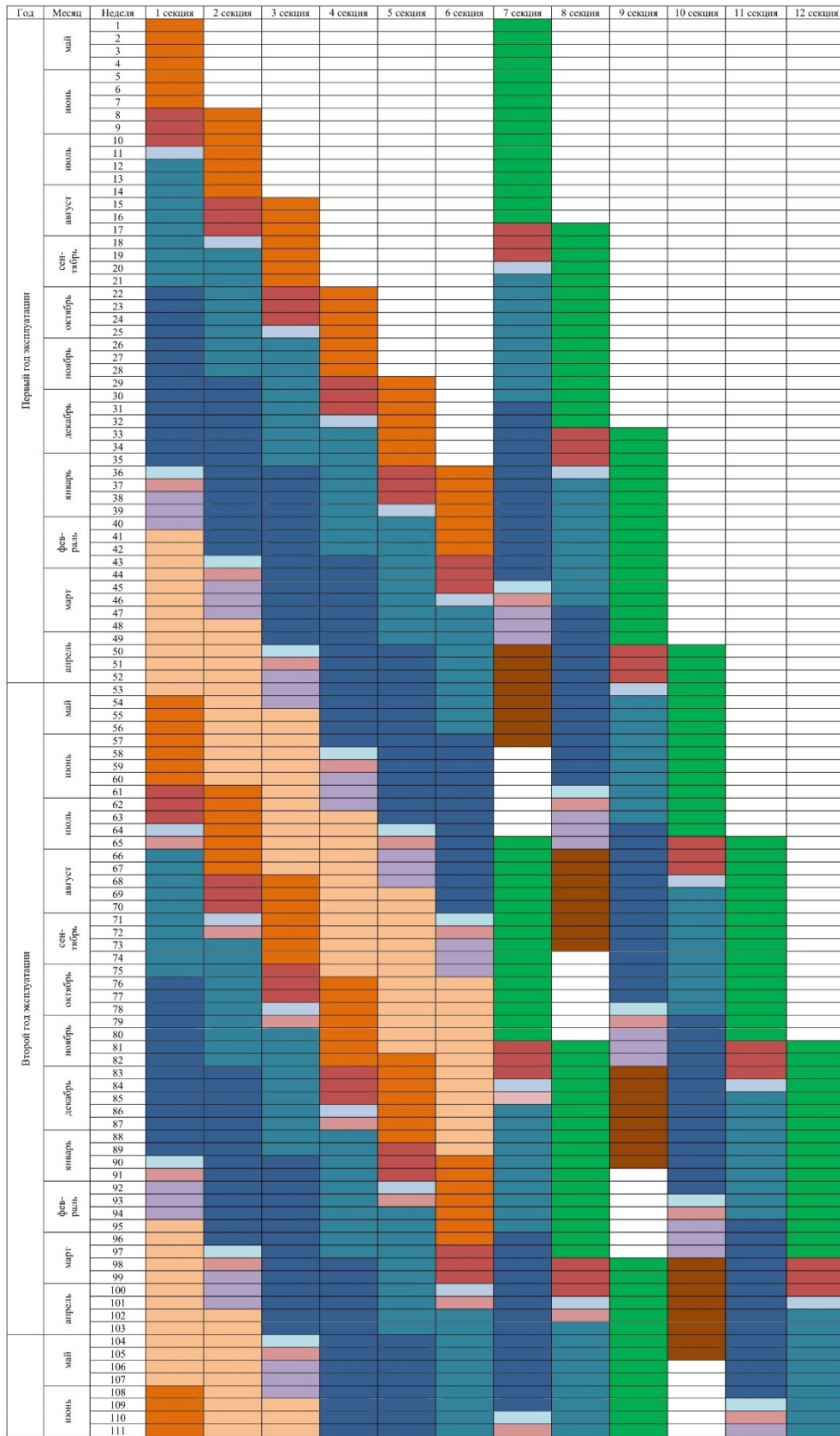


Рисунок 5.3 – График работы кучного выщелачивания с комбинированной укладкой при высоте штабеля 21 м на первые два года эксплуатации производства

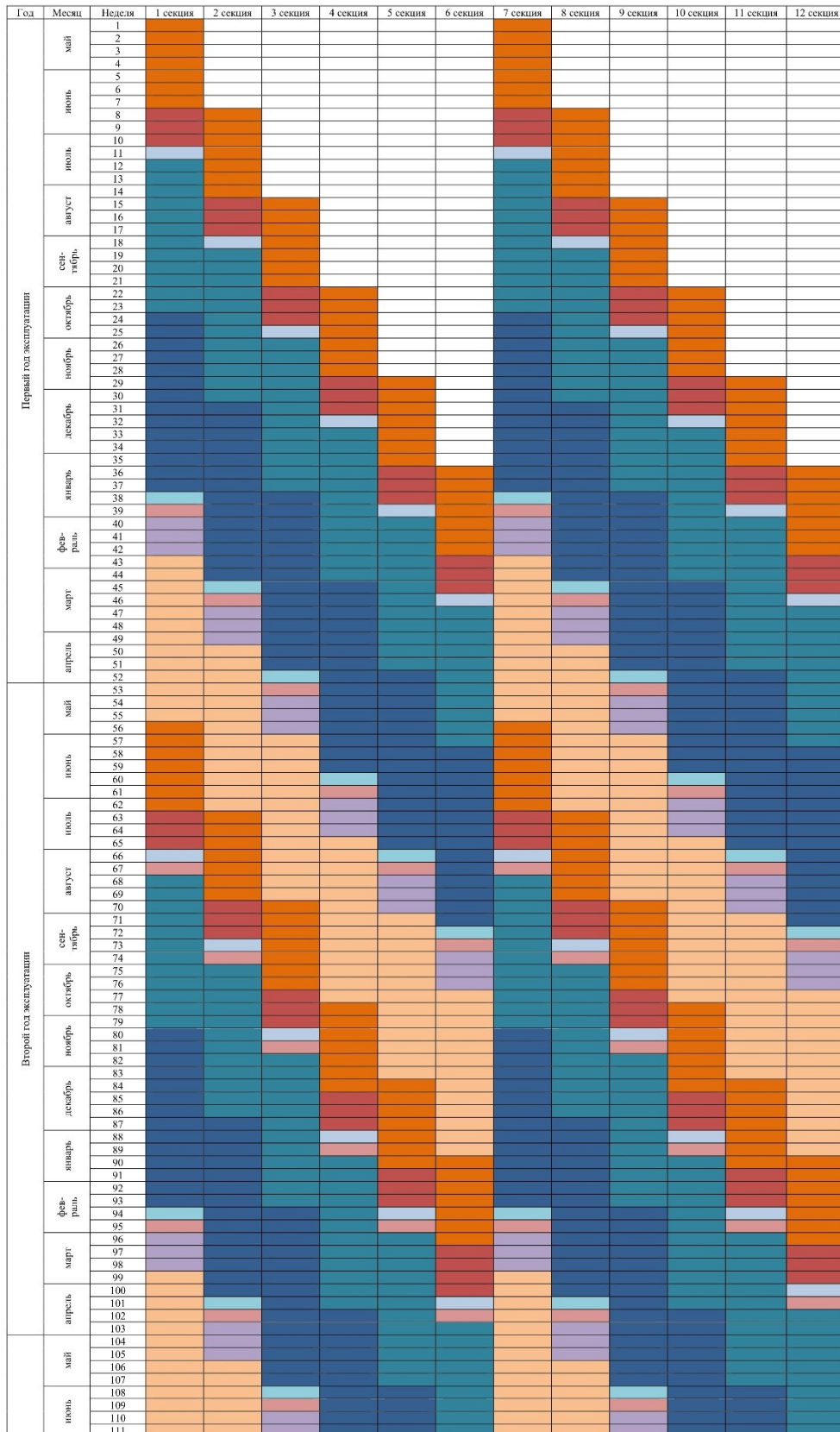


Рисунок 5.4 – График работы кучного выщелачивания со стакерной укладкой при высоте штабеля 30 м на первые два года эксплуатации производства

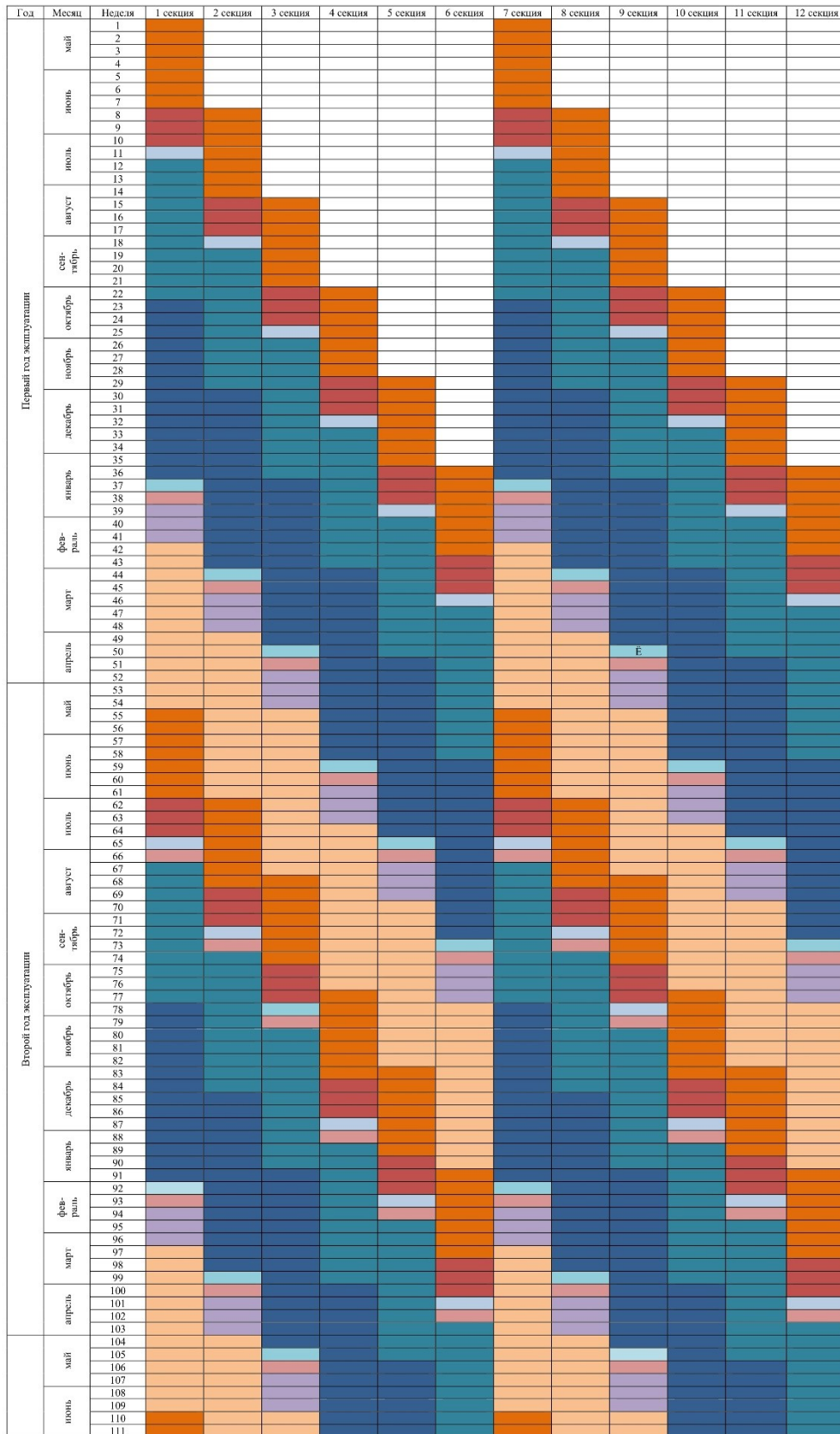


Рисунок 5.5 – График работы кучного выщелачивания со стакерной укладкой при высоте штабеля 25 м на первые два года эксплуатации производства

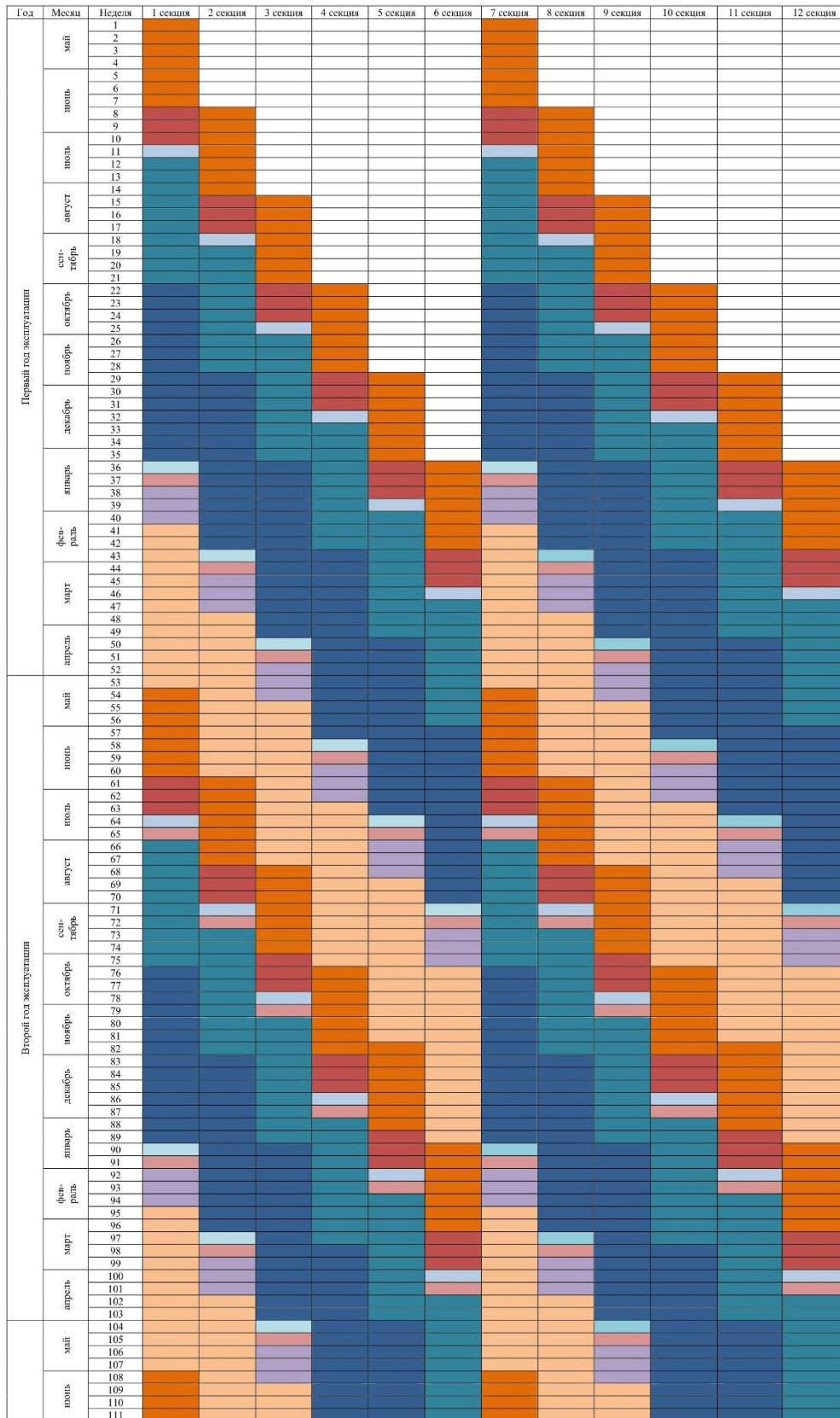


Рисунок 5.6 – График работы кучного выщелачивания со стакерной укладкой при высоте штабеля 21 м на первые два года эксплуатации производства
90



АО «Ириредмет»; тел. (3952) 728-729, факс: +7 (3952) 33-08-33 e-mail: gold@iriredmet.ru

6 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ И РЕЖИМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ

6.1 Перемещение отработанного рудного штабеля с последующей консервацией

6.1.1 Обоснование выбранной технологии консервации рудного штабеля

По окончании эксплуатации промышленной установки отвальным продуктом технологии кучного выщелачивания является отработанный рудный штабель.

В рамках выполнения 3-го этапа выполняемого договора [8] проведены исследования по отмывке водой рудного штабеля для удаления остаточных концентраций реагентов. Последовательно после 3-х, 7-ми, 10-ти суток орошения колонны чистой водой отбирались пробы отмытого водой кека выщелачивания. Отходы производства – проба не отмытого кека выщелачивания, а также пробы отмытого водой кека выщелачивания после 3, 7 и 10 суток отмывки были сданы на биологическое тестирование в ЦЛАТИ. Методом биологического тестирования в ЦЛАТИ установлено, что неотмытый кек выщелачивания, а также кеки выщелачивания после 3, 7 и 10- дневной отмывки водой, являются отходами производства 5-ого класса опасности и не нуждаются в специальных мероприятиях по обезвреживанию и складированию [8].

В ходе исследований [8], установлено, что содержание цианида в отработанном рудном штабеле, получаемое при выщелачивании золота из забалансовых руд месторождения «Гросс», не оказывает влияния на класс опасности отхода производства – кека выщелачивания золота. Неотмытый водой кек выщелачивания является отходом производства 5-ого класса опасности, то есть практически неопасным для окружающей среды. Расчет класса опасности отхода – «Не отмытого кека выщелачивания» приведен в **Приложении Е**, протокол биологического тестирования приведен в **Приложении Ж**). Код по ФККО – 222 411 21 205 – Отходы кучного выщелачивания руд серебряных и золотосодержащих.

Проводить отмывку отработанного рудного штабеля водой с точки зрения снижения класса опасности нецелесообразно. Рекомендуется складировать необезвреженный рудный штабель в соответствии с требованиями российского законодательства.

Для обеспечения консервации отходов кучного выщелачивания и предотвращения загрязнения окружающей среды предусмотрен комплекс работ по перемещению отработанной рудной массы с площадки хвостов кучного выщелачивания, а также рекультивации рудного штабеля в соответствии с требованиями к рекультивации земель, нарушенных при открытых горных работах (ГОСТ 17.5.3.04-83). Работы по перемещению отработанной рудной массы с площадки хвостов кучного выщелачивания начинаются не ранее, чем после полного дренажа растворов из кучи.

По предлагаемой технологии отработанный штабель не обезвреживается на месте производства передела цианистого выщелачивания руды и перемещается на специально отведенное место складирования (отвал) автотранспортом и с помощью системы передвижных конвейеров.

Со временем произойдет естественное обезвреживание цианидов, содержащихся в жидкой фазе необезвреженного рудного штабеля под действием условий окружающей среды.

6.2 Общие решения по организации отвала выщелоченной руды

Основные решения по организации отвала выщелоченной руды, приняты без изменений по ранее разработанной документации компании ООО «Хэтч инжиниринг и консалтинг» [9].

Отвал выщелоченной руды предназначен для складирования хвостов кучного выщелачивания. Согласно проведенным исследованиям [8], отходы кучного выщелачивания руды месторождения относятся к 5 классу опасности.

Площадь отвала, включая площадь ограждающего вала, составляет 260 га. Общий объем отвала – 129 млн м³.

Выщелоченная руда с карты выщелачивания доставляется на площадку отвала автотранспортом. Таким образом производится формирование отвала на протяжении всего срока эксплуатации предприятия [7].

Пруд-отстойник, расположенный на отвале, предназначен для сбора поверхностных вод с территории отвала и очистки воды от взвешенных веществ путем отстаивания. Из пруда-отстойника сточные воды перекачиваются одним насосным агрегатом (1 рабочий + 1 резерв на складе), производительностью 900 м³/ч с напором 180 м, по напорному трубопроводу диаметром 315 мм в аварийный пруд, расположенный на площадке КВ. Паводковые воды пруда-отстойника используются в технологическом процессе кучного выщелачивания для восполнения отрицательного водяного баланса.

По мере строительства отвала (устройства гидроизоляционного экрана) увеличивается площадь водосбора. Максимальная площадь отвала (дополнительного водосбора к площади карты кучного выщелачивания) составит 260 га или 2 600 000 м². Фактический водный баланс предприятия, учитывающий потери влаги с испарениями и поступления с естественными осадками, рассчитывается на стадии проектирования.

6.2.1 Подготовка основания отвала

В геоморфологическом отношении площадка расположена на плоских склонах (1-6°), склонах средней крутизны (7-15°). Максимальные размеры отвала в плане 1800×2085 м [7].

На площадке снимается почвенно-растительный слой (ПРС) переменной мощностью от 0,1 м до 0,2 м (по качественным характеристикам не ПСП, не ППСП). Место складирования ПРС определено в ПОС.

Основание отвала должно быть подготовлено для укладки противофильтрационного экрана: на площадке производится планировка основания, микропланировка, при необходимости, дробление, вывоз обломочного и глыбового грунта, уплотнение основания.

Планировочные работы проводятся при помощи бульдозера в два этапа: грубая и чистовая планировка. Удельный объем работ на планировке принят: $0,4 \text{ м}^3/\text{м}^2$ ($4000 \text{ м}^3/\text{Га}$) на грубой планировке и $0,1 \text{ м}^3/\text{м}^2$ ($1000 \text{ м}^3/\text{Га}$) при чистовой планировке. Планировочные работы производятся бульдозером САТ-D10Т мощностью 433 КВт (580 л.с).

Для сбора и отведения поверхностных стоков с территории отвала выщелоченной руды предусматривается устройство гидроизоляционного экрана. В качестве гидроизоляционного экрана на отвале принято устройство экрана из геомембраны на основе полиэтилена высокой плотности ПЭВП-2 (Solmax-480) - толщиной 1 мм. Геомембраны характеризуются высокими антикоррозийными и гидроизоляционными свойствами, гибкостью, безусадочностью, трещиностойкостью, имеют высокие механические характеристики. За счет высокой прочности при растяжении мембраны могут воспринимать значительные усилия и, таким образом, кроме противофильтрационных, выполнять функции армирующего материала. Большое относительное удлинение под действием максимальной нагрузки обеспечивают целостность противофильтрационного элемента при просадочных деформациях.

Предусматривается следующая последовательность работ по установке гидроизоляционного экрана в основании отвала выщелоченной руды:

- снятие ПРС;
- планировка и уплотнение поверхности;
- укладка подстилающего слоя геотекстиля с плотностью не менее $500 \text{ г}/\text{м}^2$ (Геоком Д-600, 1 слой);
- укладка экрана из геомембраны полимерной высокой плотности ПЭВП-2.0 (Solmax-480), толщиной 1 мм;
- укладка защитного слоя геотекстиля с плотностью не менее $500 \text{ г}/\text{м}^2$ (Геоком Д-600, 1 слой);
- формирование защитного слоя из местных вскрышных пород толщиной 0,5 м по всей площади для механической защиты экрана.

Полотнища полиэтиленовой геомембраны соединяются при помощи сварки с обязательным инструментальным контролем качества сварных швов. Гидроизоляционный экран укладывается по всей площади отвала выщелоченной руды. Для организации отвода стока с внешних откосов по всему периметру предусматривается насыпь ограждающего вала высотой до 1,5-2,0 м, с уклоном откосов 1:2.

Геомембрана противofильтрационного экрана заводится на внутренние откосы дамб обвалования и крепится. Крепление края пленочного покрытия производится в соответствии с СН 551-82 «Инструкция по проектированию и строительству противofильтрационных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов» [7].

Возведение ограждающего вала предусматривается из местных вскрышных пород карьера послойно с уплотнением. Породы вскрыши месторождения «Гросс» представлены щебнем песчаника. Фракционный состав грунтов вскрыши:

Фракция 70-40 мм – 18,7%;

Фракция 40-20 мм – 27,6%;

Фракция 20-10 мм – 23,5%;

Фракция минус 10 плюс 5 мм – 25,7%.

Для формирования ограждающего вала по периметру отвала потребуется 59,0 тыс. м³ указанных вскрышных пород.

Противofильтрационный экран предусматривается укладывать поэтапно. Производство работ по устройству противofильтрационного экрана следует вести в строгом соответствии с СН 551-82 «Инструкция по проектированию и строительству противofильтрационных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов». Контроль качества укладки полимерного экрана должен проводиться как в процессе производства работ, так и полностью готового экрана геофизическим методом.

Работы по подготовке основания отвала производятся в теплое время года в две смены по 12 часов, с применением бульдозера, гидравлического экскаватора или погрузчика и автосамосвала.

6.2.2 Устройство водосборной канавы

Для организованного отведения поверхностного стока с территории отвала выщелоченной руды предусматривается устройство водосборной канавы с южной стороны отвала. Водосборная канава устраивается для перехвата стока, стекающего с отвала и отведения его к точке сброса в месте перепускных труб ограждающей дамбы пруда - отстойника.

Определение расчетного расхода определено методом предельных интенсивностей для периода однократного превышения расчетной интенсивности дождя $P=1$. Расчетная площадь стока составляет 249 Га.

Согласно произведенных расчетов максимальный расчетный расход водосборной канавы составляет $Q=1,88$ м³/с. На данный расход произведен гидравлический расчет нагорной канавы с подбором поперечного сечения и крепления русла [6].

Продольный уклон водосборной канавы составляет:

- минимальный – 0,005;
- максимальный – 0,090.

Камень для крепления русла канавы и сбросного участка должен иметь следующие характеристики:

- коэффициент размягчаемости – не менее 0,8;
- степень морозостойкости – не менее F100.

6.2.3 Система укладки хвостов выщелачивания. Порядок формирования отвала

Полученный в ходе кучного выщелачивания отход – отработанный рудный штабель транспортируются к месту складирования как автомобильным транспортом, так и стакером. Транспортируемая конвейером выщелоченная

руда, поступают на ленточный конвейер со сбрасывающей тележкой. Затем материал для укладки в штабель подается на установленные в ряд мобильные конвейеры - «кузнечики».

Мобильные конвейеры транспортируют хвосты выщелачивания на горизонтальный конвейер, и радиальным стакером укладывается в уступы. Отсыпка отвала хвостов выщелачивания осуществляется непосредственно радиальными стакерами.

В связи с расположением оборудования системы укладки хвостов выщелачивания вне зданий и сооружений, в качестве мер по предотвращению пылеобразования все оборудование укрывается в местах пересыпки материала.

В первую очередь формируется пионерная насыпь, на которой устанавливается конвейер. Пионерная насыпь формируется из смеси вскрышных пород карьера и ПРС, снятого с площадки строительства в отношении 4:1 (содержание пылеватых и глинистых частиц, размер фракции менее 0,1 мм, должно составлять не более 20% от общего объема) с последующим уплотнением $K_{упл.} > 0,95$. Для формирования пионерной насыпи потребуется 3 827 тыс. м³ указанной смеси, из них ПРС - 791,596 тыс. м³. На ярусах, отсыпанных под естественным углом откоса 35°, на конечной стадии формирования отвала необходимо произвести выполаживание откосов с заложением 1:3 под углом 18°, с сохранением транспортных берм шириной 20 м [6].

Выполаживание откосов отвала производится бульдозером CAT- D10T мощностью 433 КВт (580 л.с), ранее занятым на планировочных работах карт выщелачивания.

6.2.4 Решения по устройству пруда-отстойника

Основные технологические решения по организации и положению промплощадок выполнены с учётом решений проектной документации: «Проекта развития месторождения «Гросс»: Горно-обоганительный комбинат «Гросс», разработанной компанией ООО «Хэтч инжиниринг и консалтинг»,

2015 г. (Положительное заключение Государственной Экспертизы № 756-15/ГТЖ-9954/15 (№ в Реестре 00-1-4-2119) от 22.05.2015).

Геологические, гидрологические условия площадки расположения пруда-отстойника аналогичны условиям площадки отвала выщелоченной руды. Пруд-отстойник расположен с юго-восточной стороны отвала в районе понижения рельефа.

Пруд-отстойник предусмотрен для сбора, аккумуляции и отстоя поверхностного стока с площадки отвала выщелоченной руды и приема стока нагорной канавы. Полезная емкость пруда отстойника 184 тыс. м³. Емкость пруда образуется выемкой в основании и возведением ограждающей дамбы из местных грунтов вскрыши карьеров послойно с уплотнением.

