

**Министерство энергетики Республики Казахстан
Товарищество с ограниченной ответственностью
«Казатомпром-SaUran»
Товарищество с ограниченной ответственностью «Два Кей»**



**«Утверждаю»
Генеральный директор
ТОО «Казатомпром - SaUran»
Токсанбаев Б.М.
» _____ 2025 год**

**Изменения и дополнения в «Проект разработки месторождения
урана Мынкудук (участок Восточный)»**

в 5-ти книгах

**Книга 1
Добычной комплекс ПСВ**

Генеральный проектировщик

Генеральный директор ТОО «Два Кей»



ТОО «Два Кей»

Каменский Н.Г.

Алматы, 2025 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

№	ФИО	Должность	Подпись
1	Н. Каменский	Генеральный директор	
2	П. Слепцов	Ведущий геофизик	
3	А. Слепов	Ведущий геолог	
4	И. Аскаров	Горный инженер-геолог	
5	А. Жумажанов	Эколог 1-ой категории	
6	С. Тулеева	Ведущий специалист 1-ой категории	
7	Л. Гареева-Шишкова	Ведущий экономист	

СОСТАВ ПРОЕКТА

Номер книги	Наименование
Книга 1	Добычной комплекс ПСВ
Книга 2	Наземный комплекс ПСВ
Книга 3	Оценка окружающей среды
Книга 4	ПБ ГО ЧС Промышленная безопасность, охрана труда, санитарно-эпидемиологические мероприятия, мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
Книга 5	Технико-экономическое обоснование
Папка 1	Графические приложения «Добычной Комплекс ПСВ», «Наземный комплекс ПСВ»

СПИСОК РИСУНКОВ

Рисунок 2-1 Схема географического положения участка Восточный Мынкудук.....	11
Рисунок 2-2 Карта административного расположения участка Восточный Мынкудук.....	12
Рисунок 5-1 Назначение, особенности типа скважин по материалам «Степного РУ».....	57

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 2.1- Основные климатические характеристики района	13
Таблица 4.1 График доработки участка добычи по годам из технического задания.....	24
Таблица 4.3 Общее погашение запасов урана по руднику Восточный Мынкудук на 2027г. с учетом добычи урана 2025-2027г.г. по Техническому заданию к Договору	27
Таблица 4.4 Состав отрабатываемых технологических блоков в период доработки технологического полигона 2025-2027г.г.....	30
Таблица 4.5 Проектные объемы бурения и сооружения скважин перебуров и скважин контрольного назначения в период доработки действующих блоков для подтверждения плановой добычи металла по сооружаемым эксплуатационным блокам с 2025 по 2027 год	32
Таблица 4.6 График горно-подготовительных работы на этапе доработки месторождения Мынкудук участок Восточный	32
Таблица 4.7 Отработка запасов технологических блоков на 01.01