Площадь пруда в осях ограждающей дамбы – 4,2 Га, глубина 12,0 метров. Длина ограждающей дамбы 640,0 м, отметка гребня дамбы – 965,5 м, высота ограждающей дамбы – 0,0÷19,50 м, ширина по гребню 5,0 м.

6.2.5 Устройство противofильтрационного экрана пруда-отстойника

Для недопущения попадания промышленных стоков с пруда отстойника в грунт основания предусматривается устройство противofильтрационного экрана с применением полимерной геомембраны.

Противofильтрационный экран пруда-отстойника выполняется из полимерной геомембраны на основе полиэтилена высокой плотности ПЭВП-1,5 (Solmax 460) – толщиной 1,5 мм гладкая – в ложе прудов и ПЭВП Т-1,5 (Solmax 460Т) – толщиной 1,5 мм текстурированная – на откосах.

Экран пруда отстойника имеет следующую конструкцию:

- На спланированное уплотненное основание отсыпается подстилающий слой из среднезернистого песчаного грунта слоем 0,3 м;
- Поверх подстилающего слоя укладывается экран из полиэтиленовой геомембраны, толщиной 1,5 мм;
- Геотекстиль плотностью 600 г/м² – 1 слой;

- Защитный слой местного грунта толщиной 0,5 м по дну и 0,8 м на откосах (0,5 м грунта вскрыши, 0,3 м – щебень фр. 100).

На гребне дамбы край полиэтиленовой геомембраны крепится в анкерной траншее.

Все работы по устройству противодиффузионного экрана выполняются в строгом соответствии с СН 551-82 «Инструкция по проектированию и строительству противодиффузионных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов» [7].

6.2.6 Общие решения по рекультивации отвала

Отработанный рудный штабель перемещается к месту складирования, складировается в отвал в соответствии с общими решениями по организации отвала выщелоченной руды и подвергается рекультивации в соответствии с ГОСТ 17.5.3.04-83. Отвалы покрывают слоем гидроизоляционного материала (водоупорной глиной или пленкой), а затем хранящимся плодородным слоем почвы. Обеспечение борьбы с эрозией на отвалах проводится на основе зональных требований к противоэрозионной организации территории отвалов.

7 Экологические исследования

7.1 Обезвреживание дебалансных вод (технологических растворов)

Работа установки кучного выщелачивания характеризуется постоянной нехваткой воды для водонасыщения вновь вводимых в эксплуатацию рудных штабелей. Отрицательный баланс образуется вследствие разницы между влажностью исходной руды ($W=6,0\%$) при укладке штабеля и влажностью отработанного рудного штабеля после дренажа растворов ($W=10,5\%$). Разница во влажности равная $4,5\%$ в пересчете на годовую переработку 26,0 млн тонн руды в год приводит к отрицательной разнице в водном балансе в объеме 1170,0 тыс. м³. Таким образом при вводе под орошение новых штабелей возникает нехватка воды на водонасыщение.

Обезвреживанию подлежат цианистые (технологические) растворы в прудах – накопителях, остающиеся по окончании работы предприятия.

В случае положительного водного баланса эксплуатируемой технологии, либо в случае аварийной ситуации может возникнуть необходимость в обезвреживании дебалансных растворов и при эксплуатации предприятия. Дебалансные растворы представляют собой избыток растворов, образующийся из-за дебаланса между поступлением воды с атмосферными осадками и ее естественным испарением. Т.к. площадка кучного выщелачивания является динамической, то отработанная руда будет вывозиться для складирования на специально построенный отвал с гидроизоляционным основанием и собственным прудом-накопителем. По мере строительства этого отвала (устройства гидроизоляционного экрана) увеличивается площадь водосбора. Максимальная площадь отвала (дополнительного водосбора к площади карты кучного выщелачивания) составит 260 га или 2 600 000 м². Эту влагу необходимо использовать для восполнения отрицательного водного баланса при эксплуатации предприятия. Состав дебалансных вод (технологических растворов) определяется путем расчета водного баланса технологии в проекте. В настоящих

дополнениях к Технологическому регламенту показатели процесса обезвреживания дебалансных растворов даны на наиболее сложный случай, когда их состав одинаков с составом жидкой фазы отработанного рудного штабеля.

В соответствии с существующей технологией рудника «Гросс» для обезвреживания дебалансных растворов кучного выщелачивания месторождения «Гросс» применен метод хлорирования.

Процесс хлорирования цианидсодержащих технологических растворов основан на окислении токсичных соединений хлорсодержащим окислителем, в качестве которого рекомендуется использовать гипохлорит кальция.

Окисляющим веществом в $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ является гипохлорит-ион (OCl^-). При обработке отходов гипохлоритом окислительной деструкции подвергается практически весь комплекс токсичных соединений, содержащихся в дебалансных растворах (цианиды, тиоцианаты, а также наибольшее количество металлов (медь, цинк, никель)).

Химический состав растворов до и после обезвреживания приведен в таблице 7.1. Состав образующегося осадка приведен в таблице 2.2. Расчет класса опасности осадка обезвреживания дебалансных растворов приведен в **Приложении Е**. Код отходов (осадков) по ФККО – 222 411 85 395 – Отходы (осадки) реагентной очистки сточных вод цианирования руд серебряных и золотосодержащих – 5 класс опасности. Осадки перекачиваются на рудный штабель, а далее совместно с рудным штабелем перемещаются в место складирования (отвал).

Основные технологические параметры обезвреживания дебалансных растворов приведены в таблице 7.3.

Технологическая схема приведена на рисунке 7.1 и рассчитана на расход дебалансных вод – $10 \text{ м}^3/\text{час}$, результаты могут быть пересчитаны на любой другой объем технологических растворов, подлежащих обезвреживанию, определённый при проектном расчёте водного баланса предприятия.

Таблица 7.1 – Химический состав дебалансного (отработанного технологического раствора) раствора до и после обезвреживания [4]

Компоненты	Анализируемая проба	
	Исходный дебалансный цианистый раствор	Дебалансный раствор после хлорирования
pH, ед.	11,0	11,0-11,5
Концентрация, мг/л		
Общее солесодержание	2350,0	4890,0
Ca ²⁺	4,65	400,28
SO ₄ ²⁻	124,0	122,0
Cl ⁻	158,8	1132,0
CN ⁻	66,4	0,04
SCN ⁻	0,548	0,01
Al	0,178	0,226
As	0,56	0,353
Cd	<0,005	<0,005
Co	0,240	0,214
Cu	0,314	0,017
Fe	11,9	9,9
Mg	0,66	1,57
Mn	0,0081	<0,005
Ni	0,207	<0,005
Pb	<0,005	<0,005
Sb	<0,01	<0,01
Zn	0,57	<0,02

Таблица 7.2 - Химический состав осадков, образующихся при обезвреживании дебалансных растворов

Компоненты	Содержание, %
	Осадок после хлорирования растворов
SiO ₂	33,8
Al ₂ O ₃	1,3
CaO	32,6
S	0,67
Fe	0,45
Cu	0,03
Zn	0,057
As	0,056
Co	0,03
Pb	<0,005
Sb	<0,01
P ₂ O ₅	0,18
MnO	0,73
Ni	0,02
TiO ₂	0,9
Прочие	29,16

Таблица 7.3 – Основные технологические параметры процесса обезвреживания дебалансных растворов

Наименование параметра	Значение
Хлорирование	
рН, ед.	11,0-11,5
ОВП, мВ	+220-+250
Расход «активного хлора» (100%), кг/м ³	0,95
Концентрация «активного хлора» в реагенте, г/л	40,0
Расход NaOH, кг/м ³	0,6
Концентрация NaOH, г/л	200,0
Продолжительность операции, ч	1,0
Выдержка	
Продолжительность, ч	1,0
Отстаивание осадка	
Продолжительность операции, ч	12,0
Масса образующегося осадка, кг/м ³	2,0

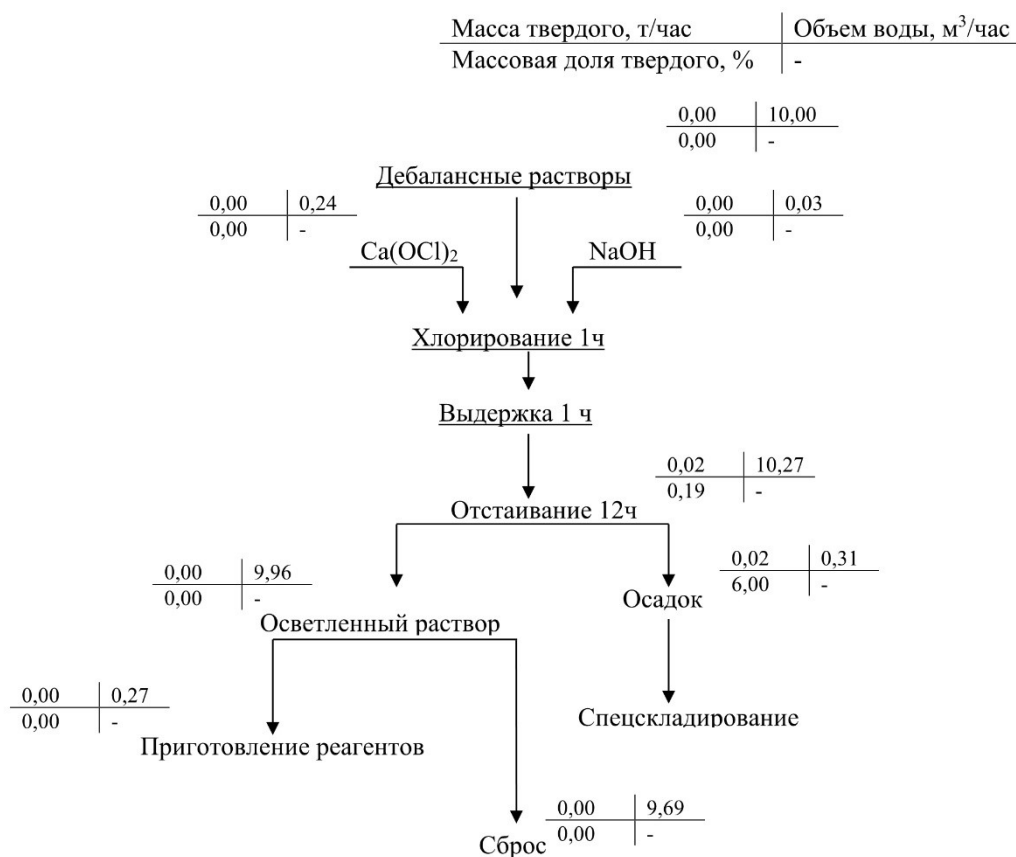


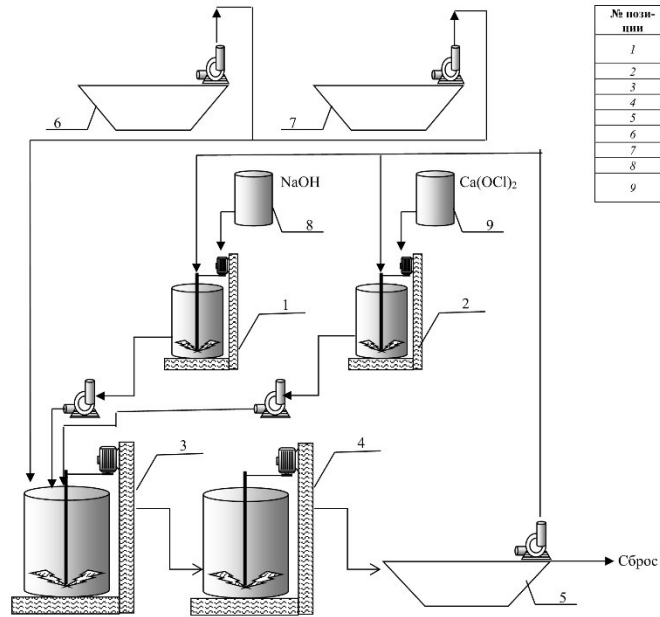
Рисунок 7.1 – Технологическая схема процесса обезвреживания дебалансных растворов

7.2 Рекомендуемые схемы цепи аппаратов установки кучного выщелачивания золота

7.2.1 Отделение обезвреживания дебалансных вод (технологических растворов)

После отработки рудного штабеля, либо в случае аварийной ситуации, технологические растворы (дебалансные воды) подвергаются обезвреживанию затем собираются в шламоотстойнике. Далее растворы при необходимости разбавляются в соответствии с требованиями проекта НДС и сбрасываются в организованный водоток, осадки накапливаются в шламоотстойнике, а затем перекачиваются на рудный штабель, а далее совместно с рудным штабелем перемещается в место складирования (отвал).

Для обезвреживания дебалансных растворов рекомендуется установка, схема цепи аппаратов, которая представлена на рисунке 7.2.



№ пози-ции	Наименование оборудования
1	Аппарат для приготовления и дозирования гидроксида натрия
2	Аппарат для приготовления силикозориата кальция
3	Контактный чан для хлорирования
4	Контактный чан для выдержки
5	Шламостойник
6	Емкость с безвредными растворами
7	Аварийная емкость
8	Аппарат для растворения емкостей с щелочью
9	Аппарат для растворения емкостей с силикозориатом кальция

Рисунок 7.2 – Рекомендуемая схема цепи аппаратов установки обезвреживания дебалансных вод

Растварка щелочи производится автоматически в аппарате для растарки (8), растворение – в контактном чане (1). Растварка гипохлорита производится автоматически (9), растворение – в контактном чане (2). Для смыва и приготовления растворов гипохлорита (гипохлоритной пульпы) и щелочи используется либо свежая вода, либо растворы после обезвреживания. Вместимость растворных чанов (1) и (2) должна соответствовать регламентируемой концентрации приготавливаемых растворов. Производительность узла приготовления гипохлоритной пульпы и раствора гидроксида натрия рекомендуется запроектировать с учетом потребностей обезвреживания дебалансных растворов.

Дебалансные растворы в течение часа обрабатываются гипохлоритом в чане (3) с механическим перемешиванием, где поддерживается рН на уровне $11,0 \div 11,5$ и окислительно-восстановительный потенциал $+220 \div +250$ мВ с помощью автономной САР (системы автоматического регулирования). Далее производится выдержка растворов в контактном чане (4) в течение часа. Прохлорированные растворы поступают в шламоотстойник (5). После заполнения шламоотстойника осадки откачиваются погружным насосом на рудный штабель и захораниваются вместе с ним. Осветленный раствор при необходимости разбавляется в соответствии с требованиями проекта НДС и сбрасывается в организованный водоток.

Для приготовления растворов реагентов используются обезвреженные растворы.

Точки подачи реагентов выбирают в месте интенсивного движения раствора, для достаточно быстрого перемешивания они должны быть заглублены под уровень жидкой фазы не менее чем на $0,2 \div 0,3$ м.

При расходе дебалансных вод $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ (расход принят условно), для их хлорирования в течение 1 ч потребуются аппараты с рабочей вместимостью $10,3 \text{ м}^3$, для выдержки в течение 1 ч потребуются аппараты с рабочей вместимостью

мостью $10,3 \text{ м}^3$. Объем оборудования принимаем с 10 % избытком. Для хлорирования выбираем аппарат объемом $11,3 \text{ м}^3$, для выдержки – аппарат объемом $11,3 \text{ м}^3$.

Приготовление реагентов 1 раз в сутки. Для непрерывной работы установки в течение суток потребуются рабочие аппараты объемом: для гипохлорита кальция вместимостью $5,8 \text{ м}^3$; для приготовления щелочи - $0,7 \text{ м}^3$. С учетом 10% избытка выбираем один аппарат для гипохлорита кальция объемом $6,4 \text{ м}^3$, один для щелочи вместимостью $0,8 \text{ м}^3$. Рекомендуется установить по два аппарата, работающие попеременно.

Для отстаивания осадка в течение 12 ч потребуется рабочий объем 124 м^3 . Кроме того, в течение суток образуется $7,44 \text{ м}^3$ гелеобразного осадка. Для его складирования в течение 3 месяцев потребуется объем 670 м^3 . Таким образом, необходимый рабочий объем шламоотстойника составит 794 м^3 . С учетом 10% -ного запаса выбираем шламоотстойник вместимостью 873 м^3 . Вместимость шламоотстойника должна быть скорректирована при проектировании с учетом фактического расхода дебалансных вод.

По мере заполнения шламоотстойника осадком, гелеобразная масса шламов передвижной насосной установкой перекачивается на рудный штабель и складировается вместе с ним.

Перечень оборудования, рекомендуемого к использованию в отделении узла обезвреживания дебалансных вод, приведен в таблице 7.4. Оборудование рассчитано на расход дебалансных вод $10 \text{ м}^3/\text{ч}$, при необходимости легко пересчитывается. Рабочий объем оборудования рекомендуется откорректировать на определенное в проекте максимальное количество сбросных растворов, образующихся при выпадении осадков максимально возможной интенсивности (ливней) при 1 % обеспеченности.

Таблица 7.4 – Рекомендуемое оборудование для узла обезвреживания дебалансных вод

Наименование оборудования	Характеристика оборудования	Количество
Узел растарки гипохлорита	Автоматическая растарка одновременно 3 бочки	1
Контактный чан для растворения гипохлорита	Рабочий объём 6,4 м ³ , перемешивание механическое, исполнение – конструкционная сталь	2
Узел растарки щелочи	Ручная растарка	1
Контактный чан для приготовления раствора щелочи	Рабочий объём 0,8 м ³ , перемешивание механическое, исполнение – конструкционная сталь	2
Контактный чан для хлорирования	Рабочий объём 11,3 м ³ , перемешивание механическое, исполнение – конструкционная сталь	1
Контактный чан для выдержки растворов	Рабочий объём 11,3 м ³ , перемешивание механическое, исполнение – конструкционная сталь	1
Шламоотстойник	Грунтовая гидроизолированная емкость, рабочий объём 873 м ³	1


Отработанный рудный штабель перемещается к месту складирования, складировается в соответствии с общими решениями по организации отвала выщелоченной руды и подвергается рекультивации в соответствии с ГОСТ 17.5.3.04-83. Отвалы покрывают слоем гидроизоляционного материала (водоупорной глиной или пленкой), а затем хранящимся плодородным слоем почвы. Обеспечение борьбы с эрозией на отвалах проводится на основе зональных требований к противозрозионной организации территории отвалов [7].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Положение о составе, порядке разработки и утверждения технологических регламентов для проектирования предприятий цветной металлургии: РМП - 21-89 Минцветмет СССР. - М: 1989 г
- 2 Технологические испытания руды месторождения «Таборное» методом кучного выщелачивания и разработка технологического регламента: Результаты испытаний технологических проб Т1-Т14 Отчет о НИР по проекту РВМ09-0025, эт. 1-2 (промежуточный)/ ЗАО «СЖС Восток Лимитед», читинский филиал. – Чита, 2010 г. – С. 5-120.
- 3 Технологический регламент промышленной установки извлечения золота из руды месторождения «Гросс» методом кучного выщелачивания. Иргиредмет. Рук. А.П. Татаринов. Иркутск 2012 г.
- 4 Акт полупромышленных испытаний технологии кучного выщелачивания на трёх технологических пробах руды месторождения «Гросс». Иргиредмет. Рук. В.П. Ершов. Иргиредмет, 2014 г.
- 5 Дополнения к технологическому регламенту Промышленной установки извлечения золота из руды месторождения «Гросс» методом кучного выщелачивания: Иргиредмет. Рук. В.П. Ершов. – Иркутск, 2014 г.
- 6 Дополнения к технологическому регламенту Промышленной установки извлечения золота из руды месторождения «Гросс» методом кучного выщелачивания. Том 1. Технологические решения: Иргиредмет. Рук. В.П. Ершов. – Иркутск, 2020 г.
- 7 Дополнения к технологическому регламенту Промышленной установки извлечения золота из руды месторождения «Гросс» методом кучного выщелачивания. Том 3. Корректировка Технологического регламента (18 млн. т руды в год): Иргиредмет. Рук. В.П. Ершов. – Иркутск, 2020 г.
- 8 Проект развития месторождения «Гросс»: горно-обогатительный комплекс «Гросс». Корректировка: «СПб Гипрошахт». – СПб, 2017 г.

- 9 Информационная записка «Технологические исследования забалансовых руд месторождения «Гросс», Этап 3 Экологические исследования Иргиредмет. Рук. Е.Д. Мусин. Иргиредмет 2020 г.
- 10 ООО «Нерюнгри-Металлик» «Проект развития месторождения Гросс: Горно-обогатительный комбинат «Гросс», Корректировка», Раздел 5 «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений». Подраздел Ж «Технологические решения». Часть 1 «Обогащение и гидрометаллургическая переработка руд». Книга 1 «Текстовая часть», П11099-10.01.1-ИОС7, Том 10.1.1, Санкт-Петербург, 2017 г.
- 11 Информационная записка «Тестирование по технологии кучного выщелачивания 23-х проб руды месторождения «Гросс», Этап 3 Колонные тесты.: Иргиредмет. Рук. Е.Д. Мусин. Иргиредмет 2021 г. – 127 с.
- 12 Проект развития месторождения Гросс: Горно-обогатительный комбинат «Гросс». Корректировка», выполненной в 2017 г. и получившей положительное заключение Государственной экспертизы № 436-18/ГГЭ-9954/15 от 23.04.2018 г.

Приложение А - Заявка на разработку регламента



О (добавить тему письма)

№ 01-001/64-106
от А 05 2004 г.

АО "Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов" (Иргиредмет) В.Е. Дементьеву
664025 Иркутск, бульвар Гагарина, 38
Факс: (395-2)-33-08-3338

ЗАЯВКА
на разработку дополнений к технологическому регламенту

Прошу АО «Иргиредмет» разработать Дополнения к технологическому регламенту для проектирования установки по извлечению золота из руды месторождения «Гросс» методом кучного выщелачивания.

Производительность проектируемого предприятия – 26 млн.т руды в год, в том числе:

- Окисленные и переходные руды крупностью 60% - 40 мм, направляемые на кучное выщелачивание – 26 млн. т;
- Содержание золота в окисленной руде – 0,65 г/т
- Содержание золота в переходной руде – 0,76 г/т
- Среднее извлечение золота из окисленной руды – 73,53 %;
- Среднее извлечение золота из переходной руды – 59,99 %;
- Содержание серебра в исходной руде – 1,87 г/т;
- Извлечение серебра – 20 %
- Высота рудного штабеля – до 30 м;

Общество с ограниченной ответственностью «Нерюнгри-Металлик»
Республика Саха (Якутия), 678976,
г. Нерюнгри, лит. Ж/нч,
ул. 70 лет Октября д. 3, кв. 55

Т +7 (495) 961 30 86
www.nordgold.com

ОГРН 1021401004877
ИНН 1434024359

111



АО «Иргиредмет»: тел. (3952) 728-729, факс: +7 (3952) 33-08-33 e-mail: gold@irgiredmet.ru

- Плотность орошения основной цикл – 16 л/м² в час, цикл довыщелачивания – 12 л/м²·ч;
- Продолжительность цикла выщелачивания 5-6 месяцев;
- Сезон выщелачивания – круглогодично;
- Способ извлечения золота из продуктивных растворов – сорбция на активированный уголь;

Дополнения к Технологическому регламенту должны включать:

- Расчет оборудования и технологических режимов,
- Расходы реагентов,
- Подогрев растворов,
- Рудоподготовку;
- Кучное выщелачивание, включая водно-шламовую и качественно-количественную схемы, расчёт оборудования;
- Извлечения золота из продуктивных растворов, сорбция на активированный уголь;
- Водный баланс;
- Схемы движения растворов;
- В Регламенте приводятся предварительные циклограммы КВ. Корректируются недропользователем на стадии проектирования с учётом плана горных работ;
- Состав согласно Положения по разработке Технологического регламента РДП-21-89.

Директор по горным работам

Главный металлург



Румаев С.Г.

Плешков А.В.

3

Общество с ограниченной ответственностью
«Норонгри-Металлик»
Республика Саха (Якутия), 678976,
с. Норонгри, пгт. Хама,
ул. 70 лет Октября, д. 3, кв. 55

Т: +7 (495) 861 30 86
www.nontgold.com

ОГРН 1021401004877
ИНН 1434024359

Приложение Б - Календарный план

10
Приложение №2
к договору № 422/7-21
от 9 декабря 2021

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
на выполнение научно-исследовательской работы по теме:
**«РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ РУДЫ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ГРОСС» ПО ТЕХНОЛОГИИ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ»**

№ этапа	Наименование работ по договору	Наименование научно-технической продукции	Сроки выполнения этапов работы (месяцев)
1	2	3	4
1	Разработка ТР	Технологический регламент	1,5
	Общая стоимость работ по договору		4
	НДС (20 %)		
	Общая стоимость работы с учетом НДС.		

ЗАКАЗЧИК

Представитель по доверенности
ООО «Нерюнгри-Металлик»

 Е.О. Ветренко

М.П.



ИСПОЛНИТЕЛЬ

Генеральный директор
АО «Иргиредмет»

 В.Е. Дементьев



Заказчик _____

Исполнитель _____

113



АО «Иргиредмет»: тел. (3952) 728-729, факс: +7 (3952) 33-08-33 e-mail: gold@irgiredmet.ru

Приложение В - Техническое задание

8

Приложение № 1
к договору № 422/7-21
от 9 декабря 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Представитель по доверенности
ООО «Нерюнгри-Металлик»

/_____ / Е.О. Ветренко

М.П.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение научно-исследовательских и технологических работ по теме:
**«РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ РУДЫ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ГРОСС» ПО ТЕХНОЛОГИИ КУЧНОГО
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ».**

Начало работ: «__» _____ 2021 г.

Окончание работ: «__» _____ 2022 г.

1. Общие сведения

1.1 Наименование предприятия Заказчика	ООО «Нерюнгри-металлик»
1.2 Наименование объекта исследований и место размещения	месторождение «Гросс»
1.3 Наименование организации-исполнителя	АО «Иргиредмет»

2. Состав работ

2.1. Исходные данные для работки ТР:

1. Дополнения к технологическому регламенту промышленной установки извлечения золота из руды месторождения «Гросс» методом кучного выщелачивания, АО «Иргиредмет», 2020 г. Договор № 281/7-18.

2. Результаты НИР по Договору № 951/7-20 с АО Иргиредмет.

3. ПД ООО «СПб-ГИПРОШАХТ».

2.2. В связи с увеличением производительности рудника до 26 млн т руды в 2021-2022 г.г., а также с изменением параметров работы КВ производится корректировка Технологического регламента в части изменения производительности, крупности укладываемой руды, высоты штабеля и расхода реагентов на основании выполненных НИР. Технологическая схема предусматривает укладку дробленной руды в количестве 10-12 млн т, укладку руды крупностью минус 300 мм без дробления автотранспортом в количестве 2-4 млн.т, высота штабеля составляет 30 м.

Заказчик _____

Исполнитель _____

114



АО «Иргиредмет»: тел. (3952) 728-729, факс: +7 (3952) 33-08-33 e-mail: gold@irgiredmet.ru

В состав работ входит расчет водно-шламовых и качественно-количественных схем, расчет оборудования с учетом текущей производительности 26,0 млн т/год руды.

Расчет водно-шламовых и качественно-количественных схем, расчет оборудования на производительность 26,0 млн т/год руды.

Дать рекомендации по изменению аппаратурной схемы ЗИФ для реализации повышения производительности переработки на ЗИФ до 26,0 млн т/год руды.

Корректировка выполняется в соответствии с ПД ООО «СПб-ГИПРОШАХТ».

Результатом корректировки является Технологический регламент.

В рамках разработки ТР на 26 млн. т руды в год выдать рекомендации по изменению производственных мощностей для достижения 18млн. т в год

Технологический регламент разрабатывается в соответствии с ПД ООО «СПб-ГИПРОШАХТ», Заявкой на разработку Технологического регламента, результатами ранее выполненных НИР.

3. Сроки работ

Срок выполнения работ составит не более 1,5 месяцев с момента получения Заявки на разработку ТР и необходимых исходных данных.

4. Организация разработки научно-технической продукции

4.1 Требования к оформлению работы	Все материалы должны быть представлены на электронных носителях.
4.2 Исходные данные, предоставляемые Заказчиком	Заявка на разработку ТР Проектные решения выполненные ООО «СПбГипрошахт».

6. Перечень отчетной документации

«Исполнитель» представляет «Заказчику» Технологический регламент в формате *.pdf, word, рабочие листы в формате EXCEL).

<p>ЗАКАЗЧИК</p> <p>Представитель по доверенности ООО «Нерюнгри-Металлик»</p> <p> Е.А. Ветренко</p> <p>М.П. </p>	<p>ИСПОЛНИТЕЛЬ</p> <p>Генеральный директор АО «Иргиредмет»</p> <p> В.Е. Дементьев</p> <p></p>
--	--

Заказчик _____

Исполнитель _____

Приложение Г - Акт испытаний

Директор по горным работам
ООО «Иргиредмет-Металлик»
Маликов Е.С.

Акт промышленных испытаний по переработки руды месторождения "Гросс".

В период с августа по октябрь 2018 года было уложено на первую панель 508301,06т, на вторую панель 805592,1т и на третью панель 519000,00т руды с крупностью минус 300 мм – 80%. Тип укладки - автотранспортом. Содержание золота в руде, по результатам опробования, составил 0,65г/т, 0,53г/т, 0,57г/т (таблица ниже). Высота штабеля – 30м. В соответствии с вышеуказанной укладкой штабеля до 30м, сезонная производительность установки КВ по руде составит 14000 тыс.т. Средняя плотность орошения – 10-12 л/м²*ч, концентрация цианида в растворах – 0,35г/л. Расход цианида, щелочи – 5000кг/сутки. Период выщелачивания составил от 128 до 162 дней. После понижения содержания в продуктивном растворе до 0,1мг/л, орошение остановили. После чего, данный штабель разобрали, и опробовали руду, получили остаточное содержание 0,08 – 0,09 г/т. Извлечение составило 82,63%.

Отношение Ж:Т - 2600059,3 м³ : 1832893,16т. Расход NaCN – 0,26 кг/т; NaOH – 0,30 кг/т.

Извлечение по необработанной руде

РП	Ячейки	Недр руда, объем, т	Сод. Au до выщ-ия, г/т	металл Au, до выщ-ия, г	Сод. Au после выщ-ия, г/т	Извл. Me, гр	Остал. Me, гр	% извлече-ния	Дата ввода в орошение	Дата вывода из орошения	Кол-во дней в ороше-нии	
1	1	79599	0,48	38553,97	0,12	28966,32	9587,65	75,13	09.08.2018	18.12.2018	131	
	2	55596,8	0,63	35182,56	0,11	28833,44	6349,11	81,95	09.08.2018	18.12.2018	131	
	3	24494,1	0,40	9718,91	0,10	7270,62	2448,30	74,81	09.08.2018	18.12.2018	131	
	4	52583,9	1,00	52821,10	0,10	47327,07	5494,03	89,60	09.08.2018	18.12.2018	131	
	5	50730,96	0,68	34668,86	0,11	29105,36	5563,50	83,95	09.08.2018	18.12.2018	131	
	6	25416,1	0,58	13539,30	0,10	10946,86	2592,44	80,85	09.08.2018	18.12.2018	131	
	7	69986	0,84	58833,14	0,12	50351,21	8651,93	85,39	10.08.2018	18.12.2018	130	
	8	86783	0,58	48134,72	0,11	38675,52	9476,80	80,32	11.08.2018	18.12.2018	129	
	9	63051,2	0,63	40147,36	0,12	32703,35	7444,01	81,46	12.08.2018	18.12.2018	128	
	Итого:		508301,06	0,65	331619,91	0,11	274010,74	40926,35	82,63			
	2	1	103344,5	0,50	51632,30	0,08	43179,71	8452,60	83,63	24.08.2018	06.02.2019	166
2		102504,8	0,53	54587,91	0,10	44027,47	10560,44	80,65	24.08.2018	06.02.2019	166	
3		139683,2	0,57	79808,70	0,09	66727,55	13081,05	83,61	25.08.2018	06.02.2019	165	
5		54775,4	0,46	25196,68	0,10	19670,58	5526,11	78,07	31.08.2018	06.02.2019	159	
6		88539,3	0,40	35604,61	0,09	27234,04	8370,57	76,49	02.09.2018	06.02.2019	157	
7		85395,2	0,53	45300,03	0,10	36671,24	8628,79	80,95	09.09.2018	04.02.2019	148	
8		92384,4	0,60	55070,81	0,08	47309,02	7761,79	85,91	10.09.2018	04.02.2019	147	
9		90112,8	0,63	56399,55	0,09	47909,21	8490,34	84,95	12.09.2018	04.02.2019	145	
10		48852,5	0,52	25360,93	0,07	21705,85	3654,17	85,59	13.09.2018	06.02.2019	146	
Итого:		805592,10	0,53	428960,62	0,09	354434,76	40926,35	82,63				
3	1	71000	0,61	43310,00	0,08	37659,52	5650,48	86,95	28.10.2018	15.03.2019	138	
	2	56000	0,61	34160,00	0,09	28891,81	5276,19	84,55	24.10.2018	15.03.2019	142	
	3	56000	0,46	26038,40	0,08	21560,42	4478,08	82,80	05.10.2018	15.03.2019	161	
	4	56000	0,45	25200,00	0,08	20722,00	4478,00	82,23	04.10.2018	15.03.2019	162	
	5	56000	0,53	29638,22	0,09	24350,51	5302,71	82,12	04.10.2018	15.03.2019	162	
	6	56000	0,47	26118,04	0,11	19689,37	6428,67	76,39	04.10.2018	15.03.2019	162	
	7	56000	0,71	39601,97	0,12	33011,54	6590,63	83,36	04.10.2018	15.03.2019	162	
	8	56000	0,64	36023,08	0,11	29807,40	6215,69	82,75	04.10.2018	15.03.2019	162	
	9	56000	0,61	34036,34	0,12	27360,63	6675,71	80,39	04.10.2018	15.03.2019	162	
Итого:		519000,00	0,57	294141,14	0,10	243043,00	40926,35	82,63				

Главный металлург МК Гросс

Металлург МК Гросс

Согласовано

Главный технолог УК

Демиденко К.В.

Корчагин А.Н.

Ермаков Д.В.

Приложение Д – Расчет класса опасности отхода
«Неотмытый кек выщелачивания (Отработанный рудный штабель –
влажность 10,5%)»

Расчет проведен программой 'Расчет класса опасности отходов' (Версия 4.0) (с) ИНТЕГРАЛ 2001-2016
в соответствии с "Критерии отнесения отходов к I - V классу опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду",
Утверждены приказом № 536 МПР России от 04 декабря 2014 года.

Организация: АО "Иргиредмет" _ Регистрационный номер: 01-01-0017

Состав отхода:

N	Название компонента	Сi [мг/кг]	Wi [мг/кг]	Ki
1.	Кадмий (согласно Приложения 4 приказа МПР России от 04.12.2014 № 536)	1.790	309.03000	0.00579
2.	Марганец (согласно Приложения 4 приказа МПР России от 04.12.2014 № 536)	358.000	7356.42000	0.04866
3.	Медь (согласно Приложения 4 приказа МПР России от 04.12.2014 № 536)	8.055	2840.10000	0.00284
4.	Мышьяк (согласно Приложения 4 приказа МПР России от 04.12.2014 № 536)	107.400	493.55000	0.21761
5.	Никель (согласно Приложения 4 приказа МПР России от 04.12.2014 № 536)	17.000	1536.97000	0.01106
6.	Стронций (согласно Приложения 4 приказа МПР России от 04.12.2014 № 536)	51.015	6118.81000	0.00834
7.	Свинец (согласно Приложения 4 приказа МПР России от 04.12.2014 № 536)	2.690	650.63000	0.00413
8.	Хром трехвалентный(согласно Приложения 4 приказа МПР России от 04.12.2014 № 536)	116.350	3630.78000	0.03205
9.	Цинк (согласно Приложения 4 приказа МПР России от 04.12.2014 № 536)	32.220	2511.89000	0.01283
10.	Сурьмы неорганические соединения (в пересчете на сурьму)	2.690	464.15900	0.00580
11.	Вода	105000.000	1000000.00000	0.10500
12.	Барий и его соли (ацетат, нитрат, нитрит, хлорид) (в пересчете на барий)	984.500	843.19100	1.16759
13.	Породообразующие*	893058.160	1000000.00000	0.89306
14.	Цианиды	6.970	215.44300	0.03235
15.	Цирконий и его неорганические соединения (диоксид, карбид, нитрид и др.) (в пересчете на цирконий)	8.950	215.44300	0.04154
16.	Бериллий и его соединения (в пересчете на бериллий)	1.790	12.69000	0.14106
17.	Ванадий	116.350	1467.79900	0.07927
18.	Вольфрам	8.950	599.48400	0.01493
19.	диСкандий триоксид (Скандия оксид)	5.370	39.81100	0.13489
20.	Иттрий оксид (Иттрия окись) (в пересчете на иттрий)	9.850	215.44300	0.04572
21.	Кобальта неорганические соединения (в пересчете на кобальт)	9.850	554.10200	0.01778
22.	Лантан (III) окись (Лантан оксид)	26.500	215.44300	0.12300
23.	Молибден	26.850	334.04800	0.08038
24.	Олово	8.950	25118.86400	0.00036
25.	Сульфаты	13.020	16681.00500	0.00078
26.	Тиоцианаты	0.060	215.44300	0.00028
27.	Хлориды	16.670	16681.00500	0.00100
	ИТОГО:	1000000.000		3.22807

Породообразующие* - отнесены все компоненты, для которых выполняется п.11 Приказа Министерства природных ресурсов и экологии России №536 от 4 декабря 2014г. «Компоненты отходов, состоящие

117



АО «Иргиредмет»: тел. (3952) 728-729, факс: +7 (3952) 33-08-33 e-mail: gold@irgiredmet.ru

из таких химических элементов как кислород, азот, углерод, фосфор, сера, кремний, алюминий, железо, натрий, калий, кальций, магний, титан в концентрациях, не превышающих их содержание в основных типах почв, относятся к практически неопасным компонентам отходов с относительным параметром опасности компонента отхода для окружающей среды (X_{i}), равным 4, и, следовательно, коэффициентом степени опасности компонента отхода для окружающей среды (W_{i}), равным 10(6)»

Примечание:

1. C_i - концентрация i -го компонента в отходе.
2. W_i - коэффициент степени опасности i -го компонента опасного отхода для ОПС.
3. $K_i = C_i/W_i$ - показатель степени опасности i -го компонента опасного отхода для ОПС.
4. Информация о свойствах компонентов отходов относится к исходным данным пользователя. Ответственность за их полноту и актуальность несет пользователь программы.

$$\sum K_i = 3.228.$$

$$\sum K_i \leq 10.$$

Класс опасности отхода: 5.

**Приложение Е – Расчет класса опасности отхода
«Осадок после хлорирования растворов – влажность 94%»**

Расчет проведен программой 'Расчет класса опасности отходов' (Версия 4.0) (с) ИНТЕГРАЛ 2001-2016
в соответствии с "Критерии отнесения отходов к I - V классу опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду",
Утверждены приказом № 536 МПР России от 04 декабря 2014 года.

Организация: АО "Иргиредмет" _ Регистрационный номер: 01-01-0017

Состав отхода:

N	Название компонента	Ci [мг/кг]	Wi [мг/кг]	Ki
1.	Марганец (согласно Приложения 4 приказа МПР России от 04.12.2014 № 536)	339.300	7356.42000	0.04612
2.	Медь (согласно Приложения 4 приказа МПР России от 04.12.2014 № 536)	18.000	2840.10000	0.00634
3.	Мышьяк (согласно Приложения 4 приказа МПР России от 04.12.2014 № 536)	33.600	493.55000	0.06808
4.	Никель (согласно Приложения 4 приказа МПР России от 04.12.2014 № 536)	12.000	1536.97000	0.00781
5.	Свинец (согласно Приложения 4 приказа МПР России от 04.12.2014 № 536)	3.000	650.63000	0.00461
6.	Цинк (согласно Приложения 4 приказа МПР России от 04.12.2014 № 536)	34.200	2511.89000	0.01362
7.	Сурьмы неорганические соединения (в пересчете на сурьму)	6.000	464.15900	0.01293
8.	Вода	940000.000	1000000.00000	0.94000
9.	Породообразующие*	52669.954	1000000.00000	0.05267
10.	Цианиды	0.037	215.44300	0.00017
11.	Железо общее	270.000	6309.57300	0.04279
12.	Кальций	1397.140	89293.46400	0.01565
13.	Кобальта неорганические соединения (в пересчете на кобальт)	18.000	554.10200	0.03248
14.	Сера общая	4020.000	11188.72200	0.35929
15.	Сульфаты	114.680	16681.00500	0.00687
16.	Тиоцианаты	0.009	215.44300	0.00004
17.	Хлориды	1064.080	16681.00500	0.06379
	ИТОГО:	1000000.000		1.67326

Породообразующие* - отнесены все компоненты, для которых выполняется п.11 Приказа Министерства природных ресурсов и экологии России №536 от 4 декабря 2014г. «Компоненты отходов, состоящие из таких химических элементов как кислород, азот, углерод, фосфор, сера, кремний, алюминий, железо, натрий, калий, кальций, магний, титан в концентрациях, не превышающих их содержание в основных типах почв, относятся к практически неопасным компонентам отходов с относительным параметром опасности компонента отхода для окружающей среды (X_{i_i}), равным 4, и, следовательно, коэффициентом степени опасности компонента отхода для окружающей среды (W_{i_i}), равным 10(6)»

Примечание:

1. C_i - концентрация i-го компонента в отходе.
2. W_i - коэффициент степени опасности i-го компонента опасного отхода для ОПС.
3. $K_i = C_i/W_i$ - показатель степени опасности i-го компонента опасного отхода для ОПС.
4. Информация о свойствах компонентов отходов относится к исходным данным пользователя. Ответственность за их полноту и актуальность несет пользователь программы.

$$\sum K_i = 1.673.$$

$$\sum K_i \leq 10.$$

Класс опасности отхода: 5.

Приложение Ж – Протокол биотестирования отхода

Росприроднадзор
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Центр лабораторного анализа и технических измерений по Сибирскому федеральному округу»
Филиал «ЦЛАТИ по Восточно-Сибирскому региону» ФГБУ «ЦЛАТИ по СФО» - г. Иркутск
Испытательный центр ЦЛАТИ по Восточно-Сибирскому региону

Место осуществления деятельности: Россия,
665830, Иркутская обл., г. Ангарск, квартал 78,
д. 7, тел./факс. (3955) 52-38-03, angclati@mail.ru

Аттестат аккредитации
№ RA.RU.512318
Дата начала действия:
27.07.2015

УТВЕРЖДАЮ
Начальник Ангарского отдела
лабораторного анализа и
технических измерений
Н.В. Васильева
« 17 » февраля 2020 г.
м.п.



ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ ОТХОДОВ №АН61ОТ от 27.02.2020 на 3 листах в 2-х экземплярах

Экземпляр № 1

1. **Наименование и адрес Заказчика:** АО «Иргиредмет»
Юридический адрес: 664025, Иркутская область, г. Иркутск, бульвар Гагарина, 38
Почтовый адрес: 664025, Иркутская область, г. Иркутск, бульвар Гагарина, 38
2. **Наименование и адрес предприятия:** —
3. **Основание для отбора проб:** счет №013/АНГ/20 от 12.02.2020
4. **Объект контроля:** отходы производства и потребления
5. **Наименование отхода:** отход (рудный штабель) кучного выпелачивания месторождения Гросс неотмытый
6. **Протокол отбора проб (протокол приемки проб):** сопроводительный лист №5, 6 от 12.02.2020 АО "Иргиредмет" (№АН26О от 12.02.2020)
7. **Цель исследования проб(ы):** определение класса опасности отхода методом биотестирования
8. **Место отбора проб, номер проб(ы) по регистрации в отделе и шифр проб(ы) по протоколу отбора проб (протоколу приемки проб):** Иркутская область, г.Иркутск, бульвар Гагарина, 38

№ пробы	Шифр пробы	Место отбора проб
254	5	лаборатория металлургии №7

9. **Процедура пробоподготовки:** согласно ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04, ФР.1.39.2007.03222

10. Дата и время:

	дата	12.02.2020	время	—
• отбора проб	дата	12.02.2020	время	13:10
• поступления проб на испытание	начало	12.02.2020	время	14:00
• пробоподготовка	окончание	17.02.2020	время	09:00
	начало	17.02.2020	время	09:00
• выполнение испытаний	окончание	21.02.2020	время	09:00

Лист 1 из 3 листов

120



АО «Иргиредмет»: тел. (3952) 728-729, факс: +7 (3952) 33-08-33 e-mail: gold@irgiredmet.ru

Продолжение протокола
испытаний отходов № АН61ОТ
от 27 февраля 2020 г.

ИСПЫТАНИЯ НА ТОКСИЧНОСТЬ

Характеристика условий испытаний и внешних факторов водной вытяжки:
Тест-объект (*Daphnia magna* Straus):

Таблица 1

Показатель контроля	Нормы	Кратность разбавления	В начале биотестирования (в трех параллельных сериях) Дата: 17.02.2020			При завершении биотестирования (в трех параллельных сериях) Дата: 21.02.2020		
Водородный показатель рН, ед. рН	7,0-8,5 ед. рН	контроль	8,2	8,2	8,2	7,9	7,9	7,9
		1	8,2	8,2	8,2	7,9	7,9	7,9
		2	8,2	8,2	8,2	7,9	7,9	7,9
		4	8,2	8,2	8,2	7,9	7,9	7,9
Температура °С	(20 ± 2)°С	контроль	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1
		1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1
		2	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1
		4	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1
Растворенный кислород мг/дм ³	В начале биотестирования ≥ 6,0 мг/дм ³ При завершении биотестирования ≥ 2,0 мг/дм ³	контроль	8,8	8,8	8,8	4,3	4,3	4,3
		1	8,1	8,1	8,1	4,2	4,2	4,2
		2	8,4	8,4	8,4	4,3	4,3	4,3
		4	8,2	8,2	8,2	4,2	4,2	4,2

Характеристика условий испытаний и внешних факторов водной вытяжки:
Тест-объект (*Chlorella vulgaris* Beijer):

Таблица 2

Показатель контроля	Нормы	Объекты	В начале биотестирования Дата: 17.02.2020
Водородный показатель рН, ед. рН	7,0-8,5 ед. рН	контроль	7,0
		вытяжка пробы	8,2
Температура среды, °С	(36,0 ± 0,5)°С	контроль	36,2
		вытяжка пробы	36,2

Лист 2 из 3 листов

Продолжение протокола
испытаний отходов № АН610Т
от 27 февраля 2020 г.

Таблица 3

Метод испытаний (используемый тест-объект)	Объем водной вытяжки	Сухой остаток водной вытяжки мг/дм ³	Продолжительность испытаний	Результаты биотестирования			Оценка тестируемой пробы
				Кратность разбавления	Смертность дафний к контролю в %	Отклонение численности клеток водорослей к контролю в %	
ФР 1.39.2007.03222 (Daphnia magna Straus)	1 дм ³	102±11	96 часов	1 2 4	0 0 0	-	Не оказывает острого токсического действия БКР ₁₀₋₉₆ = 1 раз
ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04 (Chlorella vulgaris Beijer)	1 дм ³	102±11	22 часа	1 10 100 1000	-	16 5 2 +9	Не оказывает острого токсического действия ТКР = 1 раз

На основании результатов биотестирования отходы производства и потребления (отход (рудный штабель) кучного выщелачивания месторождения Гросс неотмытый) относятся к 5 (пятому) классу опасности отходов для окружающей среды.

* Класс опасности отхода установлен в соответствии с приказом МПР России от 04.12.2014г. № 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду».

Ответственный за оформление
протокола испытаний



С.Н. Манохина

Протокол оформлен в 2-х экземплярах. Экземпляр № 1 – для Заказчика, экземпляр № 2 - для Испытательного центра ЦЛАТИ по Восточно-Сибирскому региону.
Информация, указанная в Протоколе, строго конфиденциальна. Перепечатка и копирование только с письменного разрешения Испытательного центра ЦЛАТИ по Восточно-Сибирскому региону
Примечание: в случае отбора проб Заказчиком или иной другой организацией результаты анализа, представленные в настоящем Протоколе, распространяются только на проанализированные пробы.

Лист 3 из 3 листов

Приложение И - Справка о метрологическом обеспечении

Таблица ПИ 1 – Справка о метрологическом обеспечении технологического процесса

Измеряемые параметры технологического процесса с указанием точек замера	Рабочий диапазон измерений	Допустимый предел погрешности измерения, %	Допустимый предел запаздывания информации	Периодичность измерения	Рекомендуемые способы измерения
Отделение рудоподготовки					
Содержание золота в исходной руде, г/т	0,3÷1,0	10	1 сутки	При формировании рудного штабеля	Пробирный с атомно-абсорбционным окончанием
Масса руды, укладываемой в штабель, т	26000000	5	1 смена	При формировании рудного штабеля	Маркшейдерский
Массовая доля воды в руде, %	5÷7	10-15	сутки	смена	Весовой
Отделение кучного выщелачивания цианистыми растворами					
Объемный расход цианистого раствора м ³ /ч	3000÷5000	5	2 ч	Непрерывно	Индукционный расходомер
Объемный расход золотосодержащего раствора, м ³ /ч	3000÷5000	5	1 ч	Непрерывно	Индукционный расходомер
Массовая концентрация золота в жидкой фазе, г/м ³ <ul style="list-style-type: none"> • продуктивный раствор • обеззолоченный раствор 	0,1÷15 0,01-0,1	10,0	2 ч 2 ч	2÷3 ч	Атомно-абсорбционный

Продолжение таблицы ПИ 1

Измеряемые параметры технологического процесса с указанием точек замера	Рабочий диапазон измерений	Допустимый предел погрешности измерения, %	Допустимый предел запаздывания информации	Периодичность измерения	Рекомендуемые способы измерения
Массовая концентрация цианистого натрия, г/л • в золотосодержащих растворах • в обеззолоченных растворах • в исходных цианистых растворах	0,6-0,8 0,6-0,8 0,6-0,8	10	1 ч 1 ч 1 ч	2÷3 ч	Объемный титриметрический
Концентрация водородных ионов (рН) • в золотосодержащих растворах • в обеззолоченных растворах • в исходных цианистых растворах	10÷11 10÷11 11÷12	3,0	1ч	Непрерывно	Потенциометрический способ с использованием стеклянного электрода
Расход реагентов, м ³	По технологической карте	2,5	-	Непрерывно	Индукционный расходомер
Отделение десорбции золота с насыщенных активированных углей					
Массовая концентрация золота в товарном-элюате, г/м ³ :	1000÷2000	5,0	1 ч	1 ч	Атомно-абсорбционный анализ
Содержание золота в угле, г/кг: в насыщенном в регенерированном	600,0÷700 0,05÷0,1	5÷10 5÷10	Сутки Сутки	12 ч 12 ч	Пробирный
Массовая концентрация гидроксида натрия, г/л: в элюенте в растворе нейтрализации кислоты	3÷5 15÷20	5,0 5,0	1 ч 1 ч	1 смена	Титриметрический, объемный метод
Концентрация водородных ионов (рН) в растворе: кислотной обработки нейтрализации	0÷3 6÷8	5,0 5,0	1 ч 1 ч	Непрерывно	Потенциометрический

Продолжение таблицы ПИ 1

Измеряемые параметры технологического процесса с указанием точек замера	Рабочий диапазон измерений	Допустимый предел погрешности измерения, %	Допустимый предел запаздывания информации	Периодичность измерения	Рекомендуемые способы измерения
Сила электрического тока на электродах, А	до 2000	2,0	-	Непрерывно	Амперметр
Напряжение электрического тока на электролизере, В	до 4,5	2,0	-	Непрерывно	Вольтметр
Отделение прокатки и плавки катодного осадка					
Масса катодного осадка, кг	10÷40	2,0	10 сут.	Периодически	Гравиметрический
Температура, °С					
сушки-прокатки	150÷400	5,0	1 мин	Непрерывно	Термопара с вторичным прибором ХА, ПП
плавки	1250÷1300	5,0	1 мин	В процессе разогрева и загрузки шихты	Пирометр оптический или радиационный
Масса слитка золота лигатурного, кг	5÷12	0,0002	-	По мере выплавки	Гравиметрический
Отделение обезвреживания					
Расход технологического раствора на обезвреживание, м ³ /ч	по проекту	5,0	0,5	непрерывно	Щелевой расходомер

Продолжение таблицы ПИ 1

Концентрация водородных ионов (рН) в обезвреживаемом растворе	0,0-14,0	5,0	0,05	непрерывно	Потенциометрический способ с использованием стеклянного электрода, например ЭСП-04-14
Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) обезвреживаемого раствора, мВ	-500+500	5,0	0,05	непрерывно	Потенциометрический способ с использованием <i>золотого</i> электрода, например ЭЗ-1
Массовая концентрация гипохлорита в исходном растворе, кг/м ³	20-100	5,0	2,0	Сменная	Титриметрический метод с йодистым калием
Массовая концентрация щелочи в исходном растворе, кг/м ³	50-200	5,0	2,0	Сменная	Титриметрический метод с метиловым оранжевым
Контроль расхода реагентов на 1 м ³ (т) обезвреживаемого продукта, м ³ : гипохлорит кальция щелочь	0,00-0,20	5,0	0,5	Непрерывно Непрерывно	Автоматический дозатор по ОВП и рН
	0,00-0,02	5,0	0,5		
Концентрация цианидов и тиоцианатов в обезвреженных хвостах, мг/л	0,02-100,0	5,0	1,0	6,0	Фотометрический с пиридином и барбитуровой кислотой
Концентрация металлов в обезвреженных хвостах, мг/л	0,02-100,0	5,0	1,0	Сменная	Атомно-адсорбционный

Приложение 2

Сертификаты оборудования



ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ

Заявитель, Общество с ограниченной ответственностью "Кельвион Машимпэкс",
ОГРН: 1027739403713

Адрес: 105082, РОССИЯ, г. Москва, ул. Малая Почтовая, дом 12, строение 1,
Телефон: +74952349503, E-mail: moscow@kelvion.com

в лице Генерального директора Кравцова Валерия Алексеевича

заявляет, что Теплообменники пластинчатые разборные, модели: NT, NX, NH, NF, ND,
NW, NL, NA, NC, LWC, VT, VX, FA, N

изготовитель Общество с ограниченной ответственностью "Кельвион Машимпэкс",
Адрес: 105082, РОССИЯ, г. Москва, ул. Малая Почтовая, дом 12, строение 1,
Предприятие-изготовитель: Общество с ограниченной ответственностью
"Торгово-промышленная компания "Машимпэкс", 141500, Россия, Московская обл.,
г. Солнечногорск, ул. Революции, дом 3
Код ТН ВЭД ЕАЭС 8419500000

Серийный выпуск, ТУ 3612-001-40414846-2016 "Теплообменники пластинчатые разборные"

соответствует требованиям

ТР ТС 010/2011 "О безопасности машин и оборудования"

Декларация о соответствии принята на основании

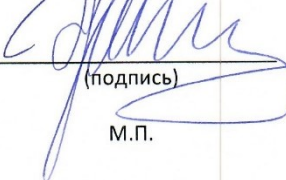
Сертификат на тип продукции № RU C-RU.БЛ08.Т.00047 от 21.04.2017 г., выдан
Органом по сертификации "ИВАНОВО-СЕРТИФИКАТ" Общества с ограниченной
ответственностью "Ивановский Фонд Сертификации" (Аттестат аккредитации
№ RA.RU.11БЛ08). Сертификат системы менеджмента качества ГОСТ ISO 9001:2011
№ РОСС RU.3947.04ЖПД0/CSS.SMC0007 от 16.01.2015 г., выдан ООО "Центр экспертного
сопровождения клиентов", 111033, г. Москва, Таможенный проезд, д. 6, стр. 9, Россия;
Сертификат системы менеджмента качества ГОСТ ISO 9001:2011 № РОСС RU.СМК.00301
от 01.07.2016 г., выдан ООО "ЮНИСЕРТС", 115088, г. Москва, ул. 1-я Дубровская, д. 13,
Россия. ТПР 210-00-000 ОБ от 12.01.2016 г.

Схема декларирования соответствия: 5д

Дополнительная информация

ГОСТ Р ИСО 15547-1-2009 "Нефтяная и газовая промышленность. Пластинчатые
теплообменники. Технические требования", ГОСТ 12.2.003-91 "Система стандартов
безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности".
Условия хранения продукции в соответствии с ГОСТ 15150-69. Условия хранения
конкретного изделия, срок хранения (службы) указываются в прилагаемой к продукции
товаросопроводительной и/или эксплуатационной документации.

**Декларация о соответствии действительна с даты регистрации по 20.04.2022
включительно**


(подпись)
М.П.

Кравцов Валерий Алексеевич

(Ф.И.О. заявителя)

Регистрационный номер декларации о соответствии:
ЕАЭС N RU Д-RU.БЛ08.В.01715

Дата регистрации декларации о соответствии: 24.04.2017

ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ
ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ



Заявитель Общество с ограниченной ответственностью "КЕЛЬВИОН МАШИМПЭКС"

Место нахождения и адрес места осуществления деятельности: Российская Федерация, Москва, 105082, улица Малая Почтовая, дом 12, строение 1, основной государственный регистрационный номер: 1027739403713, номер телефона: +74952349503, адрес электронной почты: moscow@kelvion.com

в лице Генерального директора Кравцова Валерия Алексеевича

заявляет, что Теплообменники пластинчатые разборные, типы: NT, NX, NH, NF, ND, NW, NL, NA, NC, NP, NQ, NG, LWC, VT, VX, FA, N, CT (категории оборудования – 1 и 2 согласно ТР ТС 032/2013), технические характеристики согласно Приложению № 1, количество листов: 5.

изготовитель Общество с ограниченной ответственностью "КЕЛЬВИОН МАШИМПЭКС". Место нахождения и адрес места осуществления деятельности по изготовлению продукции: Российская Федерация, Москва, 105082, улица Малая Почтовая, дом 12, строение 1. Адреса мест осуществления деятельности по изготовлению продукции согласно Приложению № 2, количество листов: 1.

Продукция изготовлена в соответствии с Техническими условиями ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные».

Код ТН ВЭД ЕАЭС 8419500000. Серийный выпуск

соответствует требованиям

ТР ТС 032/2013 "О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением"

Декларация о соответствии принята на основании

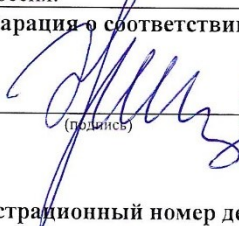
Протокола заводских испытаний № 12-0137-01 от 24.12.2020 года, выданного ООО "Кельвион Машимпэкс", Россия. Обоснование безопасности № ТПР 210-00-001 ОБ от 17.12.2020 года. Паспорт оборудования № б/н от 27.11.2020 года. Руководство по монтажу и эксплуатации. Расчет на прочность теплообменника пластинчатого разборного по РД 26-01-86-88. Протокол гидравлических испытаний № ГИ 20-02-0137 от 27.11.2020 года. Протокол ВИК сварных соединений № ВК 20-02-0137/1 от 18.11.2020 года. Протокол капиллярного контроля сварных соединений № КК 20-02-0137/1 от 18.11.2020 года. Документы о квалификации специалистов и персонала.

Схема декларирования 1д

Дополнительная информация

Условия хранения продукции в соответствии с ГОСТ 15150-69. Условия хранения конкретного изделия, срок хранения (службы) указываются в прилагаемой к продукции товаросопроводительной и/или эксплуатационной документации, Сертификат системы менеджмента качества ISO 9001:2015 №19.1400.026 от 14 августа 2019, выдан ОССК "Ассоциация по сертификации «Русский Регистр»", Россия. Сертификат системы менеджмента качества ГОСТ Р ИСО 9001:2015 (ISO 9001:2015) № РОСС RU.СМК.000312 от 28.06.2018, выдан ООО "ЮНИСЕРТС", 115088, г. Москва, ул. 1-я Дубровская, д. 13, Россия.

Декларация о соответствии действительна с даты регистрации по 24.12.2025 включительно


(подпись)



Кравцов Валерий Алексеевич

(Ф.И.О. заявителя)

Регистрационный номер декларации о соответствии: ЕАЭС N RU Д-RU.НА80.В.00405/20

Дата регистрации декларации о соответствии: 25.12.2020

ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1 лист 1

К ДЕКЛАРАЦИИ О СООТВЕТСТВИИ ЕАЭС N RU Д-RU.НА80.В.00405/20

Перечень продукции, на которую распространяется действие декларации о соответствии

Полное наименование продукции	Сведения о продукции, обеспечивающие ее идентификацию (тип, марка, модель, артикул и др.)	Коды ТН ВЭД ЕАЭС	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
Теплообменники пластинчатые разборные тип NT	емкость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 2,5 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»
Теплообменники пластинчатые разборные тип NX	емкость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 3,0 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»
Теплообменники пластинчатые разборные тип NH	емкость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 3,0 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»
Теплообменники пластинчатые разборные тип NF	емкость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 1,0 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»

Заявитель


 подпись _____
 М. П.  Кравцов Валерий
 Алексеевич
 (Ф.И.О. заявителя)

ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1 лист 2

К ДЕКЛАРАЦИИ О СООТВЕТСТВИИ ЕАЭС N RU Д-RU.НА80.В.00405/20

Полное наименование продукции	Сведения о продукции, обеспечивающие ее идентификацию (тип, марка, модель, артикул и др.)	Коды ТН ВЭД ЕАЭС	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
	оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032		
Теплообменники пластинчатые разборные тип ND	вместимость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 2,5 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»
Теплообменники пластинчатые разборные тип NW	вместимость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 2,5 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»
Теплообменники пластинчатые разборные тип NL	вместимость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 3,0 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»
Теплообменники пластинчатые разборные тип NA	вместимость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 3,0 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»

Заявитель


 М. П. 

Кравцов Валерий
Алексеевич
(Ф.И.О. заявителя)

ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1 лист 3

К ДЕКЛАРАЦИИ О СООТВЕТСТВИИ ЕАЭС N RU Д-RU.НА80.В.00405/20

Полное наименование продукции	Сведения о продукции, обеспечивающие ее идентификацию (тип, марка, модель, артикул и др.)	Коды ТН ВЭД ЕАЭС	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
	оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032		
Теплообменники пластинчатые разборные тип NC	емкость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 3,0 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»
Теплообменники пластинчатые разборные тип NP	емкость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 2,5 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»
Теплообменники пластинчатые разборные тип NQ	емкость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 2,5 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»
Теплообменники пластинчатые разборные тип NG	емкость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 2,5 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»

Заявитель


подпись М. П. Кравцов Валерий Алексеевич
(Ф.И.О. заявителя)



ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1 лист 4

К ДЕКЛАРАЦИИ О СООТВЕТСТВИИ ЕАЭС N RU Д-РУ.НА80.В.00405/20

Полное наименование продукции	Сведения о продукции, обеспечивающие ее идентификацию (тип, марка, модель, артикул и др.)	Коды ТН ВЭД ЕАЭС	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
	оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032		
Теплообменники пластинчатые разборные тип LWC	вместимость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 3,0 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»
Теплообменники пластинчатые разборные тип VT	вместимость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 2,5 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»
Теплообменники пластинчатые разборные тип VX	вместимость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 1,6 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»
Теплообменники пластинчатые разборные тип FA	вместимость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 0,6 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»

Заявитель


Подпись



Кравцов Валерий
Алексеевич
(Ф.И.О. заявителя)

ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1 лист 5

К ДЕКЛАРАЦИИ О СООТВЕТСТВИИ ЕАЭС N RU Д-RU.НА80.В.00405/20

Полное наименование продукции	Сведения о продукции, обеспечивающие ее идентификацию (тип, марка, модель, артикул и др.)	Коды ТН ВЭД ЕАЭС	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
	оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032		
Теплообменники пластинчатые разборные тип N	вместимость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 1,6 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»
Теплообменники пластинчатые разборные тип СТ	вместимость от 0,001 м3 до 16,0 м3 включительно, максимально допустимое рабочее давление до 0,6 МПа, предназначенные для работы с газами или жидкостями групп 1 или 2, категория оборудования 1 или 2 по ТР ТС 032	8419500000	Технические условия ТУ 28.25.11-001-40414846-2020 «Теплообменники пластинчатые разборные»

Заявитель



Подпись



М. П.

Кравцов Валерий
Алексеевич

(Ф.И.О. заявителя)

ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2 лист 1

К ДЕКЛАРАЦИИ О СООТВЕТСТВИИ ЕАЭС N RU Д-RU.НА80.В.00405/20

Перечень предприятий изготовителей продукции, на которую распространяется действие
декларации о соответствии

Полное наименование предприятия-изготовителя	Адрес (место нахождения)
Общество с ограниченной ответственностью "Торгово-промышленная компания "Машимпэкс"	Российская Федерация, Московская область, 141500, г. Солнечногорск, ул. Революции, дом 3
Общество с ограниченной ответственностью "Торгово-промышленная компания "Машимпэкс"	Российская Федерация, Новосибирская область, 630068, г. Новосибирск, ул. Твардовского, дом 3.

Заявитель


подпись


М.П.

Кравцов Валерий
Алексеевич
(Ф.И.О. заявителя)

ТАМОЖЕННЫЙ СОЮЗ		
СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ		
№ ТС <u>RU C-RU.AI30.B.02213</u>		
Серия RU № 0360484		
ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ Орган по сертификации продукции "ИВАНОВО-СЕРТИФИКАТ" Общества с ограниченной ответственностью "Ивановский Фонд Сертификации"; Адрес: 153032, Российская Федерация, Ивановская область, город Иваново, улица Станкостроителей, дом 1; Фактический адрес: 153032, Россия, Ивановская обл., г. Иваново, ул. Станкостроителей, дом 1; Телефон: (4932) 23-97-48, (4932) 49-19-95, (4932) 49-19-97; Факс: (4932) 23-97-48, (4932) 49-19-95, (4932) 49-19-97; E-mail: ivfs@mail.ru; Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.11AI30 от 20.06.2014 г., выдан Федеральной службой по аккредитации		
ЗАЯВИТЕЛЬ Общество с ограниченной ответственностью "Кельвион Машинпэкс", Адрес: 105082, РОССИЯ, г. Москва, ул. Малая Почтовая, дом 12, строение 1 ОГРН: 1027739403713, Телефон: +74952349503, Факс: +74952349504, E-mail: moscow@kelvion.com		
ИЗГОТОВИТЕЛЬ Общество с ограниченной ответственностью "Кельвион Машинпэкс", Адрес: 105082, РОССИЯ, г. Москва, ул. Малая Почтовая, дом 12, строение 1 Заводы фирмы-изготовителя см. приложение (бланк № 0244222) Телефон: +74952349503, Факс: +74952349504		
ПРОДУКЦИЯ Теплообменники пластинчатые разборные, типы: NT, NX, NH, NF, ND, NW, NL, NA, NC, LWC, VT, VX, FA, N, CT с максимально допустимым рабочим давлением до 3,0 МПа включительно, технические характеристики см. приложение (бланк № 0244223). Серийный выпуск, Технические условия ТУ 3612-001-40414846-2016 "Теплообменники пластинчатые разборные".		
КОД ТН ВЭД ТС 8419500000		
СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ ТР ТС 032/2013 "О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением"		
СЕРТИФИКАТ ВЫДАН НА ОСНОВАНИИ Протоколы испытаний № 151109/П-01И, № 151109/П-02И от 09.11.2015 г. - ИЛ "Ивановский Центр Сертификации" ООО "Ивановский Фонд Сертификации" (Аттестат аккредитации № RA.RU.21AЮ21, бессрочный), 153032, г. Иваново, ул. Станкостроителей, д. 1. Обоснование безопасности № ТПР 210-00-000 ОБ от 12 января 2016 г. Акт анализа состояния производства № 15090202/ТРТС/РА от 11.09.2015 г., выдан ОС продукции "ИВАНОВО-СЕРТИФИКАТ" ООО "Ивановский Фонд Сертификации" (Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.11AI30 до 01.03.2016 г.) 153032, г. Иваново, ул. Станкостроителей, д. 1. Сертификат системы менеджмента качества ГОСТ ISO 9001:2011 (ISO 9001:2008) № РОСС RU.3947.04ЖПДО/CSS.SMC.0007 от 24.12.2015 г., выдан ОССК системы "IQ Cert" ООО "Центр экспертного сопровождения клиентов", 111033, г. Москва, Таможенный проезд, д. 6, стр. 9, Россия. Сертификат системы менеджмента качества ГОСТ ISO 9001:2011 № РОСС RU.I282.04ЦИ00/СМК.04806 от 16.05.2013 г., выдан ОССК системы "СТАНДАРТ-СЕРТИФИКА" ООО "Гарант-Тест", 123154, г. Москва, ул. Саляма Адила, д. 9, корп. 3, пом. 1, комн. 9, Россия.		
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ Условия хранения продукции в соответствии с ГОСТ 15150-69. Условия хранения конкретного изделия, срок хранения (службы) указываются в прилагаемой к продукции товаросопроводительной и/или эксплуатационной документации. Схема сертификации: 1с		
СРОК ДЕЙСТВИЯ 15.02.2016	ПО 14.02.2021	ВКЛЮЧИТЕЛЬНО
	Руководитель (уполномоченное лицо) органа по сертификации Эксперт (эксперт-аудитор) (эксперты (эксперты-аудиторы))	Уткин А.П. (инициалы, фамилия) Уткин С.А. (инициалы, фамилия)

Бланк изготовлен ЗАО "ОПЦИОН" www.opcion.ru (лицензия № 05-05-03/03 ФНС РФ), тел. (495) 726-4742, Москва, 2013

ТАМОЖЕННЫЙ СОЮЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ

К СЕРТИФИКАТУ СООТВЕТСТВИЯ № ТС RU C-RU.AИЗО.В.02213

Серия RU № 0244222

Перечень предприятий-изготовителей продукции, на которую распространяется действие сертификата соответствия

Полное наименование предприятия-изготовителя	Адрес (место нахождения)
Общество с ограниченной ответственностью "Торгово-промышленная компания "Машимпэк"	141500, РОССИЯ, Московская обл., г. Солнечногорск, ул. Революции, 3
Общество с ограниченной ответственностью "Торгово-промышленная компания "Машимпэк"	630068, РОССИЯ, г. Новосибирск, ул. Твардовского, 3



Руководитель (уполномоченное лицо) органа по сертификации

Эксперт (эксперт-аудитор)
(эксперты (эксперты-аудиторы))

(Handwritten signature)
(подпись)

Уткин А.П.
(инициалы, фамилия)

Уткин С.А.
(инициалы, фамилия)

Бланк изготовлен ЗАО «ОЦЦИОНТ» www.ozcion.ru (лицензия № 05-0546003 ФНС РФ), тел. (495) 726-4742, Москва, 2013

ТАМОЖЕННЫЙ СОЮЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ

К СЕРТИФИКАТУ СООТВЕТСТВИЯ № ТС RU C-RU.AИ30.B.02213

Серия RU № 0244223

Технические характеристики теплообменников пластинчатых разборных, типов: NT, NX, NH, NF, ND, NW, NL, NA, NC, LWC, VT, VX, FA, N, CT с максимально допустимым рабочим давлением до 3,0 МПа включительно 3-ей категории по ТР ТС 032/2013 указаны в таблице 1

Таблица 1

Среды	Группы рабочих сред	Максимально допустимое рабочее давление, МПа	Вместимость оборудования, м ³	Произведение значения максимально допустимого рабочего давления на значение вместимости, МПа x м ³
1. Газы; 2. Сжиженные газы, растворенные под давлением; 3. Пары	1	свыше 0,05	свыше 0,001	свыше 0,02 до 0,1 включительно
	2	свыше 0,05	свыше 0,001 до 1 включительно	свыше 0,1 до 0,3 включительно
		свыше 0,05 до 0,4 включительно	свыше 1	не нормируется

Технические характеристики теплообменников пластинчатых разборных, типов: NT, NX, NH, NF, ND, NW, NL, NA, NC, LWC, VT, VX, FA, N, CT с максимально допустимым рабочим давлением до 3,0 МПа включительно 4-ой категории по ТР ТС 032/2013 указаны в таблице 2

Таблица 2

Среды	Группы рабочих сред	Максимально допустимое рабочее давление, МПа	Вместимость оборудования, м ³	Произведение значения максимально допустимого рабочего давления на значение вместимости, МПа x м ³
1. Газы; 2. Сжиженные газы, растворенные под давлением; 3. Пары	1	свыше 0,05	свыше 0,001	свыше 0,1
	2	свыше 0,4	свыше 0,001 до 1 вкл.	свыше 0,3
		свыше 0,4	свыше 1	не нормируется



Руководитель (уполномоченное лицо) органа по сертификации
Эксперт (эксперт-аудитор)
(эксперты (эксперты-аудиторы))

(подпись)
(подпись)

Уткин А.П.
(инициалы, фамилия)
Уткин С.А.
(инициалы, фамилия)

Бланк изготовлен ЗАО "ОПЦИОН", www.opcion.ru, лицензия № 05-55-03/03-03 ФНС РФ, тел. (495) 725-4742, Москва 2013

Насосы

ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ



Заявитель АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ЗУЛЬЦЕР НАСОСЫ"

Место нахождения и адрес места осуществления деятельности: Российская Федерация, Санкт-Петербург, 195220, проспект Гражданский, дом 11, 10-й этаж, основной государственный регистрационный номер: 1027810251920, номер телефона: +78123247427, адрес электронной почты: spb@sulzer.com

в лице генерального директора Звягина Алексея Валентиновича

заявляет, что Оборудование насосное: продукция по приложению № 1, количество листов: 1

изготовитель "SULZER PUMPS FINLAND OY". Место нахождения и адрес места осуществления деятельности по изготовлению продукции: P.O. BOX 66, FIN-48601 KOTKA, Finland, Финляндия. Филиал завода-изготовителя согласно приложению № 2, количество листов: 1.

Продукция изготовлена в соответствии с директивой 2006/42/ЕС (О безопасности машин и оборудования - Machinery Directive); директивой 2014/35/EU (О низковольтном оборудовании - Low Voltage Directive LVD); директивой 2014/30/EU (О электромагнитной совместимости - Electromagnetic compatibility EMC).

Код ТН ВЭД ЕАЭС 8413708100, 8413702100, 8413708900. Серийный выпуск

соответствует требованиям

ТР ТС 004/2011 "О безопасности низковольтного оборудования", ТР ТС 010/2011 "О безопасности машин и оборудования", ТР ТС 020/2011 "Электромагнитная совместимость технических средств"

Декларация о соответствии принята на основании

Протокол испытаний № ГТД/072020/5615 от 27.03.2020 года, выданный Испытательной лабораторией Общества с ограниченной ответственностью "ГЕРТЕК", аттестат аккредитации № РОСС RU.31112.ИЛ0038, Протокол испытаний № ГТД/072020/5616 от 27.03.2020 года, выданный Испытательной лабораторией Общества с ограниченной ответственностью "ГЕРТЕК", аттестат аккредитации № РОСС RU.31112.ИЛ0038, Протокол испытаний № ГТД/072020/5617 от 27.03.2020 года, выданный Испытательной лабораторией Общества с ограниченной ответственностью "ГЕРТЕК", аттестат аккредитации № РОСС RU.31112.ИЛ0038.

Схема декларирования 1д

Дополнительная информация

Срок службы – 10 лет. Хранить в крытых отапливаемых и вентилируемых помещениях, исключающих воздействие прямых солнечных лучей, атмосферных осадков, при температуре окружающего воздуха от -25 до +35 °С, относительной влажности воздуха до 70%. В помещениях, где хранятся продукция и элементы изделий, не должно быть паров кислот, щелочей. Срок хранения – 10 лет. ГОСТ 12.2.003-91 "Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности"; ГОСТ 12.2.007.0-75 "Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Изделия электротехнические. Общие требования безопасности"; ГОСТ 30804.6.2-2013 (IEC 61000-6-2:2005) "Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний"; ГОСТ 30804.6.4-2013 (IEC 61000-6-4:2006) "Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитные помехи от технических средств, применяемых в промышленных зонах. Нормы и методы испытаний".

Декларация о соответствии действительна с даты регистрации по 15.04.2021 включительно


(подпись)



М. П.

Звягин Алексей Валентинович

(Ф.И.О. заявителя)

Регистрационный номер декларации о соответствии: ЕАЭС N RU Д-FL.AЖ49.В.06027/20

Дата регистрации декларации о соответствии: 16.04.2020

ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ



ПРИЛОЖЕНИЕ № 1 лист 1

К ДЕКЛАРАЦИИ О СООТВЕТСТВИИ ЕАЭС N RU Д-FL.АЖ49.В.06027/20

Перечень продукции, на которую распространяется действие декларации о соответствии

Полное наименование продукции	Сведения о продукции, обеспечивающие ее идентификацию (тип, марка, модель, артикул и др.)	Коды ТН ВЭД ЕАЭС	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
Насосы и установки электронасосные центробежные одноступенчатые	типы APP, EPP, WPP, NPP, A, N, W, E, ZPP, LPN, LPK, BA, BE, FB, FR, NB, BK, Z22, SNS, VMOA, SMD, SMDV, ZA, ZE, ZF, CZ	8413708100	
Насосы и установки электронасосные вертикальные полупогружные	типы NVP, WKP, NKP, WKT, NKT, LPPN, P, PLP, WPA, FV, NV, NK, WK	8413702100	
Насосы и установки электронасосные центробежные многоступенчатые	типы HPP, MBN, MBN-RO, LSP, LST	8413708900	

Заявитель



 Звягин Алексей Валентинович
 (подпись) (И.П. (Ф.И.О. заявителя))



ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ

Заявитель АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ЗУЛЬЦЕР НАСОСЫ"

Место нахождения: 194044, Россия, город Санкт-Петербург, проспект Большой Сампсониевский, Дом 28, Корпус 2 Литер Д, Пом/офис Часть Пом. 43-Н/53

ОГРН 1027810251920

Телефон: +78123247427 Адрес электронной почты: spb@sulzer.com

в лице Генерального директора Звягина Алексея Валентиновича

заявляет, что Оборудование насосное.; продукция согласно приложению № 1 на 1 листе.

Изготовитель "SULZER PUMPS FINLAND OY"

Место нахождения: Финляндия, P.O. BOX 66, FIN-48601 КОТКА

Филиалы завода-изготовителя согласно приложению №2 на 1 листе

Продукция изготовлена в соответствии с директивой 2006/42/ЕС (О безопасности машин и оборудования - Machinery Directive);

директивой 2014/35/EU (О низковольтном оборудовании - Low Voltage Directive LVD);

директивой 2014/30/EU (О электромагнитной совместимости - Electromagnetic compatibility EMC).

Код (коды) ТН ВЭД ЕАЭС: 8413702100, 8413708100, 8413708900, 8413810000

Серийный выпуск

соответствует требованиям

Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 004/2011 "О безопасности низковольтного оборудования"

Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 010/2011 "О безопасности машин и оборудования"

Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 020/2011 "Электромагнитная совместимость технических средств"

Декларация о соответствии принята на основании

Протокола испытаний № ГТД/072020/15063 от 12.11.2020 года, выданного Испытательной лабораторией Общества с ограниченной ответственностью «Центр испытаний и метрологии «ГЕРТЕК» (регистрационный номер аттестата аккредитации РОСС RU.31112.ИЛ0038)

Схема декларирования соответствия: 1д

Дополнительная информация

Срок службы – 10 лет. Хранить в крытых отапливаемых и вентилируемых помещениях, исключающих воздействие прямых солнечных лучей, атмосферных осадков, при температуре окружающего воздуха от -25 до +35 °С, относительной влажности воздуха до 70%. В помещениях, где хранятся продукция и элементы изделий, не должно быть паров кислот, щелочей. Срок хранения – 10 лет. ГОСТ 12.2.003-91

"Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности"; ГОСТ 12.2.007.0-75 "Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Изделия электротехнические. Общие требования безопасности"; ГОСТ 30804.6.2-2013 (IEC 61000-6-2:2005)

"Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний"; ГОСТ 30804.6.4-2013 (IEC 61000-6-4:2006) "Совместимость технических средств электромагнитная.

Электромагнитные помехи от технических средств, применяемых в промышленных зонах. Нормы и методы испытаний". Декларация о соответствии без приложений недействительна.

Декларация о соответствии действительна с даты регистрации по 11.11.2021 включительно.


(подпись)



Звягин Алексей Валентинович

(Ф.И.О. заявителя)

Регистрационный номер декларации о соответствии: ЕАЭС N RU Д-FL.MH06.B.05353/20

Дата регистрации декларации о соответствии: 12.11.2020

ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ №1 Лист 1

к ДЕКЛАРАЦИИ О СООТВЕТСТВИИ ЕАЭС N RU Д-FL.MH06.B.05353/20

Перечень продукции, на которую распространяется действие декларации о соответствии ТР ЕАЭС

Код (коды) ТН ВЭД ЕАЭС	Наименование, типы, марки, модели продукции, составные части изделия или комплекса
8413708100, 8413702100, 8413708900, 8413810000	Насосы и установки электронасосные центробежные одноступенчатые типы APP, EPP, WPP, NPP, A, N, W, E, ZPP, LPN, LPK, BA, BE, FB, FR, NB, BK, Z22, SNS, VMOA, SMD, SMDV, ZA, ZE, ZF, CZ Насосы и установки электронасосные вертикальные полупогружные типы NVP, WKP, NKP, WKT, NKT, LPPN, P, PLP, WPA, FV, NV, NK, WK, VMS Насосы и установки электронасосные центробежные многоступенчатые типы HPP, MBN, MBN-RO, LSP, LST Насосы погружные и аксессуары к ним типы AFP, AFP-ME, AFP SX, AFP(K), AS, IP, Robusta, Coronada, XFP, CFP, AFLC, VUPC, MF, Piranha, AFL, AFLX, AFC, VUP, VUPX, RCP, J, JC, JS, JT, MF-VO, XJ, JXJ, JC, JS, XJC, XJS, SJX. Напорные установки и аксессуары к ним типы NIROLIFT, PIRANHAMAT, SANIMAT, SANIMAX, SANISETT, SYNCONTA Насосы винтовые и дозировочные типы PC

Генеральный директор

МП



Зубин Алексей Валентинович

(Ф.И.О. заявителя)

ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ №2 Лист 1

к ДЕКЛАРАЦИИ О СООТВЕТСТВИИ ЕАЭС N RU Д-FL.MH06.B.05353/20

Информация о предприятиях-изготовителях, входящих в состав транснациональной компании, на продукцию которых распространяется действие Декларации о соответствии ТР ЕАЭС

Полное наименование предприятия-изготовителя	Адрес (место нахождения)
Sulzer Pumps Sweden AB	Швеция, Kvarnbacksvägen 9 SE 592 41, Vadstena Sweden
"Sulzer (Dalian) Pumps & Compressors Ltd"	Китай, No.6 DD 7th street, DD port, Dalian 116600 P. R. China
Sulzer Pumps Finland Oy	Финляндия, Turvekuja 6, 00700 Helsinki, Finland
Sulzer Pump Solutions Germany GmbH	Германия, Scheiderhohe Strasse 30-38, 53797 Lohmar, Germany
Sulzer Pumpen Deutschland GmbH	Германия, Ernst-Blickle-Str. 29, D-76646, Bruchsal, Germany
Sulzer Pump Solutions Ireland Ltd	Ирландия, Clonard Road, Wexford, Ireland
Sulzer Pump Solutions Nordmaling AB	Швеция, Asgatan 3, 91432 Nordmaling, Sweden
Sulzer Pumps Finland Oy / Tech Oy Ltd	Финляндия, Illmailupuisto 110, 53600 Lappeenranta
Sulzer Pump Solutions (Kunshan)Co., Ltd	Китай, No.8, West Chenfeng Road, Kunshan, Jiangsu Province, 215300

Генеральный директор

МП



Звягин Алексей Валентинович

(Ф.И.О. заявителя)

Фильтры проточные автоматические



ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ

Заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Голден Рэйн Агро». Место нахождения и адрес места осуществления деятельности: 127550, Российская Федерация, город Москва, улица Прянишникова, 19А, строение 2, Основной государственный регистрационный номер: 1115047000782, телефон: +74959434272, адрес электронной почты: zakaz@goldenagro.ru

в лице Генерального директора Мамонтова Алексея Андреевича

заявляет, что Оборудование химическое: фильтры жидкостные, модели: Manual Plastic, 3" TDS Plastic, Tagline Manual, Semi Automatic Plastic, Manual Steel, Semi Automatic Steel, Sigma 4"/ 6"/ 8" Hydraulic Control / Electronic Control, TAF, SAF, EBS.

Продукция изготовлена в соответствии с Директивой 2006/42/ЕС "Машины и механизмы"

Изготовитель AMIAD Water Systems Ltd.

Место нахождения и адрес места осуществления деятельности по изготовлению продукции: 123350, Израиль, Kibbutz Amiad, D.N. Galil Elyon 1.

Код ТН ВЭД ЕАЭС 8421 29 000 9

серийный выпуск

Соответствует требованиям Технического регламента таможенного союза ТР ТС 010/2011 "О безопасности машин и оборудования"

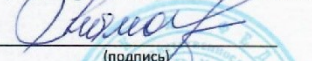
Декларация о соответствии принята на основании протокола № 06696-220-1-18/БМ от 13.04.2018 года. Испытательной лаборатории Общества с ограниченной ответственностью "Инновационные решения", аттестат аккредитации регистрационный № РОСС RU.0001.21AB90. Схема декларирования: 3д

Дополнительная информация ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда.

Оборудование производственное. Общие требования безопасности

Условия хранения продукции в соответствии с ГОСТ 15150-69. Срок хранения (службы), ресурс продукции указан в прилагаемой к продукции товаросопроводительной и/или эксплуатационной документации.

Декларация о соответствии действительна с даты регистрации по 12.04.2021 включительно



(подпись)

М.П.



Мамонтов Алексей Андреевич

(Ф.И.О. заявителя)

Регистрационный номер декларации о соответствии: ЕАЭС N RU Д-IL.AY04.B.66780

Дата регистрации декларации о соответствии 13.04.2018

Приложение 3

Расчет и определение категорий по взрывопожарной и пожарной опасности технологических помещений, зданий и наружных площадок

В соответствии с [СП 12.13130.2009](#) «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [1]. По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. Категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий определяются для наиболее неблагоприятного в отношении пожара или взрыва периода исходя из вида находящихся в аппаратах и помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, особенностей технологических процессов. Категории пожарной опасности наружных установок определяются исходя из вида находящихся в наружных установках горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, особенностей технологических процессов.

Определение пожароопасных свойств веществ и материалов производится на основании результатов испытаний или расчетов по стандартным методикам с учетом параметров состояния (давления, температуры и т.д.).

Определение категорий помещений выполнено путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям от высшей (А) к низшей (Д).

В **таблице 1** приведено описание каждой из категорий пожарных нагрузок в соответствии с классификацией, приведенной в [СП 12.13130.2009](#) «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

Таблица 1. Категории помещений	
Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.
Б взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.
В1-В4 пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Помещения корпуса не соответствуют категории А и Б, так как отсутствуют условия для образования взрывоопасных паро- и пылевоздушных смесей.

Исходя из данных **таблицы 1** помещения также нельзя отнести к категории Г и Д, так как в помещениях используются горючие твердые и жидкие вещества (трубы ПЭ, масла и пр.), следовательно, это помещения категории В1-4.

Определение более точных категорий помещения выполнено путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки (далее по тексту - пожарная нагрузка) на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в **таблице 2**.

Таблица 2. Значения пожарной нагрузки в зависимости от категории помещения

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка g на участке, МДж·м ²	Способ размещения
B1	Более 2200	Не нормируется
B2	1401-2200	См. п.25
B3	181-1400	То же
B4	1-180	На любом участке пола помещения площадь каждого из участков пожарной нагрузки не более 10 м.

При пожарной нагрузке, включающей в себя различные сочетания (смесь) горючих, трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка, пожарная нагрузка Q , МДж, определяется по формуле

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i Q_{нi}^p,$$

где G_i - количество i -го материала пожарной нагрузки, кг; $Q_{нi}^p$ - низшая теплота сгорания i -го материала пожарной нагрузки, МДж·кг⁻¹[2].

Удельная пожарная нагрузка g , МДж·м⁻², определяется из соотношения

$$g = \frac{Q}{S},$$

где S - площадь размещения пожарной нагрузки, м² (но не менее 10 м²).

Расчет категорий помещений Насосной станции растворов и Главного корпуса ЗИФ

Насосная станция растворов:

- Новая пристройка в осях 1/1-1, Б-Г.

Главный корпус ЗИФ.

- Отделение гидрометаллургии:
 - Участок сорбции;
 - Участок реактивации угля;
 - Участок приема и отправки угля;
- Отделение электролиза:
 - Участок электролиза.

Отдельное помещение электролиза на отм. +5,500

1. Высота 5,4 м;
2. Площадь 128 м²
3. Объем 691,2 м³;
4. Свободный объем 553 м³;

Взрывопожарная опасность по выбросам водорода

Максимальное разовое количество выброса водорода согласно характеристик установленного оборудования и выделяющихся вредностей **составляет 39,67 мг/с** (электролизер и вентилятор см. Задание ОВ по отделениям). За расчетное время срабатывания аварийной вентиляции или открытия проемов в отделении принимаем 3600 с. Максимальное давление взрыва водорода $P_{\max} = 730$ кПа

$$\text{Плотность водорода при } t_p=38^{\circ}\text{C } \rho_{\text{H}_2} = \frac{2,016}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 0,0789 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Масса m поступившего в помещение при расчетной аварии водорода:

$$m = (39,67 \cdot 3600 / 1000000) \cdot 0,0789 = 0,011 \text{ кг.}$$

Определение коэффициента Z участия водорода во взрыве – 1,0 по табл. СП

Избыточное давление взрыва ΔP согласно формуле (А.1) [1] составит:

$$\Delta P = (730 - 101) \cdot ((0,011 \cdot 1,0 / 553 - 0,0789) \cdot (100 / 29,24) \cdot (1/3)) = 0,18 \text{ кПа.}$$

Вывод: Поскольку $\Delta P < 5$ кПа, то данный участок не относит помещение к категории «А».

Взрывопожарная опасность по выбросам цианистого водорода

Максимальное разовое количество выброса цианистого водорода согласно характеристик установленного оборудования и выделяющихся вредностей **составляет 3,95**

мг/с (см. Задание ОВ по отделениям). За расчетное время срабатывания аварийной вентиляции или открытия проемов в отделении принимаем 3600 с. Соответственно масса взрывоопасной смеси составит 0,015 кг.

Расчет избыточного давления взрыва для HCN:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho_{г.п.}} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_n}$$

где: ΔP - избыточное давление взрыва;

P_{\max} - максимальное давление, кПа, взрыва стехиометрической газозвушной смеси, в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным в соответствии с требованиями (п.3 СП 12.13130.2009). При отсутствии данных принимаем $P_{\max}=900$ кПа;

P_0 – начальное давление, кПа, допускается принимать $P_0=101$ кПа;

m – масса паров HCN, вышедшего в результате работы всех аппаратов в помещении, в кг;

z – коэффициент участия горючего во взрыве, $z=0,3$ (табл.2 СП 12.13130.2009);

$V_{св}$ – свободный объем помещения, м³,

$V_{св}=325,3$ м³;

ρ -плотность HCN = 1,14, при расчетной t_p , кг*м³;

$$\rho_{г,п} = \frac{M}{V_0(1 + 0,00367t_p)}$$

где M - молярная масса, м · кмоль ;

V_0 - мольный объем, равный 22,413 м · кмоль ;

t_p - расчетная температура, °С.

$C_{ст}$ -стехиометрическая концентрация горючего газа или паров ЛВЖ, (об.)%, вычисляемая по формуле:

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 1,25} = 14,18$$

K_n -коэффициент, учитывающий не герметичность помещения и неадиабатичность процесса горения, допускается принять $K_n=3$.

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho_{г.п.}} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_n}$$

$$\Delta P=(900-101) \cdot (0,015 \cdot 0,3/553 \cdot 1,14) \cdot (100/14,18) \cdot (1/3)=0,013 \text{ кПа}$$

Вывод: Поскольку $\Delta P < 5$ кПа, то данное помещение не относит помещение к категории «А».

Поскольку в помещение не обращаются горючие пыли или волокна, ЛВЖ с температурой вспышки более 28 °С, а также ГЖ которые способны взрываться, при воспламенении которой расчетное избыточное давление взрыва развилось бы до 5 кПа, следовательно участок не относится к категории Б.

Проведем расчет пожарной нагрузки в корпусе ЗИФ.

Исходные данные:

Масло синтетическое – жидкая горючая нагрузка

Наименование	Масло синтетическое
Описание	C22,25H33,48S0,34N0,07
Теплота сгорания	42,26 МДж/кг
Молярная масса	312,9 кг/кмоль
Нижний концентрационный предел распространения пламени	0,2 % об.
Температура вспышки	196 °С
Температура кипения	330 °С
Плотность жидкости	920 кг/м ³
Удельная площадь разлива в помещении	1 м ² /л
Константа Антуана А	6,12439
Константа Антуана В	2240,001
Константа Антуана Са	167,85
Температура жидкости	35 °С

Поскольку жидкость (масло) нагрета ниже температуры вспышки, то коэффициент Z (участия в горении паров жидкости) принимается по табл.А.1 СП 12 = 0, следовательно избыточное давление взрыва 0 кПа, и расчеты выполнены на проверку помещений на отношение к пожароопасной категории В1-В4.

Также в отделении сорбции заезжает автотранспорт.

Расчет:

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i Q_{жi}^p ;$$

$$Q = 20 \text{ кг} * 13,8 \text{ МДж/кг} + 2,7 \text{ кг} * 46,68 \text{ МДж/кг} + 20 \text{ кг} * 13,8 \text{ МДж/кг} + 2 \text{ кг} * 45,67 \text{ МДж/кг} + 500 \text{ кг} * 35 \text{ МДж/кг} + 45 \text{ кг} * 43,11 \text{ МДж/кг} = \mathbf{20209,33 \text{ МДж}}$$

$$g = \frac{Q}{S} ;$$

$$g = \mathbf{20209,33 \text{ МДж/}} / 56,0 \text{ м}^2 = \mathbf{360,88 \text{ МДж/м}^2}$$

$$g = 1400 \text{ МДж/м}^2 > \mathbf{360,88 \text{ МДж/м}^2} > 180 \text{ МДж/м}^2, \text{ следовательно категория В3.}$$

Для подтверждения категории проведена проверка на соответствие неравенству

$$Q \geq 0,64 g_r H^2$$

$$20209,33 \text{ МДж/м}^2 \geq 0,64 * 1400 \text{ МДж/м}^2 * (16 \text{ м})^2$$

$$20209,33 \text{ МДж/м}^2 \geq 229376 \text{ МДж/м}^2$$

Неравенство не выполняется, соответственно категория помещения остается - В3.

Исходные данные для проведения расчета и результаты расчета приведены в **таблице**

3.

Таблица 3. Исходные данные для проведения расчета и результаты расчета

Помещение	Участок размещения пожарной нагрузки/Горючие материалы	Q _i	S	G	Q	ΣQ	g	Категория расчетная	Расстояние от поверхности нагрузки до нижнего пояса ферм (балок) или перекрытия, Н, м	Q ≥ 0,64g·H ²		Категория участка размещения	Категория помещения
		МДж/кг	м ²	кг	МДж	МДж	МДж/м ²						
Насосная станция растворов													
Помещение в осях 1/1-1, Б-Г	Масло в редукторах (насосы)	43,11	17,85	45	1939,95	1939,95	108,68	В4	Определена категория В4, проверка по неравенству не проводится			В4	Без изм. отн. Грсс 12 млн – В3
ЗИФ													
Участок сорбции сорбции отм. 0,000	Поддон деревянный (антискалант по ПБ - негорючий)	13,80	56,0	20	276	20209,33	360,88	В3	16	229376	условие не выполняется	категория подтверждается	В3
	Бочка (антискалант)	46,68		2,7	126,036								
	Поддон деревянный (уголь)	13,80		20	276								
	Мешки типа биг-бег (уголь)	45,67		2	91,34								
	Уголь	35,00		500	17500								
	Масло в редукторах (насосы сорбции)	43,11		85	3664,35								
	Топливо (автомобиль)	41,90	28,0	296	12402,4	34826,90	1243,82	В3	16	229376	условие не выполняется	категория подтверждается	В3
	Масло в двигателе (автомобиль)	42,00		27	1134								
	Масло в коробке (автомобиль)	42,00		10	420								
	Покрышки (автомобиль)	33,50		623	20870,5								
Участок реактивации угля на отм. 0,000	Поддон деревянный (уголь)	13,80	216,3	20	276	40352,70	186,52	В3	16	229376	условие не выполняется	категория подтверждается	В3
	Мешки типа биг-бег	45,67		2	91,34								
	Уголь	35,00		500	17500								
	Масло в редукторе (печь реактивации угля)	42,26		174	7353,24								

Участок реактивации угля на отм. 0,000	Масло в приводе (печь реактивации угля)											
	Масло (печь реактивации угля - поддон)	43,11		0,73	31,4703							
	Покрышки (вилочный погрузчик)	33,50		304	10184							
	Масло в редукторах (насосы)	43,11		15	646,65							
Участок реактивации угля на отм. 0,000	Дизельное топливо (печь реактивации угля)	Определена категория Г										
Участок электролиза отм 0,000	Дизельное топливо (нагреватель)	Определена категория Г										
Узел приема и отправки угля	Масло в редукторах (насосы)	43,11	10,0	10	431,1	431,10	43,11	В4	Определена категория В4, проверка по неравенству не проводится	В4		
Участок электролиза отм. +5,500	Масло в редукторах (насосы)	43,11	10,0	15	646,65	646,65	64,67	В4	Определена категория В4, проверка по неравенству не проводится	В4		

Приложение 4

Расчет качественно-количественных показателей и водно-шламовой схемы

Схема переработки руды предусматривает следующие основные процессы:

1. Рудоподготовка исходной руды для укладки на кучное выщелачивание;
2. Кучное выщелачивание руды;
3. Гидрометаллургическая переработка растворов кучного выщелачивания методом сорб-ции, десорбции, электролиза;
4. Пирометаллургическая обработка продуктов гидрометаллургической переработки с по-лучением конечного продукта – слитка лигатурного золота.

Структурно технологическая схема включает в себя следующие операции:

1. Крупное дробление класса -800+0 мм до крупности -170(200) мм;
2. Грохочение класса -170 мм по классу 40 мм с получением фракций: -170+40 мм, -40+0 мм;
3. Среднее дробление класса -170+40 мм до крупности 40 мм;
4. Укладка руды в штабель и выщелачивание раствором цианида;
5. Укладка руды в штабель автосамосвалами недробленной руды класс (средний кусок) -300 мм
5. Сбор растворов выщелачивания и сорбция золота из растворов на активированный уголь;
6. Высокотемпературная десорбция золота с угля;
7. Электролиз золота из элюатов;
8. Кислотная обработка и нейтрализация угля;
9. Термическая реактивация активированного угля;
10. Удаление угольной мелочи и замачивание угля с добавлением свежего сорбента;
11. Плавка катодных осадков с получением сплава Доре;
12. Обезвреживание отработанных растворов по завершению отработки месторождения.

1.1 Операции рудоподготовки

Расчет основных операций рудоподготовки не менялся относительно производительности предприятия 12 млн тонн руды в год так как производительность передела дробления осталась неизменной. Нарращивание производительности по подачи руды на укладку в штабель предусматривается за счет недробленной руды напрямую из карьера

автосамосвалами. Таким образом, показатели и расчетные данные, представленные в ранней документации, остаются неизменными и принимаются к расчету как исходные.

Таблица 1 - Исходные данные по пределу дробления и автоукладки

Наименование операции/параметра	Ед.изм.	Значение
Режим работы		
Производительность (общая с учетом автоукладки)	т/год	26 000 000
Число рабочих дней в году	шт.	365
Режим работы		2 смены по 12 часов
Коэффициент использования оборудования		0,75
Машинное время по режиму подачи руды	ч/год	6570
Коэффициент неравномерности по подаче питания		1,2
Производительность (с учетом всех коэффициентов исходя из годовой общей)	т/час	4749
Технологические показатели		
Максимальный размер куска в питании дробилки	мм	800
Максимальный размер в готовом классе дробленной руды	мм	70% класс 40
Максимальный размер недробленной руды (автосамосвалы)	мм	800
Средний размер недробленной руды (автосамосвалы)	мм	300
Содержание золота в исходной руде	г/т	0,54
Содержание серебра в исходной руде	г/т	2,02
Влажность исходной руды по массе	%	5
Насыпной вес исходной руды	т/м ³	1,55

Данные, указанные в таблице ниже, приняты для расчета параметров предела кучного выщелачивания по данным от Заказчика по показателям текущей добычи.

1.2 Кучное выщелачивание

Таблица 2 - Исходные данные по пределу кучного выщелачивания

Наименование операции/параметра	Ед.изм.	Значение
Укладка руды в штабель (с учетом всех коэффициентов)	т/ч	4749
Число рабочих дней в году		365
Режим работы		2 смены по 12 часов
Коэффициент использования оборудования при подачи руды на штабель и укладки штабеля (включая подачу автотранспорта)		0,75
Машинное время по режиму подачи руды	ч/год	6570
Машинное время по режиму отработки КВ	ч/год	8760
Количество условных секций в одной карте	шт.	14
Режим работы выщелачивания		
Число рабочих дней в году	шт.	365
Коэффициент использования оборудования		0,95
Технологические показатели		

Наименование операции/параметра	Ед.изм.	Значение
Влажность исходной руды по массе	%	6
Влажность штабеля после полного дренирования (руда в отвал)	%	10
Содержание золота в исходной руде	г/т	0,54
Содержание серебра в исходной руде	г/т	2,02
Остаточное содержание золота в твердой фазе хв-овх (руда в отвал)	г/т	0,09
Остаточное содержание золота в жидкой фазе хв-овх (руда в отвал)	г/м3	0,05
Остаточное содержание серебра в твердой фазе хв-овх (руда в отвал)	г/т	1,61
Остаточное содержание серебра в жидкой фазе хв-овх (руда в отвал)	г/м3	0,14
Плотность орошения основной цикл/цикл довыщелачивания	л/м ² *сут	400/200
Количество секций одновременно на орошении:		
Основной цикл	шт	4.5
Цикл довыщелачивания	шт	4.7
Средняя площадь орошения одной секции	м2	60000
Объем подаваемых на орошение растворов:		
Основной цикл	м ³ /ч	4500
Цикл довыщелачивания	м ³ /ч	2600
Извлечение золота в продуктивный раствор	%	87,57
Извлечение серебра в продуктивный раствор	%	20
Расход реагентов на выщелачивание		
-цианид натрия (15%)	м3/ч	6,97
-едкий натр (20%)	м3/ч	5,66
Концентрация цианида в растворе на выщелачивание	г/л	0,25-0,35

Расчет передела кучного выщелачивания представлен на рисунке 2.1

1.3 Технологическая схема переработки растворов кучного выщелачивание на ЗИФ

Таблица 3 - Исходные данные по переделу гидрометаллургии

Наименование операции/параметра	Ед.изм.	Значение	Примечание
Сорбция			
Общий поток раствора на сорбцию	м ³ /ч	2600	См. КВ
Концентрация золота в растворе на сорбцию: - расчетная (за весь период 365 суток, с учетом средней производительности)	г/ч	1822	Расчётное по схеме
Количество веток сорбции	шт.	6	По 3 колонны в каждой
Производительность одной ветки сорбции, не более	м3/ч	350	Принято по рекомендации производителя
Удельная нагрузка по раствору (количество объемов раствора на объем угля в час), ч-1		Не более 3,5	Принято из пропускной способности 1 ветки сорбции
Емкость угля по золоту (средняя)	г/кг	1,5	Принято
Насыпной вес угля	т/м3	0,55	Справочные данные
Количество угля на сорбцию	кг/ч	1272.5	Расчётное

Наименование операции/параметра	Ед.изм.	Значение	Примечание
	т/сут	30,53	Расчётное
Содержание золота в хвостах сорбции, не более	г/м ³	0,05	Регламент.
Извлечение золота из продуктивных растворов, %, не менее		93,0	По данным Заказчика
Потери на истирание угля	%	Не более 5	По данным Заказчика
Десорбция			
Концентрация щелочи в элюенте	%	20	Регламент
Расход щелочи на 1 т угля	м ³ /т	Не более 3	Расчётное
Емкость регенерированного угля по золоту	г/т	Не более 200	Регламент
Извлечение золота в раствор	%	98	По данным Заказчика
Электролиз элюата			
Извлечение золота из раствора	%	99	
Кислотная обработка			
Объем соляной кислоты на 1 т угля	м ³ /т	Не более 3	Регламент
Концентрация соляной кислоты в промывочном растворе	%	2-4	Регламент
Нейтрализация щелочью			
Объем щелочи на 1 т угля	м ³ /т	3	Проект
Концентрация щелочи для нейтрализации	%	20	Проект
Плавка			
Извлечение золота	%	98	По данным Заказчика

Приложение 5
Поверочные расчеты устойчивости

ОТЧЁТ
ПОВЕРОЧНЫЕ РАСЧЕТЫ УСТОЙЧИВОСТИ ПО ПРОЕКТУ ГРОСС

СОДЕРЖАНИЕ

Информация об исполнителе работы	3
Список исполнителей	4
1 Основание для проектирования	5
2 Инженерно-геологические условия	6
2.1 Инженерно-геологическое строение основания отвала выщелоченной руды	6
2.2 Гидрогеологические условия	7
2.3 Нагрузки и воздействия	7
3 Конструкция отвала выщелоченной руды	8
3.1 Общие сведения об отвале выщелоченной руды	8
4 Конструкция карты выщелачивания	11
4.1 Общие сведения о карте выщелачивания	11
5 Методика расчёта устойчивости отвала выщелоченной руды и карты выщелачивания	13
5.1 Общие расчётные положения	13
5.2 Обоснование расчётной модели	15
5.2.1 Методика определения начального напряжённого состояния	15
5.2.2 Модель деформирования отсыпаемого материала и грунтового основания	15
5.2.3 Фильтрационная модель пористой среды	16
5.2.4 Методика определения нагрузки от сейсмического воздействия	17
5.2.5 Обоснование коэффициента запаса по устойчивости	18
5.2.6 Методика определения коэффициента запаса	19
5.3 Расчётная (численная) модель оценки устойчивости	19
6 Результаты оценки устойчивости отвала выщелоченной руды	22
7 Результаты оценки устойчивости площадки кучного выщелачивания	24
Список использованных источников	26
Приложение 1	27
Приложение 2	28
Приложение 3	32

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ИСПОЛНИТЕЛЕ РАБОТЫ



Настоящая работа выполнена Обществом с ограниченной ответственностью по проектированию предприятий угольной промышленности «СПб-Гипрошахт» (далее – ООО «СПб-Гипрошахт»).

ООО «СПб-Гипрошахт» оказывает услуги и выполняет предпроектные и проектные работы для строительства, реконструкции, технического перевооружения и закрытия предприятий горнодобывающей, перерабатывающей и др. отраслей промышленности в полном объеме для любых регионов Российской Федерации, а также объектов жилищно-гражданского и коммунально-бытового назначения, выполняет обследование зданий и сооружений, техническую экспертизу проектной и конструкторской документации, что подтверждено лицензиями:

- Регистрационный номер записи в государственном реестре саморегулируемых организаций СРО-П-012-06072009, выдано Ассоциацией проектных организаций «Союзпетрострой-Проект»;
- Лицензия № ПМ-20-000026 от 10.02.2009 г. на производство маркшейдерских работ (лицензия переоформлена на основании решения лицензирующего органа - приказа от 21 июля 2015 г. № 537-л; срок действия лицензии – бессрочно).

Почтовый адрес: ул. Гороховая, д. 14/26, литер «А»
г. Санкт-Петербург, 197046, Россия
телефон: (812) 332-30-92
факс: (812) 332-30-91

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
ОТДЕЛ ГЕОЛОГИИ		
Начальник отдела	Маршак Н.А.	
<i>Сектор геомеханики</i>		
Начальник сектора	Кузьмин С.В.	
Инженер-проектировщик 2 категории	Черенько А.В.	
Инженер-проектировщик 2 категории	Шибанов М.Д.	

1 ОСНОВАНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1. ГОСТ 27751-2014 «Надёжность строительных конструкций и оснований».
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов».
3. СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах».

2 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

2.1 Инженерно-геологическое строение основания отвала выщелоченной руды

Основание отвала представлено четвертичными отложениями, ниже которых расположено скальное основание.

Физико-механические свойства пород, слагающих основание отвала, представлены в **табл. 2.1** в соответствии с техническим отчетом по инженерно-геологическим изысканиям для подготовки проектной и рабочей документации «А-60-21-ИГИ1», выполненного ООО «Нерюнгростройизыскания» в 2022 г. [7]. Физико-механические свойства пород приводятся для коэффициента доверительной вероятности 0,95.

Таблица 2.1 - Физико-механические свойства пород основания

Наименование породы	Физико-механические характеристики пород		
	γ , кН/м ³	c , кПа	φ , град
ИГЭ 1 - Насыпной щебенистый грунт, талый, средней степени водонасыщения	20,69	6	21
ИГЭ 3 - Супесь дресвяная, твердая	18,63	11	25
ИГЭ 4 - Дресвяный грунт с супесчаным твердым заполнителем, талый	19,81	8	20
ИГЭ 5 - Щебенистый грунт средней степени водонасыщения	20,89	7	23
ИГЭ 7- Гравийный грунт с супесчаным пластичным заполнителем, талый	20,3	5	23
ИГЭ 8 - Галечниковый грунт малой степени водонасыщения, талый	21,08	5	23
ИГЭ 9 - Гранит очень низкой прочности (супесь дресвяная твердая), талый	20,40	31	31
ИГЭ 10 – Песчаник очень низкой прочности (щебенистый грунт малой степени водонасыщения), талый	20,89	39	26
ИГЭ 11- Гранит малопрочный, размягчаемый	24,22	31	31
ИГЭ 12- Гранит средней прочности, размягчаемый	25,50	31	31
ИГЭ 13 - Гранит прочный, размягчаемый	25,69	31	31

ИГЭ 17- Песчаник средней прочности, размягчаемый	23,83	39	26
--	-------	----	----

В связи с отсутствием в результатах ИГИ данных о сцеплении и угле внутреннего трения для ИГЭ-11 – 13 и ИГЭ – 17, они приняты, как для ИГЭ-9 и для ИГЭ-10 соответственно.

2.2 Гидрогеологические условия

Условия обводненности пород отвала и породного основания приняты согласно рекомендациям, представленным в отчете о научно-исследовательской работе «Разработка рекомендаций по предельным параметрам устойчивых бортов, уступов и отвалов месторождения Гросс», выполненного ООО «БТК» в 2014 г. [8].

Таким образом, при выполнении расчетов обводненность отвала учитывалась исходя из значений степени обводненности $k = 0,15$ и угла наклона депрессионной кривой не более $j=6^\circ$

Породное основание от границы с породами отвала и до коренных пород (скальные породы) принято обводненным.

Поиск уровня грунтовых вод в отвале произведён с применения метода конечных элементов (FEM).

2.3 Нагрузки и воздействия

В качестве нагрузок, определяющих устойчивость отвала выщелоченной руды приняты статические нагрузки (от собственного веса выщелоченной руды) и сейсмическое воздействие.

Сейсмичность района расположения отвала в соответствии с картой общего сейсмического районирования ОСР-2015-В, по отношению к средним грунтовым условиям при сроке повторяемости 1000 лет - 8 баллов.

3 КОНСТРУКЦИЯ ОТВАЛА ВЫЩЕЛОЧЕННОЙ РУДЫ

3.1 Общие сведения об отвале выщелоченной руды

На период строительства второй линии рудоподготовки предусматривается формирование отвала в границах обеспечивающих ведение работ первые 4 года – отвал 1-го этапа.

Отвал выщелоченной руды представлен прочными скальными и полускальными породами, преимущественно песчаниками с включениями четвертичных отложений.

Работы по формированию отвала выщелоченной руды 1-го этапа производятся 365 дней в году в две смены по 12 часов.

При разработке карты выщелачивания предусматривается транспортная система разработки с погрузкой выщелоченной руды гидравлическими экскаваторами в автосамосвалы Komatsu HD 785 грузоподъемностью 90 т и транспортировкой в отвал.

На работах по формированию отвала используются бульдозер CAT D10T, оснащенный отвалом ёмкостью 18,5 м³.

Параметры отвала выщелоченной руды на конец 1-го этапа приведены в **табл. 3.1**.

Таблица 3.1 - Параметры отвала выщелоченной руды 1-го этапа

Показатель	Ед. изм.	Отвал выщелоченной руды (1-й этап)
Тип складываемой породы		Дробленая руда (хвосты кучного выщелачивания)
Плотность дробленой руды	т/м ³	1,55
Крупность дробленой руды	мм	40
Влажность складываемой породы	%	10,5
Срок функционирования отвала	лет	4
Объём руды, подлежащей складыванию	тыс.м ³	66 574
Масса руды, подлежащей складыванию	тыс.т	103 190
Общая площадь территории отвала	га	139,6
Средний угол падения рельефа под отвалом	град.	4-6
Минимальная отметка по подошве отвала	м	979
Отметка последнего яруса отвала	м	1105
Максимальная высота 1-го яруса	м	35
Высота 2, 3, 4-го ярусов	м	30
Количество ярусов	шт.	4
Угол откоса яруса при отсыпке	град.	34
Результующий угол откоса отвала на конец формирования	град.	13
Ширина берм на конец формирования	м	до 100
Высота отвала	м	126
Максимальные размеры отвала в плане	м	1600x1200

План отвала выщелоченной руды на конец 1-го этапа с линиями расчетных профилей приведен на **рис. 5.1**.

Механические характеристики отвальной массы приняты согласно рекомендациям представленным в отчете о научно-исследовательской работе «Разработка рекомендаций по

предельным параметрам устойчивых бортов, уступов и отвалов месторождения Гросс», выполненного ООО «БТК» в 2014 г. [8], и приведены в **табл. 3.2.**

Перед формированием отвала предусматривается подготовка его основания и укладка гидроизоляционного экрана:

– на площадке производится планировка основания, микропланировка, при необходимости, дробление, вывоз обломочного и глыбового грунта, уплотнение основания. Планировочные работы проводятся при помощи бульдозера в два этапа: грубая и чистовая планировка;

– для сбора и отведения поверхностных стоков с территории отвала выщелоченной руды предусматривается устройство гидроизоляционного экрана. В качестве гидроизоляционного экрана на отвале принята полимерная рулонная геомембрана из полиэтилена низкого давления толщиной 1,0 мм.

Геомембраны характеризуются высокими антикоррозийными и гидроизоляционными свойствами, гибкостью, безусадочностью, трещиностойкостью, имеют высокие механические характеристики.

За счет высокой прочности при растяжении мембраны могут воспринимать значительные усилия и, таким образом, кроме противофильтрационных, выполнять функции армирующего материала.

Большое относительное удлинение под действием максимальной нагрузки обеспечивают целостность противофильтрационного элемента при просадочных деформациях.

Предусматривается следующая последовательность работ по установке гидроизоляционного экрана в основании отвала выщелоченной руды:

- снятие ПРС;
- планировка и уплотнение поверхности;
- укладка подстилающего слоя из нетканого синтетического материала на основе полипропилена с плотностью не менее 500 г/м² (геотекстиль Техполимер Т-500, 1 слой);
- укладка полимерной рулонной геомембраны из полиэтилена низкого давления (Техполимер, лист плоский Тип 1), толщиной 1,0 мм;
- укладка защитного слоя из нетканого синтетического материала на основе полипропилена с плотностью не менее 500 г/м² (геотекстиль Техполимер Т-500, 1 слой);
- формирование защитного слоя из выщелоченной руды толщиной 0,5 м по всей площади для механической защиты экрана.

Гидроизоляционный экран укладывается по всей площади отвала выщелоченной руды.

Для организации отвода стока с внешних откосов, по периметру отвала предусматривается насыпь ограждающего вала высотой 2,0 м (по оси вала), с уклоном откосов 1:2. Геомембрана противифльтрационного экрана заводится на внутренние откосы дамб обвалования и крепится.

В табл. 3.2 представлена сводная информация о механических характеристиках отвальной массы, защитного слоя гидроизоляционного экрана и гидроизоляционного экрана из полиэтилена низкого давления.

В табл. 3.3 представлена нелинейная функция сдвиг/норма, использованная для гидроизоляционного экрана из полиэтилена низкого давления.

Свойства материала использованного в качестве гидроизоляционного экрана из полиэтилена низкого давления приняты справочно на основе работы консалтинговой компании Knight Piésold по объекту аналогу «Токкинское». Угол внутреннего трения контролирующей контактной поверхности принят как для полиэтилена низкого давления и нижележащего подстилающего грунта с низкой проницаемостью, который, как ожидается, будет состоять из аллювиальных грунтов, очищенных от фракций крупнее 50 мм и уплотненных до 95%. Смоделированный нелинейный каркас является консервативным, так как он не учитывает сцепление грунта при низком ограничивающем давлении, и в результате получаются более низкие значения сопротивления сдвигу по сравнению с результатами испытаний на других сходных объектах из опыта Knight Piésold

Таблица 3.2 - Физико-механические свойства отвальной массы

Наименование породы	Физико-механические характеристики пород					
	γ_{unsat} , кН/м ³	γ_{sat} , кН/м ³	E_0 , МПа	ν_0	c , кПа	φ
Отвальная масса						
Породы отвала (выщелоченная руда)	20	-	-	-	30	33
Защитный слой гидроизоляционного экрана (выщелоченная руда)	20	-	-	-	30	33
Контактная зона на границе отвальной массы и грунтового основания						
Гидроизоляционный экран из полиэтилена низкого давления	9	см. табл. 3.2				

Таблица 3.3 - Функционирование материала гидроизоляционного экрана, нормальное и на срез

Нелинейная функция сдвиг/норма противифльтрационного экрана	
Нормальное сопротивление (кПа)	Сопротивление сдвигу (кПа)
0	0
29,49	13,75
3 000,00	699,60

4 КОНСТРУКЦИЯ КАРТЫ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

4.1 Общие сведения о карте выщелачивания

Карта выщелачивания представляет собой открытый рудный штабель размерами в плане 1460×500 м (без учета проездов). Емкость карты выщелачивания должна обеспечивать годовой объем выщелачивания в размере 26 000 тыс. т руды в год.

Карта условно разбивается на отдельные рудные панели (секции). Количество рудных панелей принимается в зависимости от выбранной схемы укладки руды и порядка ведения работ на карте. Количество рудных панелей на карте составляет 12.

Карта является динамической. В течение года происходит непрерывная посекционная укладка руды, монтаж оросительной системы, процесс выщелачивания и уборка отработанной руды в отвал.

Укладку руды в карту выщелачивания и отгрузку выщелоченной руды из карты предусматривается осуществлять двумя способами: с помощью конвейерного и автомобильного транспортов.

Порядок ведения работ на карте предусматривает использование автомобильного транспорта при укладке руды на панелях №№ 1-6, использование конвейерного транспорта предусматривается на укладке руды на панелях №№ 7-12.

При использовании конвейерного транспорта, доставка руды от корпуса дробления на карту выщелачивания осуществляется с помощью мобильных конвейеров, укладка руды в секции производится с помощью радиального телескопического штабелеукладчика (радиальный стакер).

При использовании автомобильного транспорта, доставка руды из карьера на карту выщелачивания осуществляется с помощью карьерных автосамосвалов CAT 785, формирование рудных панелей предусматривается с помощью бульдозеров CAT D10T.

После цикла выщелачивания, руда, при разборе рудных панелей №№ 1-12, отгружается с помощью гидравлического экскаватора с рабочим оборудованием типа «обратная лопата» Komatsu PC2000.

Погрузка выщелоченной руды производится в автосамосвалы Komatsu HD 785.

В качестве вспомогательного оборудования используются бульдозеры CAT D10T.

Угол естественного откоса измельченной руды принят согласно рекомендациям регламента, исходя из физико-механических свойств материала и составляет 34°.

На площадке карты выполняются подготовительные работы по планировке основания карты с уклонами в соответствии с технологическим регламентом.

Для обеспечения правильной и экологически безопасной работы установки кучного выщелачивания необходимо организовать основание под рудный штабель, которое будет иметь надежную гидроизоляцию, высокую механическую прочность для исключения

проседания основания под весом руды при выщелачивании и при укладке карты под весом механизмов. Конструкция гидроизоляционного экрана должна обеспечивать полный сбор растворов из-под кучи и исключать утечку растворов в неконтролируемую зону.

Для сбора и отведения растворов, проходящих через руду, в основании карты выщелачивания предусматривается устройство гидроизоляционного экрана. Материалы, применяемые для устройства гидроизоляционного экрана, устойчивы к агрессивному воздействию химически активных веществ, конструкция гидроизоляционного экрана обеспечивает водонепроницаемость основания карты и предохраняет просачивание химически агрессивных сред в почву.

Параметры карты выщелачивания приведены в **табл. 4.1**

Таблица 4.1 - Параметры карты выщелачивания

Наименование показателей	Ед. изм.	Показатель		
		1-6 секции	7-10 секции	11-12 секции
Высота секции	м	24	21	21
Длина секции	м	500	500	497
Ширина секции	м	120	120	130
Угол откоса яруса	град.	34	34	34
Площадь основания секции	га	6	6	6,5
Площадь основания карты выщелачивания	га	73		

План карты выщелачивания с линиями расчетных профилей приведен на **рис. 5.1**.

5 МЕТОДИКА РАСЧЁТА УСТОЙЧИВОСТИ ОТВАЛА ВЫЩЕЛОЧЕННОЙ РУДЫ И КАРТЫ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

5.1 Общие расчётные положения

Для поверочных расчётов устойчивости отвала выщелоченной руды и карты выщелачивания применялся программный комплекс Slide 2018 (сертификат представлен в **прил. 1**).

Оценка устойчивости отвала выщелоченной руды и карты выщелачивания в плоской постановке задачи сводится к созданию компьютерной модели основания и профиля проектируемого объекта, построению множества потенциальных поверхностей скольжения по профильным линиям.

Поверочные расчеты устойчивости отвала выщелоченной руды выполнены по характерным профилям 1.1 и 1.2.

Поверочные расчеты устойчивости карты выщелачивания выполнены по характерным профилям А-А, В-В, С-С и D-D.

План отвала выщелоченной руды и карты выщелачивания с линиями расчетных профилей приведен на **рис. 5.1**.

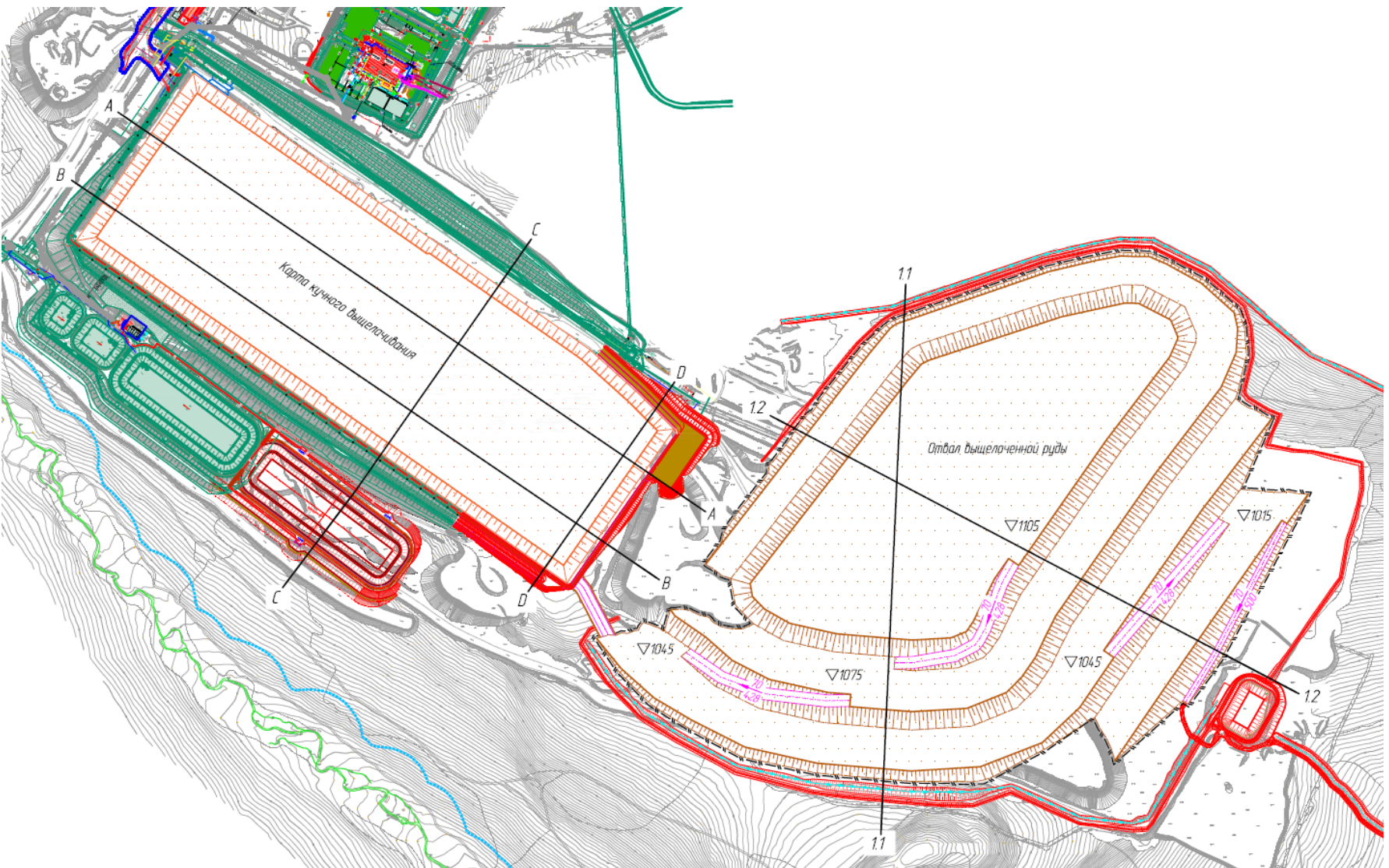


Рис. 5.1. План расположения отвала выщелоченной руды и карты выщелачивания с линиями расчетных профилей

5.2 Обоснование расчётной модели

5.2.1 Методика определения начального напряжённого состояния

Величина вертикальных эффективных напряжений σ'_v определялась по классической зависимости

$$\sigma'_v = \gamma H - p_w, \quad (5.1)$$

где γ – удельный вес пород; H – глубина до рассматриваемой точки породного массива; p_w – величина порового давления.

Горизонтальные эффективные напряжения σ'_h вычислялись по следующей формуле

$$\sigma'_h = K_0(\gamma H - p_w), \quad (5.2)$$

где K_0 – коэффициент бокового давления в покое.

Коэффициент бокового давления в покое принимался на основании известной эмпирической зависимости

$$K_0^{NC} = 1 - \sin \varphi', \quad (5.3)$$

где φ' – эффективный угол внутреннего трения соответствующего слоя грунтового массива.

Полные напряжения породного массива определялись как сумма эффективных напряжений и порового давления. Выше уровня грунтовых вод, грунты рассматривались как однофазная среда, то есть поровое давление в этих грунтах равно 0, а удельный вес грунта принимался как для грунта в сухом состоянии.

5.2.2 Модель деформирования отсыпаемого материала и грунтового основания

Упругопластическая модель Кулона-Мора [9], которая включает две упругих константы модуль деформации E и коэффициент поперечной деформации ν и три пластических параметра, сцепление c , угол внутреннего трения φ и угол дилатансии ψ .

Упругое поведение среды можно представить в виде обобщенного закона Гука (5.4), который характеризует механическое поведение изотропного упругого материала

$$\begin{pmatrix} \sigma_{xx} \\ \sigma_{yy} \\ \sigma_{zz} \\ \sigma_{xy} \\ \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} \end{pmatrix} = \frac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)} \begin{bmatrix} 1-\nu & \nu & \nu & 0 & 0 & 0 \\ \nu & 1-\nu & \nu & 0 & 0 & 0 \\ \nu & \nu & 1-2\nu & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1-2\nu & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1-2\nu & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1-2\nu \end{bmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{xx} \\ \varepsilon_{yy} \\ \varepsilon_{zz} \\ \varepsilon_{xy} \\ \varepsilon_{yz} \\ \varepsilon_{zx} \end{pmatrix}, \quad (5.4)$$

где E – модуль деформации; ν – коэффициент поперечной деформации.

Классическое условие пластичности для сыпучих сред (закон трения Кулона) можно записать в виде уравнения:

$$f = \tau - c - \sigma_n \operatorname{tg}(\varphi), \quad (5.5)$$

где τ – предел прочности сдвигу на рассматриваемой площадке; σ_n – нормальное напряжение, действующее перпендикулярно рассматриваемой площадке.

В пространстве главных напряжений условие пластичности можно представить набором из 6 уравнений вида (формула 5.6), которые в целом описывают поверхность пластического течения.

$$f_1 = \frac{1}{2}(\sigma_2 - \sigma_3) + \frac{1}{2}(\sigma_2 + \sigma_3) \sin(\varphi) - c \cos(\varphi), \quad (5.6)$$

где σ_1 – главные нормальные максимальные напряжения; σ_2 – главные средние нормальные напряжения; σ_3 – главные минимальные нормальные напряжения.

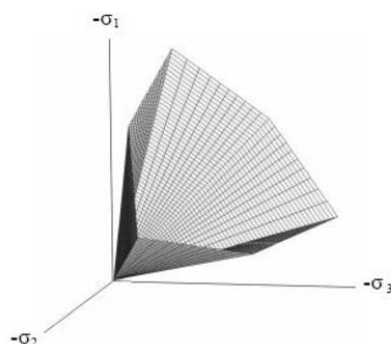


Рис. 5.2 Поверхность пластического течения в осях главных напряжений ($c = 0$)

Данная модель применима для решения задач, когда точность прогноза деформаций не является определяющим фактором, а необходимо выполнить оценку по несущей способности.

5.2.3 Фильтрационная модель пористой среды

При выполнении фильтрационных расчетов принята модель, получившая наибольшее распространение на практике, модель Van Genuchten – Mualem, которая позволяет описать процесс фильтрации жидкости через пористые тела в полностью водонасыщенном состоянии или неполностью водонасыщенном состоянии. Принятая модель позволяет учесть изменение фильтрационных характеристик пористой среды в зависимости от степени ее водонасыщения.

Фильтрационные характеристики пористой среды контролируются через характеристическую зависимость между степенью водонасыщения (влажностью) грунта и величиной отрицательного порового давления, которая характеризует способность грунта сохранять жидкость в пористом пространстве при различных значениях порового давления.

Фильтрационная модель Van Genuchten – Mualem связывает степень водонасыщения с напором:

$$S(\psi) = S_{res} + (S_{sat} - S_{res})[1 + (g_a|\psi|)^{g_n}]^{g_c};$$

$$\psi = -\frac{p_w}{\gamma_w};$$

$$g_c = \frac{1 - g_n}{g_n},$$
(5.7)

где p_w – отрицательное поровое давление; γ_w – удельный вес жидкости в пористом пространстве; S_{res} – остаточная величина степени водонасыщения раствором пористой среды; S_{sat} – значение полного водонасыщения пористого пространства раствором; g_a , g_n , g_c – параметры уравнения Van Genuchten – Mualem.

Относительный показатель коэффициента фильтрации $k_{rel}(S)$ определяется по следующей формуле:

$$k_{rel}(S) = \max \left[(S_{eff})^{g_l} \left(1 - \left[1 - (S_{eff})^{\frac{g_n}{g_n-1}} \right]^{\frac{g_n-1}{g_n}} \right)^2, 10^{-4} \right];$$

$$S_{eff} = \frac{S - S_{res}}{S_{sat} - S_{res}},$$
(5.8)

где S_{eff} – эффективная степень водонасыщения пористой среды раствором.

Фактический коэффициент фильтрации $k(S)$ определяется по формуле:

$$k(S) = k_{sat}k_{rel}(S),$$
(5.9)

где k_{sat} – коэффициент фильтрации пористой среды в полностью насыщенном жидкостью состоянии.

Принятая модель позволяет учесть изменение коэффициента фильтрации окомкованной руды в зависимости от степени ее водонасыщения, что позволяет в значительной степени повысить достоверность прогноза развития фильтрационных процессов как в зоне полного, так и неполного водонасыщения.

5.2.4 Методика определение нагрузки от сейсмического воздействия

Сейсмическую нагрузку при расчете устойчивости с учетом сейсмических воздействий следует производить псевдостатическим способом. Сейсмические воздействия рассматриваются псевдостатическим способом как дополнительные горизонтальные и вертикальные нагрузки в породном массиве.

Учет сейсмического воздействия в общем виде можно представить

$$P_c = k_1AG,$$
(5.10)

где k_1 – коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения сооружения; A – коэффициент, величина которого зависит от интенсивности сейсмического воздействия; G – вес элементарного блока.

Введя обозначение $k_c = k_1 A$ формулу (5.10), можно представить в следующем виде

$$P_c = k_c G, \quad (5.11)$$

где k_c – коэффициент динамической сейсмичности.

Величина коэффициента сейсмичности [3] в зависимости от расчетной сейсмичности рассматриваемого района.

Таблица 5.1 - Коэффициент динамической сейсмичности

Расчетная сейсмичность в баллах	1-5	6	7	8	9	10
Коэффициент динамической сейсмичности k_c	0,00	0,01	0,025	0,05	0,10	0,25

Согласно требованиям «СП 14.13330.2018» [5] величина коэффициента сейсмичности может быть определена как:

$$k_c = \frac{K_0 K_1 A_n}{g}, \quad (5.12)$$

где K_0 – коэффициент, учитывающий назначение сооружения и его ответственность; K_1 – коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий и; A_n – нормативное значение ускорения для соответствующей бальности площадки.

Согласно [5] величина A_n для 8 баллов принимается равной 2 м/с^2 , значение K_0 при расчете отвалов принимается равной 1,0; величина K_1 принимается равной 0,25. Тогда, значение коэффициента сейсмичности k_c будет равен 0,05.

С учетом того, что величины коэффициента k_c равны по двум расчетным методикам, при выполнении расчетов принимаем максимальное значение коэффициента k_c равное 0,05.

5.2.5 Обоснование коэффициента запаса по устойчивости

Нормативные значения коэффициентов запаса устойчивости для отвала без учёта и с учётом сейсмических воздействий представлены в **табл. 5.2** [6].

Таблица 5.2 – Нормативное значение коэффициента запаса устойчивости

Наименование объекта	Статическое воздействие	Сейсмическое воздействие
Отвал выщелоченной руды	1,20	1,05
Карта выщелачивания	1,20	1,05

Согласно п. 5.2.3 [6] при расчете устойчивости откоса должно удовлетворяться условие:

$$\psi F = \frac{\gamma_d}{\gamma_n} R, \quad (5.13)$$

где F – расчетное значение обобщенного силового воздействия на сооружение; R – расчетное значение обобщенной несущей способности; ψ – коэффициент сочетания нагрузок; γ_n – коэффициент надежности по ответственности сооружения; γ_d – коэффициент условий работы.

Преобразовав формулу (5.13) получим формулу для определения коэффициента запаса по устойчивости откоса скального основания:

$$k_{sf} = \psi \frac{\gamma_n}{\gamma_d}. \quad (5.14)$$

Для рассматриваемых условий, приняв $\gamma_n = 1,2$, $\psi = 1,0$, $\gamma_d = 0,9$ минимальное значение коэффициента запаса по устойчивости k_{sf} равняется при статическом нагружении **1,20** и при сейсмическом воздействии **1,08**.

5.2.6 Методика определения коэффициента запаса

Расчет коэффициента запаса выполнялся следующим образом. На первых этапах формировалось начальное напряженное состояние основания с учетом собственного веса основания, нагрузки и сейсмического воздействия. На заключительном этапе на основании итерационного подхода определились показатели прочностных свойств породного массива, при которых устойчивость основания не обеспечена. Таким образом, количественно коэффициент запаса по устойчивости откоса определялся как

$$k_3 = \frac{c_{rm}}{c_{rm.red}} = \frac{\tan \varphi_{rm}}{\tan \varphi_{rm.red}}, \quad (5.15)$$

где $c_{rm.red}$, $\varphi_{rm.red}$ – соответственно редуцированные значения сцепления, угла внутреннего трения.

5.3 Расчётная (численная) модель оценки устойчивости

Расчётная модель отвала выщелоченной руды и карты выщелачивания представляет из себя сечение, ограниченное по бокам и снизу прямыми границами, а сверху геометрией объекта и поверхности земли. Модель разделена на участки с различными физико-механическими свойствами материалов (горных пород). Обводнённость объектов в модели учитывается двумя способами:

1. Заданием линии уровня грунтовых вод;

2. При помощи указания максимального подъёма уровня воды (при использовании метода конечных элементов (МКЭ) – FEM (Finite element method)) и получения положения уровня подземных вод расчетным способом.

Примеры моделей для сечения 1.1 (отвал выщелоченной руды) с указанием значений физико-механических свойств представлены на **рис. 5.3**.

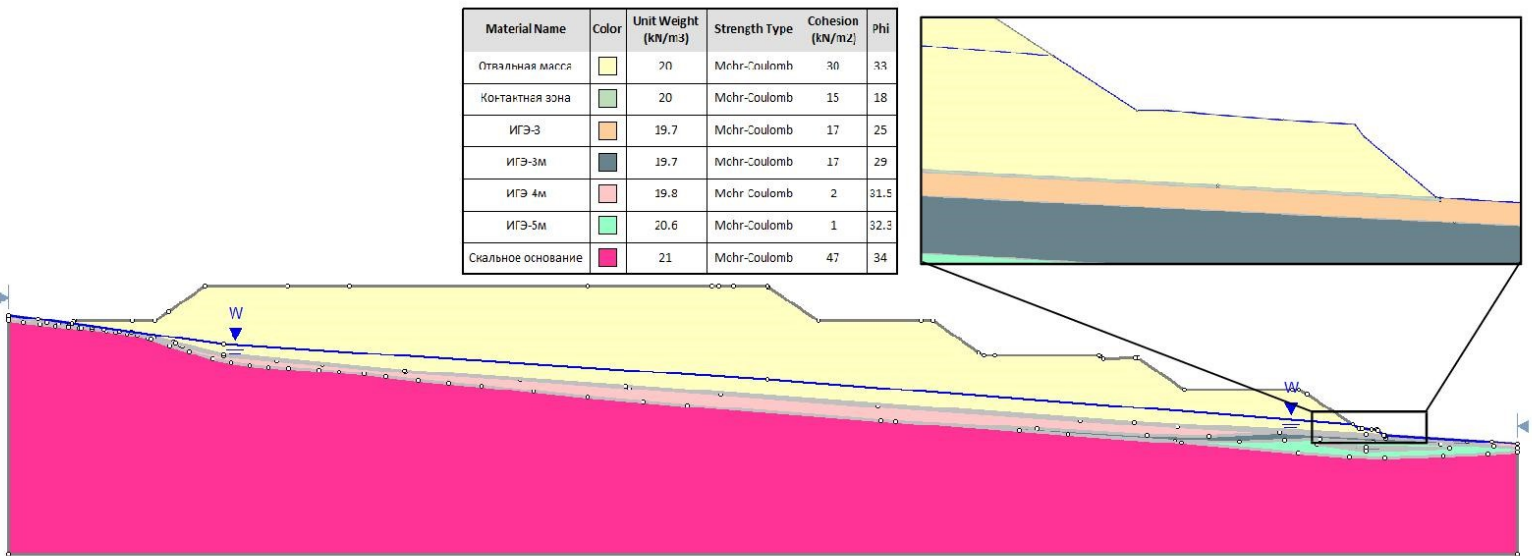


Рис. 5.3. Сечение 1.1 с указанием значений физико-механических свойств

6 РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ОТВАЛА ВЫЩЕЛОЧЕННОЙ РУДЫ

В Таблица 6.1, 6.2 представлены результаты расчётов устойчивости по расчетным профилям отвала выщелоченной руды 1.1 и 1.2 для 10 расчётных случаев.

Таблица 6.1 – Значения коэффициентов запаса для сечения 1.1 отвала

Обводнённость	Воздействие	Сечение 1.1		Норма K_{3y}
		Левая сторона	Правая сторона	
Сухой	Статическое	1,66	1,66	1,2
Сухой	Динамическое (сейсмическое)	1,51	1,65	1,08

Таблица 6.2 – Значения коэффициентов запаса для сечения 1.2 отвала

Обводнённость	Воздействие	Сечение 1.2		Норма K_{3y}
		Левая сторона	Правая сторона	
Сухой	Статическое	1,52	1,58	1,2
Обводнённый	Статическое	-	1,39	1,2
Сухой	Динамическое (сейсмическое)	1,40	1,57	1,08
Обводнённый	Динамическое (сейсмическое)	-	1,39	1,08

Положение поверхностей скольжений для каждого из расчетных вариантов, а также принятое и расчётное положение уровня грунтовых вод представлены в **прил. 2**.

Оценка устойчивости откосов отвала выщелоченной руды выполнена на различные воздействия, включая статическое и сейсмическое воздействия, а также при различных вариантах обводнённости.

При выполнении расчетов обводнённость отвала учитывалась исходя из значений степени обводнённости $k = 0,15$ и угла наклона депрессионной кривой не более $j = 6^\circ$ [8]. Дополнительно определены положения депрессионной кривой с учётом степени обводнённости при помощи метода конечных элементов.

Предельно допустимые значения коэффициентов запаса устойчивости, определённые в соответствии с ФНиП [6] и п. 5.2.2 [5] и рассчитанные по методике работы:

- при статическом воздействии – 1,20;
- при сейсмическом воздействии – 1,08.

Расчётные значения коэффициентов запаса устойчивости во всех случаях больше нормативных значений. Следовательно, с учётом исходных данных и принятой расчетной методике, устойчивость отвала по профильным линиям для сечений 1.1 и 1.2 обеспечивается.

Все расчёты производились, руководствуясь исходными данными с выдержкой требований нормативной документации.

При превышении уровня грунтовых вод, представленных в настоящем отчете, необходимо организовать мероприятия по его снижению, а в случае, если это невозможно,

выполнить переоценку устойчивости отвала выщелоченной руды с учетом новых гидрогеологических условий.

7 РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПЛОЩАДКИ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Расчётные значения коэффициентов запаса устойчивости по расчетным профилям А-А, В-В, С-С, D-D представлены в **табл. 7.1** и **табл. 7.2**.

Оценка устойчивости откосов карты выщелоченной руды выполнена на различные воздействия, включая статическое и сейсмическое воздействия, а также при различных вариантах обводненности.

Предельно допустимые значения коэффициентов запаса устойчивости, определённые в соответствии с ФНиП [6] и п. 5.2.2 [5] и рассчитанные в отчете:

- при статическом воздействии – 1,20;
- при сейсмическом воздействии – 1,08.

Таблица 7.1 – Значения КЗУ разрезов А-А и В-В

Обводнённость	Воздействие	Разрез А-А		Разрез В-В		Норма К _{зу}
		Сечение 1	Сечение 2	Сечение 1	Сечение 2	
Сухой	Статическое	1,65	1,71	1,74	1,80	1,20
Обводнённый	Статическое	1,43	1,21	1,29	1,23	
Обводнённый	Динамическое	1,70	1,11	1,13	1,10	1,08
Обводнённый. Плёнка порвана. Динамическое воздействие		1,21	1,18	1,29	1,11	

Таблица 7.2 – Значения КЗУ для разрезов С-С и D-D

Обводнённость	Воздействие	Разрез С-С		Разрез D-D		Норма К _{зу}
		Сечение 1	Сечение 2	Сечение 1	Сечение 2	
Сухой	Статическое	1,78	1,47	1,78	1,63	1,20
Обводнённый	Статическое	1,26	1,48	1,43	1,32	
Обводнённый	Динамическое	1,10	1,27	1,11	1,13	1,08
Обводнённый. Плёнка порвана. Динамическое воздействие		1,18	1,53	1,29	1,19	

Исходя из специфики самой кучи, результаты по данному разделу не включают в себя изменений конфигураций сечений, а содержат значения максимальных значений УГВ, при которых состояние кучи оценивается как устойчивое.

Кроме этого, определены уровни УГВ при ситуации, когда гидроизолирующая плёнка рвётся и в основание под кучей проникает вода. Результаты определения уровней грунтовых вод представлены в **табл. 7.3** и **табл. 7.4**.

Таблица 7.3 – Значения УГВ от вершины кучи для разрезов А-А и В-В

Обводнённость	Воздействие	Разрез А-А		Разрез В-В	
		Сечение 1	Сечение 2	Сечение 1	Сечение 2
Обводнённый	Статическое	10 м	6 м	11 м	7 м
Обводнённый	Динамическое	10 м	6 м	11 м	7 м

Обводнённость	Воздействие	Разрез А-А		Разрез В-В	
		Сечение 1	Сечение 2	Сечение 1	Сечение 2
Плénка порвана, динамическая нагрузка		15 м	16 м	16 м	11 м

Таблица 7.4 – Значения УГВ от вершины кучи для разрезов С-С и D-D

Обводнённость	Воздействие	Разрез С-С		Разрез D-D	
		Сечение 1	Сечение 2	Сечение 1	Сечение 2
Обводнённый	Статическое	5 м	19 м	4 м	15 м
Обводнённый	Динамическое	5 м	22 м	9 м	15 м
Плénка порвана, динамическая нагрузка		17 м	44 м	9 м	25 м

Поверхности скольжения представлены в **прил. 3**.

Расчётные значения коэффициентов запаса устойчивости во всех случаях больше нормативных значений. Следовательно, с учётом принятых исходных данных и расчетной методикой, устойчивость карты выщелачивания обеспечивается по всем расчетным сечениям.

Все расчёты производились, руководствуясь исходными данными с выдержкой требований нормативной документации.

При превышении уровня грунтовых вод, представленных в настоящем отчете, необходимо организовать мероприятия по его снижению, а в случае, если это невозможно, выполнить переоценку устойчивости карты выщелачивания руды с учетом новых гидрогеологических условий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 27751-2014 «Надёжность строительных конструкций и оснований».
2. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. ВНИМИ 1972.
3. Рекомендации по расчёту устойчивости скальных откосов. Москва, 1986, 52 с.
4. СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территорий зданий и сооружений от опасных геологических процессов».
5. СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах».
6. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов».
7. Технический отчёт по инженерно-геологическим изысканиям для подготовки проектной и рабочей документации «А-60-21-ИГИ1», ООО «Нерюнгростройизыскания», 2022 г.;
8. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка рекомендаций по предельным параметрам устойчивых бортов, уступов и отвалов месторождения Гросс», ООО «БТК», 2014 г.;
9. Bentley. Plaxis Material Models Manual, 2021.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

«Общество с ограниченной ответственностью
«СОВРЕМЕННЫЕ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»
Ltd «Advanced Survey Technologies»

117638, Москва, ул. Фруктовая, д.16. www.geoast.pro, info@geoast.pro, +7 (925) 664 59 28
ОГРН 1117746608616, ИНН 7727756515, КПП 772701001


№1 от 11.05.2021

Приложение к сертификату
соответствия программного
комплекса «Rocscience» для
геотехнических расчетов в
строительстве и горнодобывающей
отрасли

Подлинность лицензии

Компания **ООО «Современные изыскательские технологии»**, являясь официальным представителем компании **Rocscience Inc.** в России, подтверждает подлинность лицензии № 19664-001 на программное обеспечение **Slide 2018** программного комплекса «**Rocscience**» с бессрочным сроком действия, выданной компании **ООО «Спб-Гипрошахт»**, ИНН 7841318330, КПП 781301001.

Генеральный директор

ООО «Современные изыскательские технологии»  Габрибцов Д.Н.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

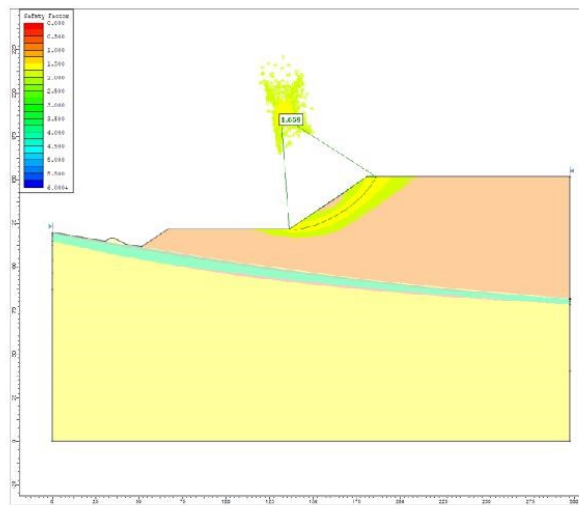


Рис. П.2.1. Сечение 1.1. Левая сторона. Статическое воздействие

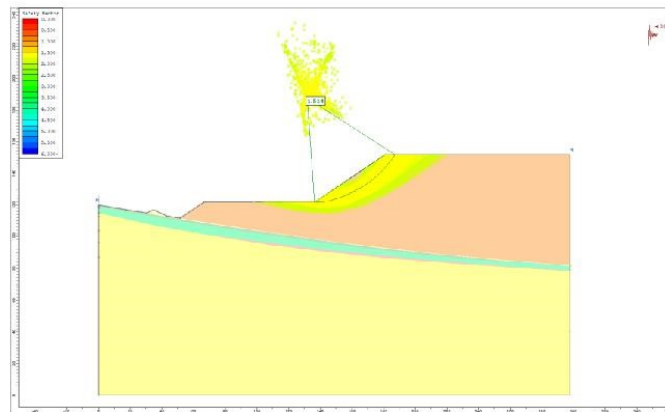


Рис. П.2.2. Сечение 1.1. Левая сторона. Динамическое воздействие

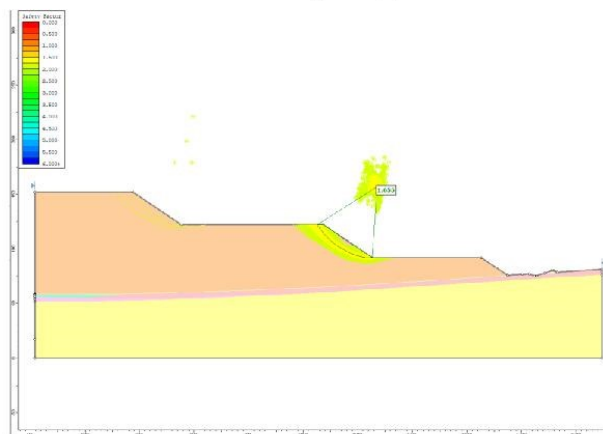


Рис. П.2.3. Сечение 1.1. Правая сторона. Статическое воздействие

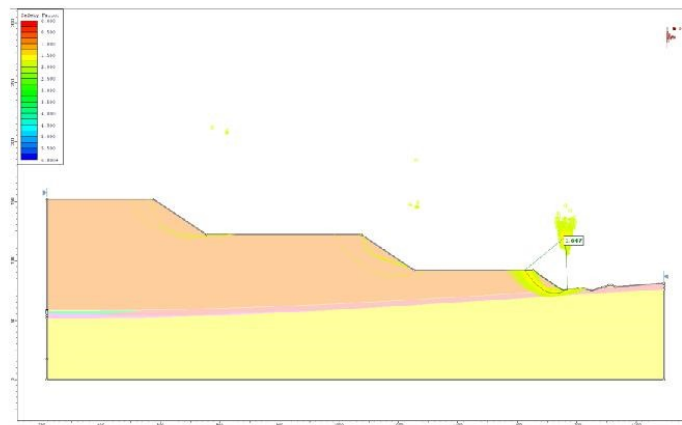


Рис. П.2.4. Сечение 1.1. Правая сторона. Динамическое воздействие

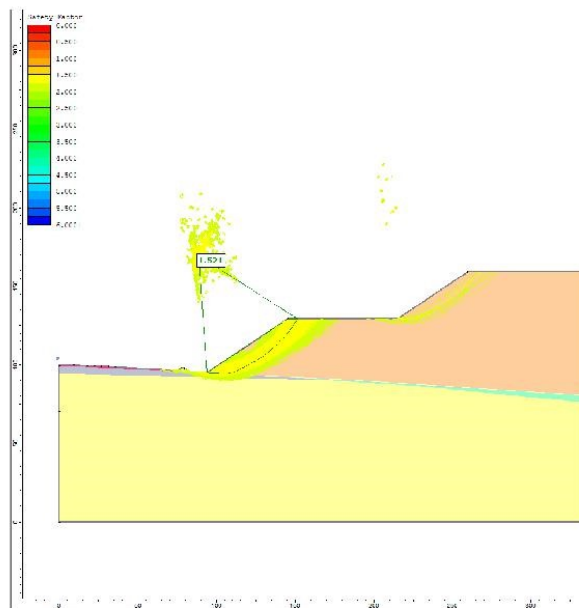


Рис. П.2.5. Сечение 1.2. Левая сторона. Статическое воздействие

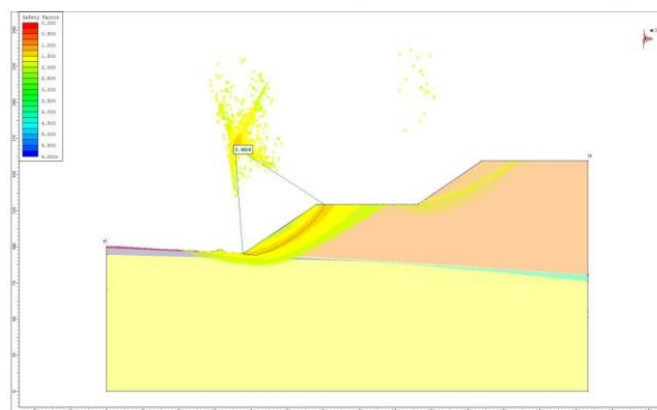


Рис. П.2.6. Сечение 1.2. Левая сторона. Динамическое воздействие

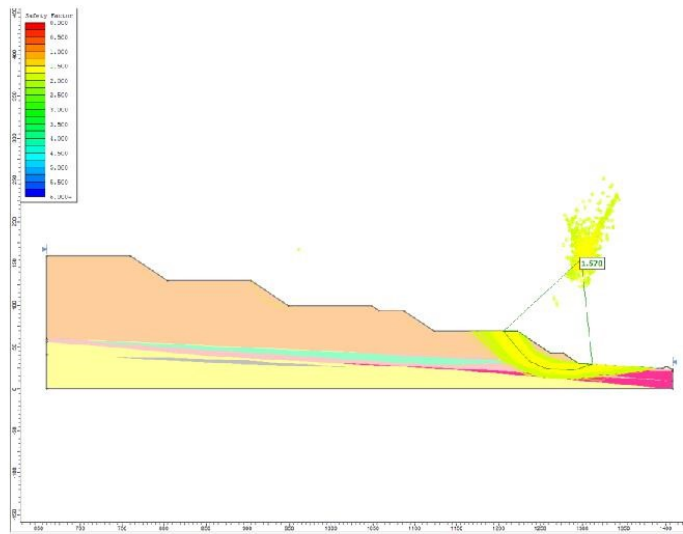


Рис. П.2.7. Сечение 1.2. Правая сторона. Статическое воздействие

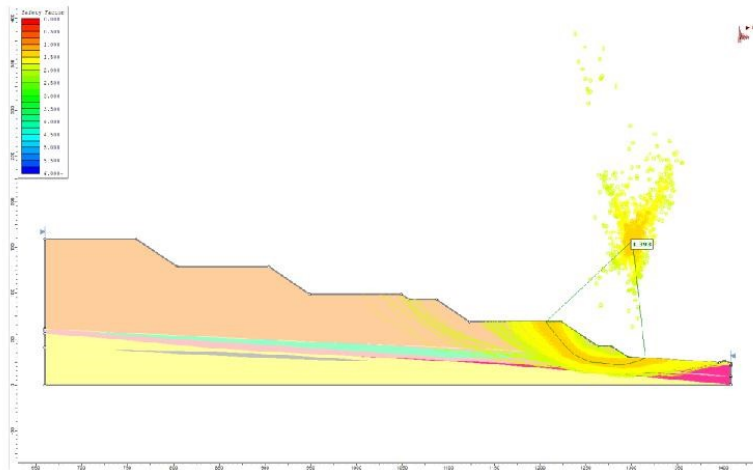


Рис. П.2.8. Сечение 1.2. Правая сторона. Динамическое воздействие

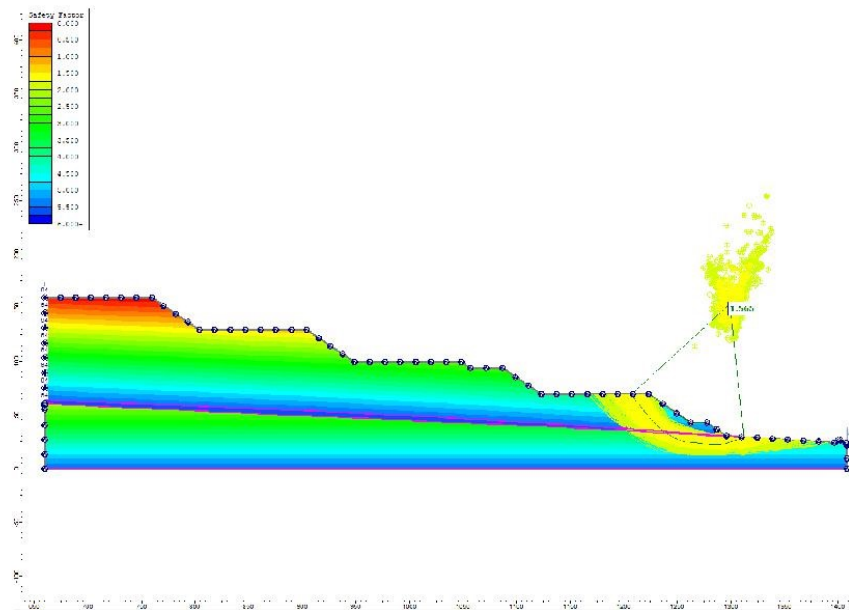


Рис. П.2.9. Сечение 1.2. Правая сторона. Статическое воздействие. Обводнённый отвал

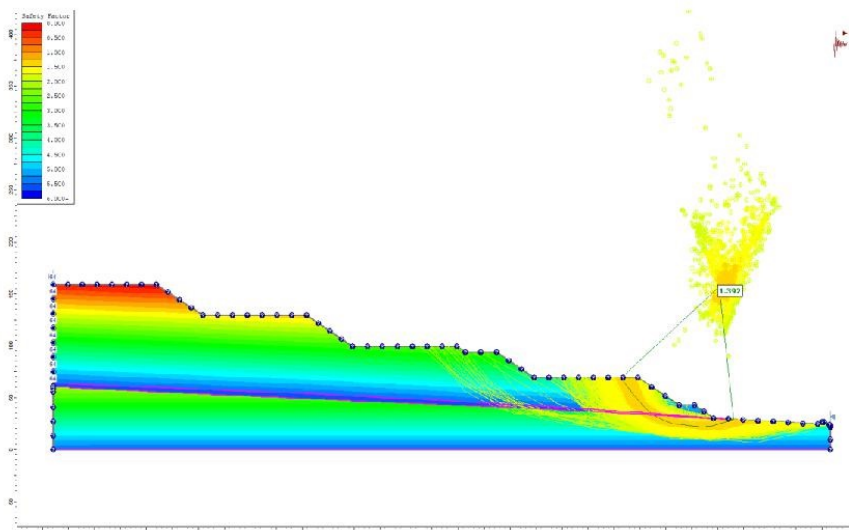


Рис. П.2.10. Сечение 1.2. Правая сторона. Динамическое воздействие. Обводнённый отвал

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

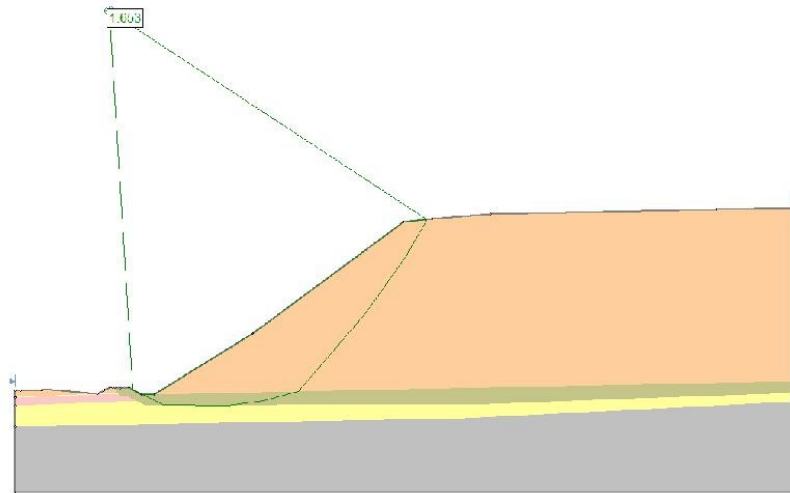


Рис. П.3.1. Разрез А-А. Сечение 1. Статическое воздействие

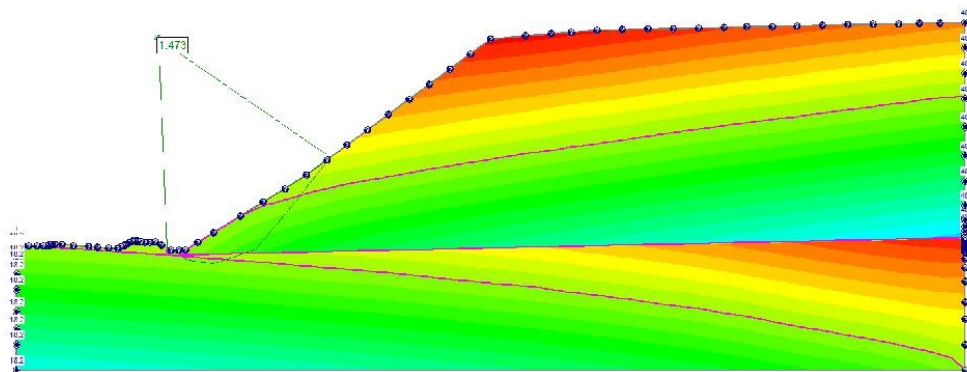


Рис. П.3.2. Разрез А-А. Сечение 1. Статическое воздействие. Обводнённая куча

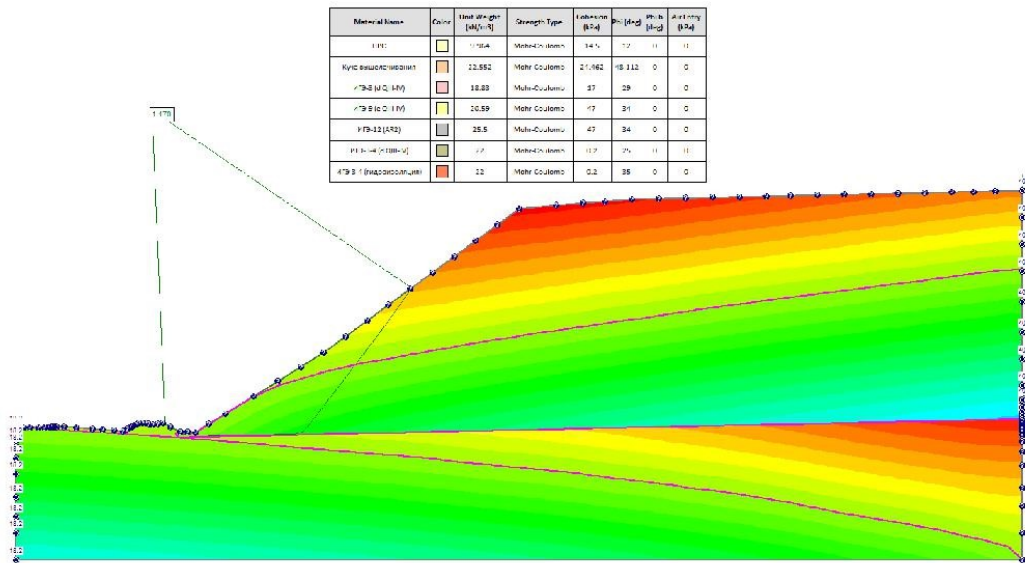


Рис. П.3.3. Разрез А-А. Сечение 1. Динамическое воздействие. Обводнённая куча

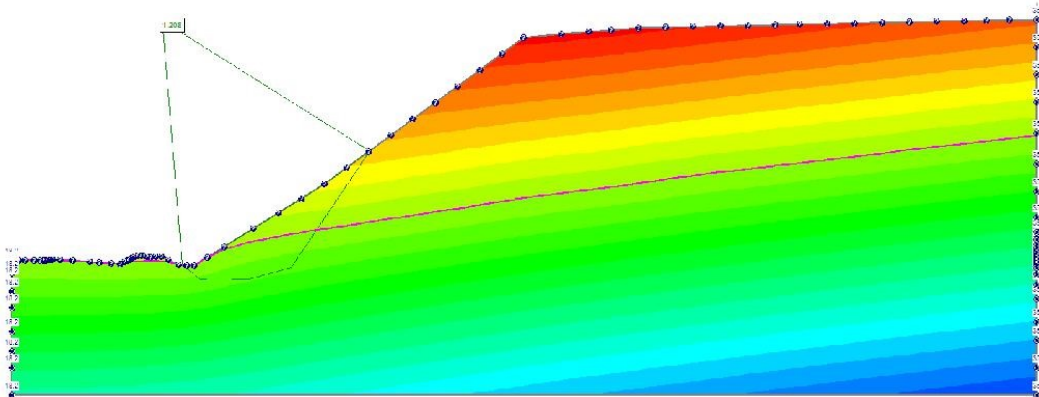


Рис. П.3.4. Разрез А-А. Сечение 1. Динамическое воздействие. Обводнённая куча – гидроизоляционный экран порван

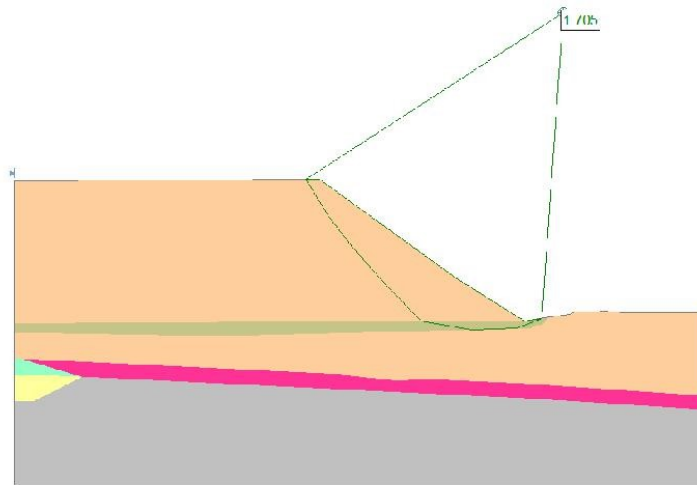


Рис. П.3.5. Разрез А-А. Сечение 2. Статическое воздействие

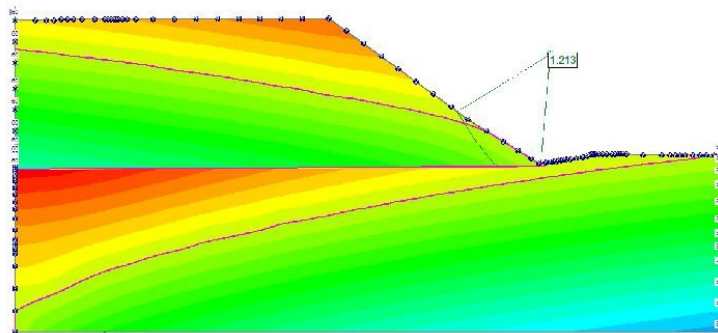


Рис. П.3.6. Разрез А-А. Сечение 2. Статическое воздействие. Обводнённая куча

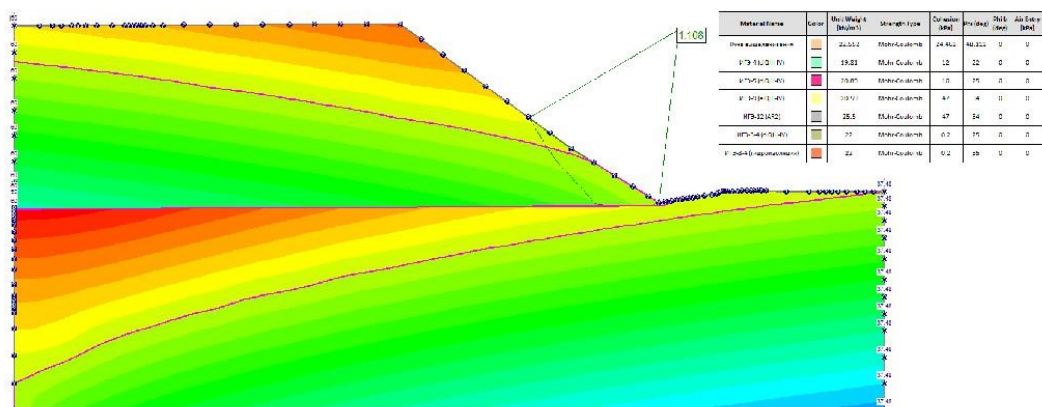


Рис. П.3.7. Разрез А-А. Сечение 2. Динамическое воздействие. Обводнённая куча

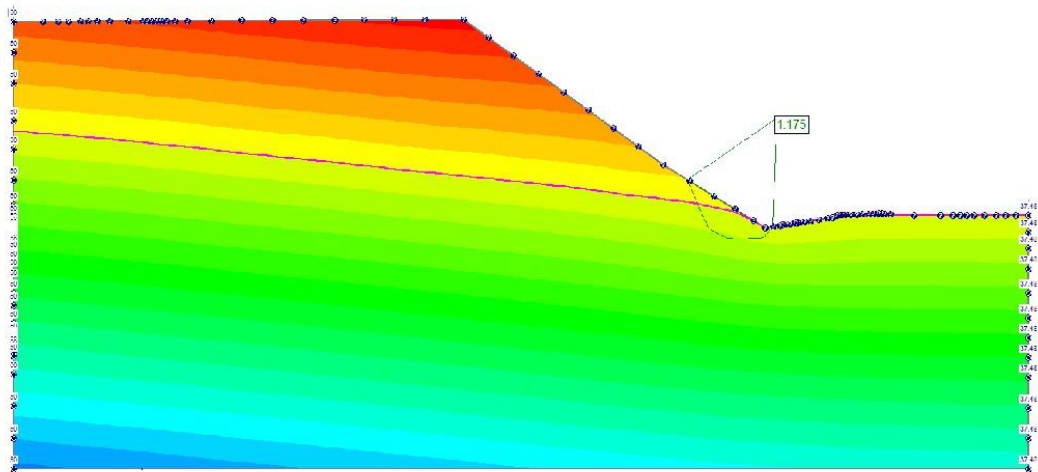


Рис. П.3.8. Разрез А-А. Сечение 2. Динамическое воздействие. Обводнённая куча – гидроизоляционный экран порван

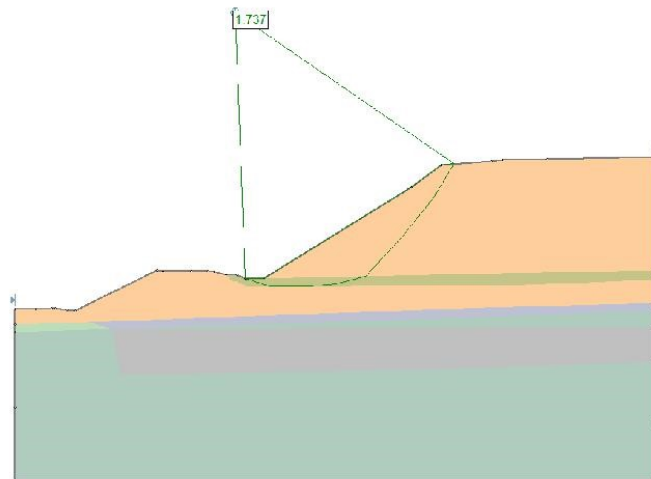


Рис. П.3.9. Разрез В-В. Сечение 1. Статическое воздействие

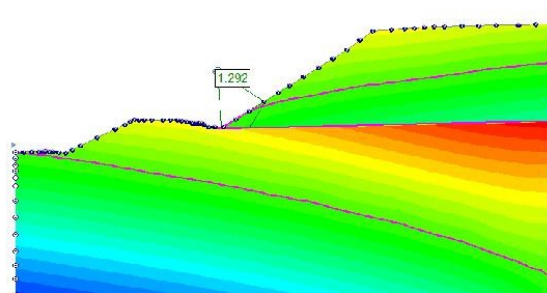


Рис. П.3.10. Разрез В-В. Сечение 1. Статическое воздействие. Обводнённая куча

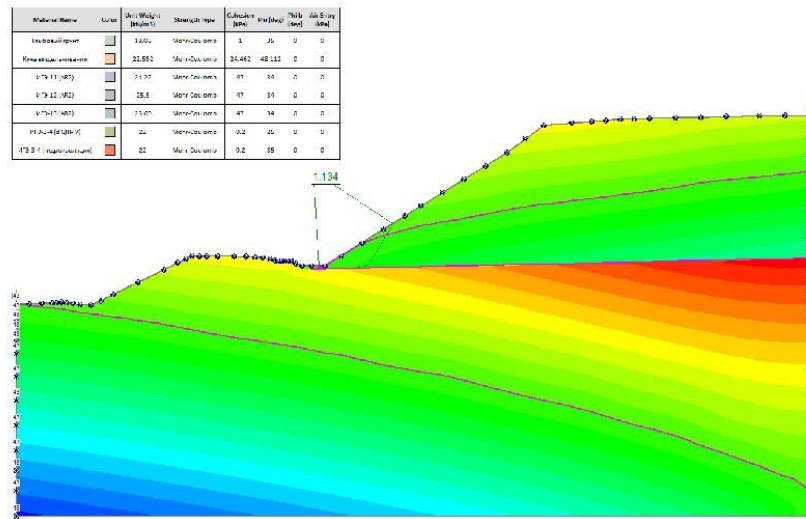


Рис. П.3.11. Разрез В-В. Сечение 1. Динамическое воздействие. Обводнённая куча

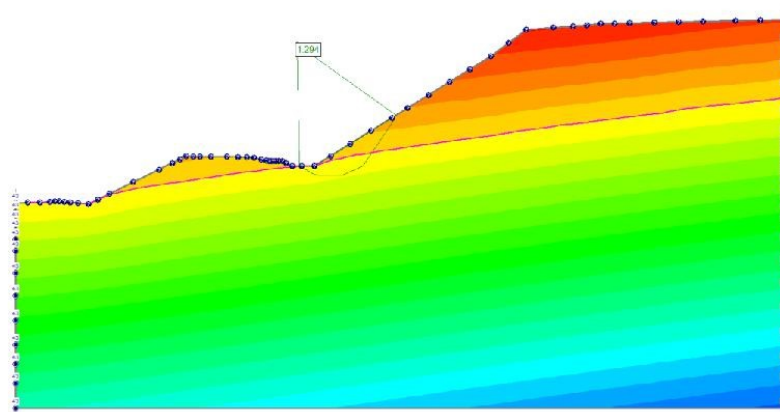


Рис. П.3.12. Разрез В-В. Сечение 1. Динамическое воздействие. Обводнённая куча – гидроизоляционный порван

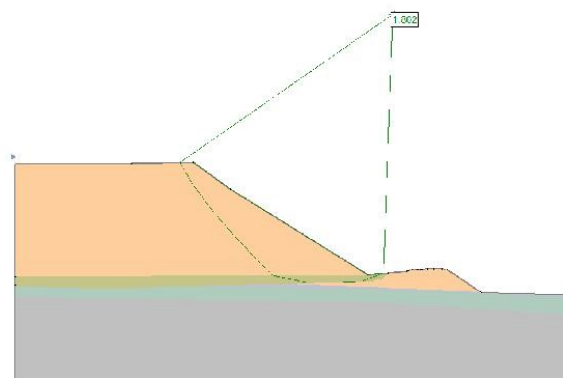


Рис. П.3.13. Разрез В-В. Сечение 2. Статическое воздействие

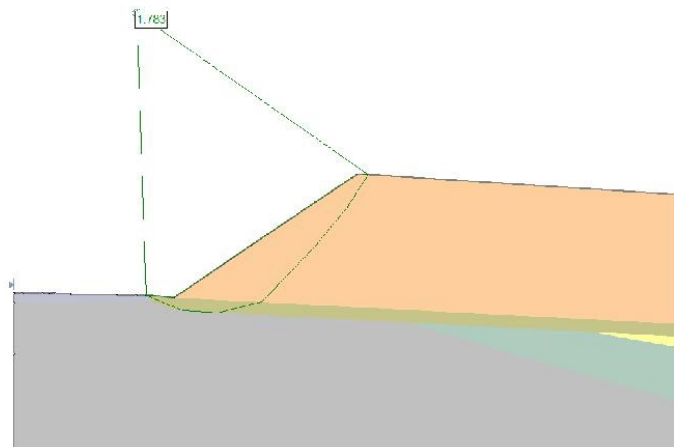


Рис. П.3.17. Разрез С-С. Сечение 1. Статическое воздействие

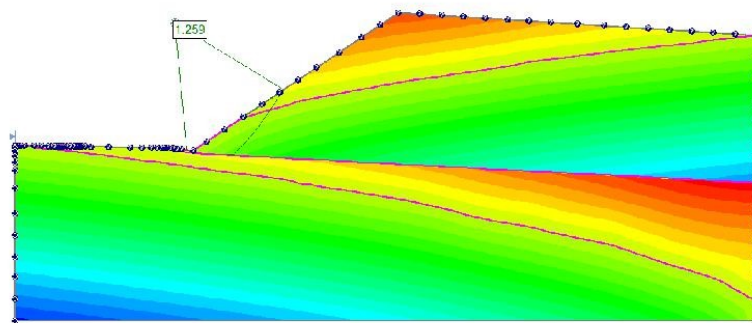


Рис. П.3.18. Разрез С-С. Сечение 1. Статическое воздействие. Обводнённая куча

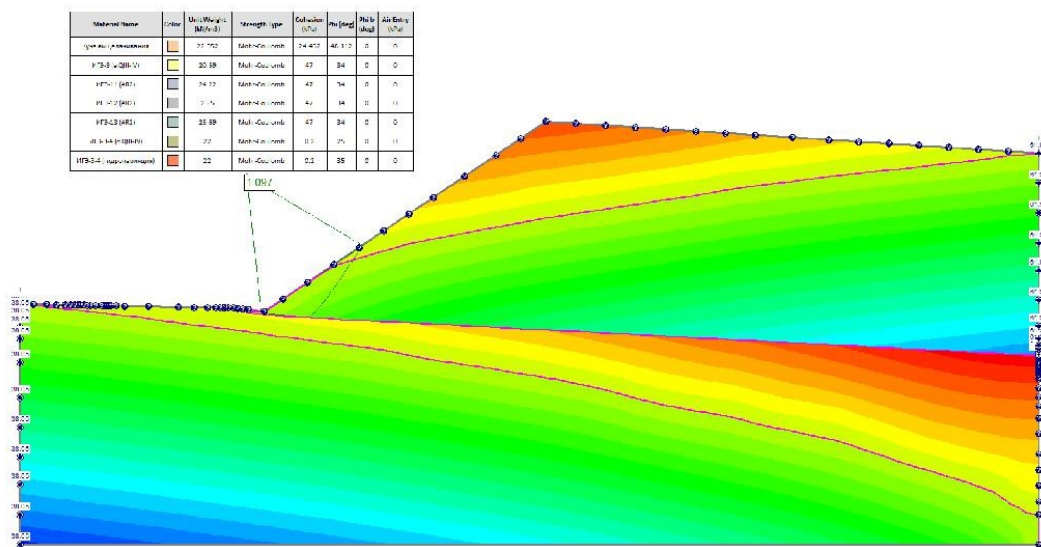


Рис. П.3.19. Разрез С-С. Сечение 1. Динамическое воздействие. Обводнённая куча

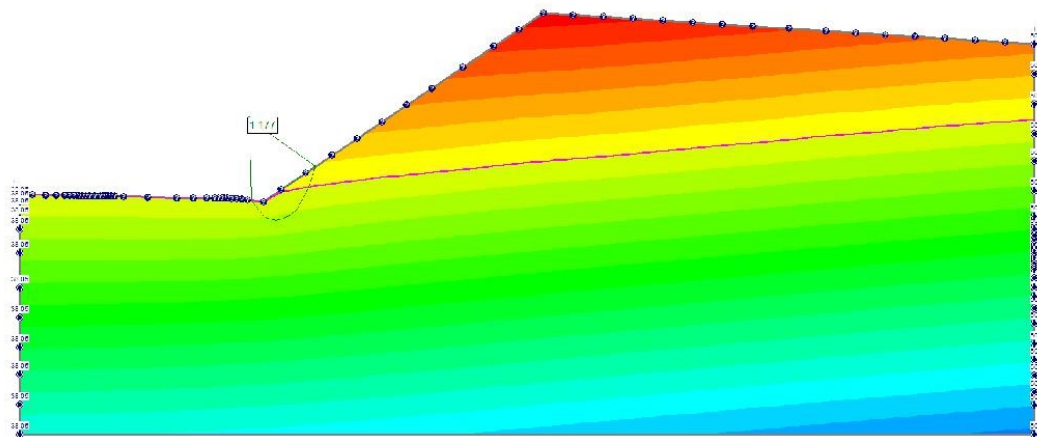


Рис. П.3.20. Разрез С-С. Сечение 1. Динамическое воздействие. Обводнённая куча – гидроизоляционный порван



Рис. П.3.21. Разрез С-С. Сечение 2. Статическое воздействие

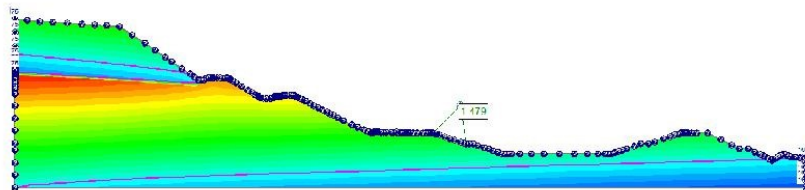


Рис. П.3.22. Разрез С-С. Сечение 2. Статическое воздействие. Обводнённая куча

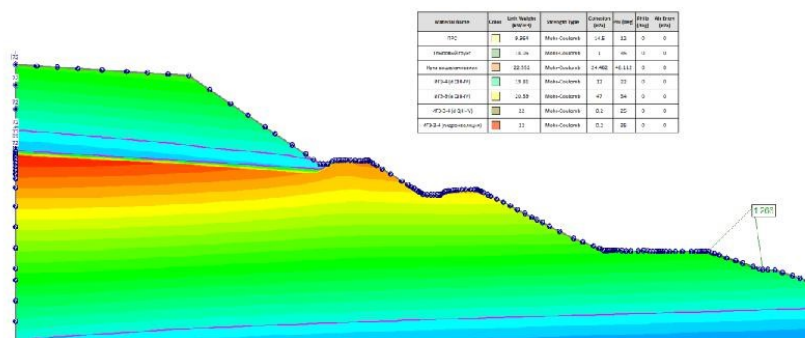


Рис. П.3.23. Разрез С-С. Сечение 2. Динамическое воздействие. Обводнённая куча

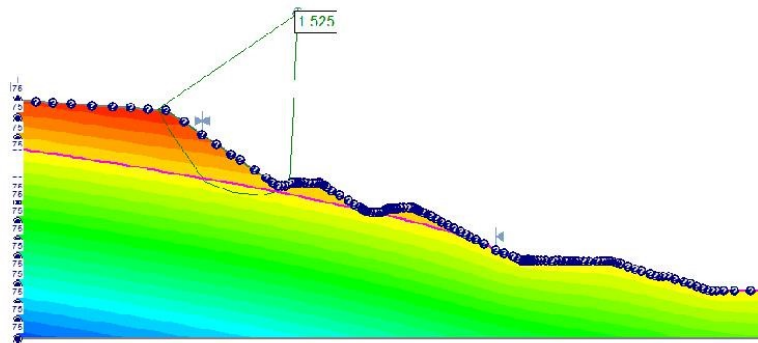


Рис. П.3.24. Разрез С-С. Сечение 2. Динамическое воздействие. Обводнённая куча – гидроизоляционный порван

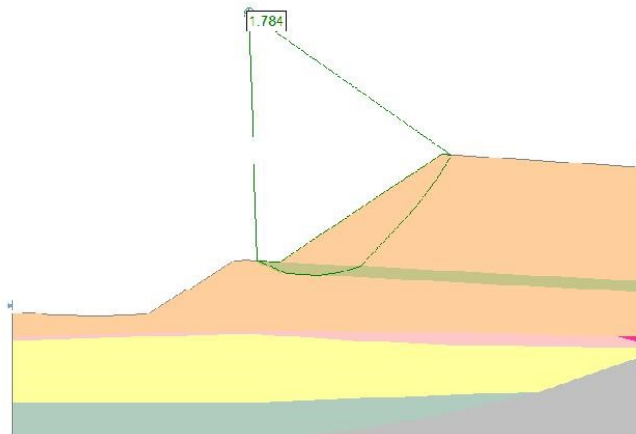


Рис. П.3.25. Разрез D-D. Сечение 1. Статическое воздействие

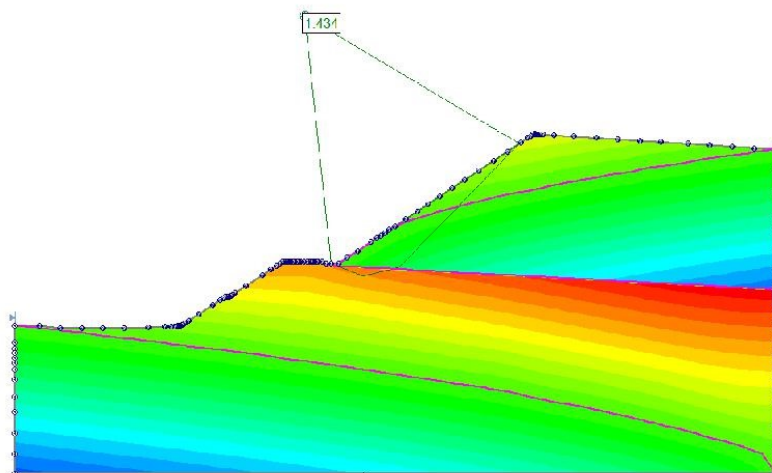


Рис. П.3.26. Разрез D-D. Сечение 1. Статическое воздействие. Обводнённая куча

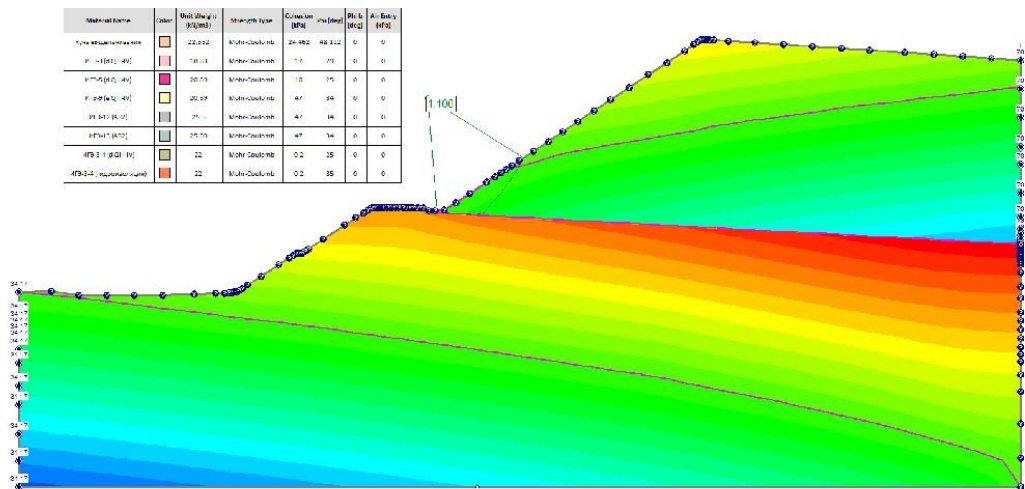


Рис. П.3.27. Разрез D-D. Сечение 1. Динамическое воздействие. Обводнённая куча

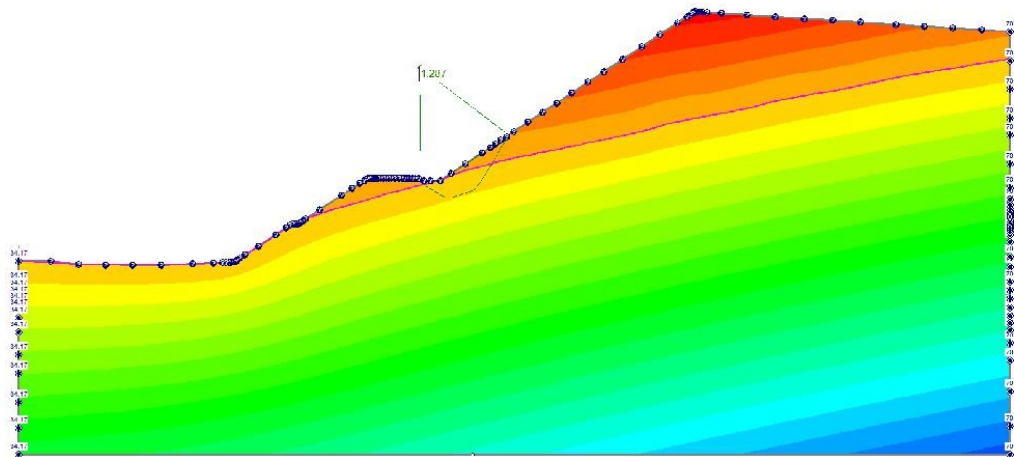


Рис. П.3.28. Разрез D-D. Сечение 1. Динамическое воздействие. Обводнённая куча – гидроизоляционный экран порван

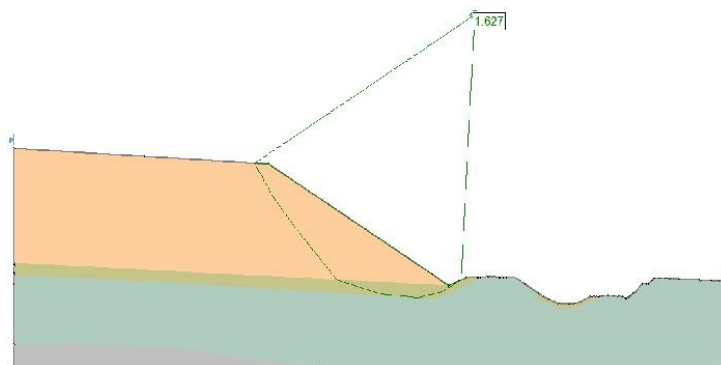


Рис. П.3.29. Разрез D-D. Сечение 2. Статическое воздействие

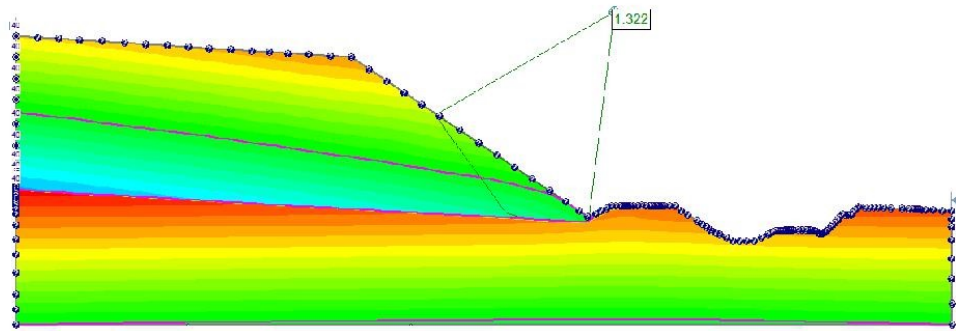


Рис. П.3.30. Разрез D-D. Сечение 2. Статическое воздействие. Обводнённая куча

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	PHD (deg)	At Entry (kPa)
Куча (обводнённая)	Orange	27.54	Mohr-Coulomb	78.44	48.37	13	0
ИГЭ-12 (РР2)	Light Green	25.5	Mohr-Coulomb	47	34	0	0
ИГЭ-12 (ИП2)	Light Green	25.60	Mohr-Coulomb	47	34	0	0
ИГЭ-3-4 (с.ОИИ-IV)	Yellow	22	Mohr-Coulomb	0.2	25	0	0
ИГЭ-3-4 (индоксилищен)	Red	22	Mohr-Coulomb	0.2	35	0	0

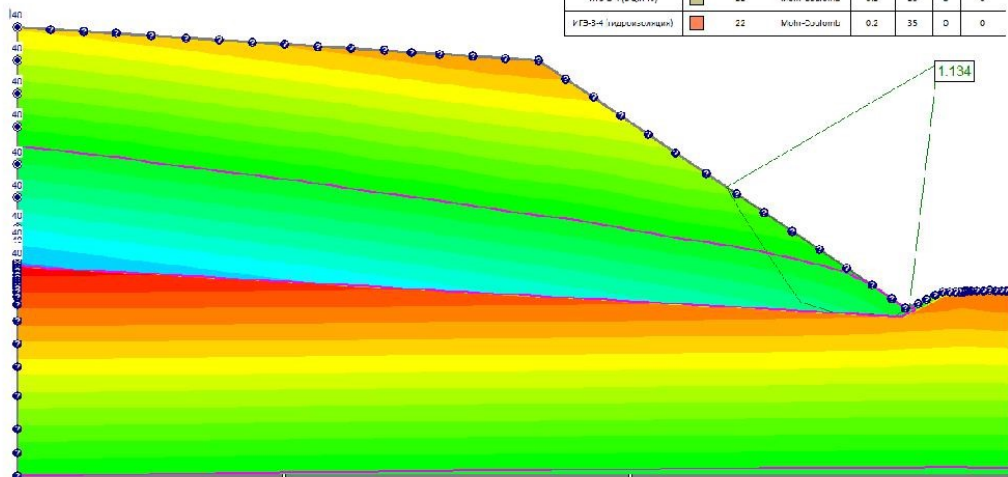


Рис. П.3.31. Разрез D-D. Сечение 2. Динамическое воздействие. Обводнённая куча

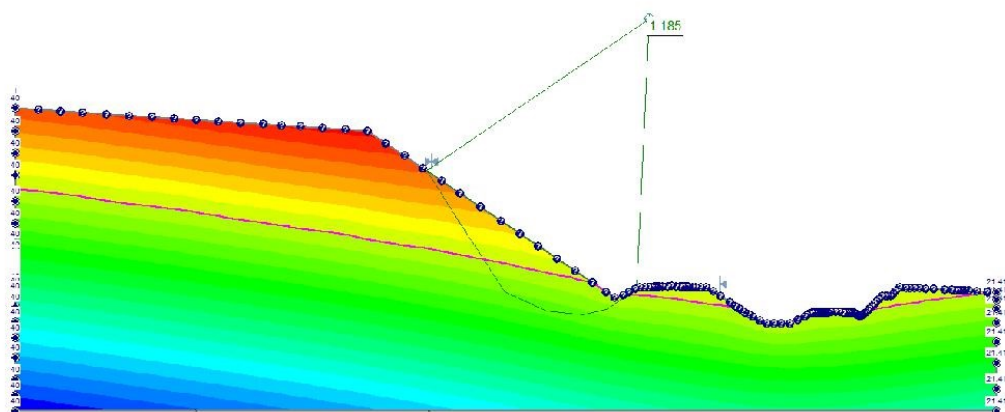


Рис. П.3.32. Разрез D-D. Сечение 2. Динамическое воздействие. Обводнённая куча – гидроизоляционный экран порван

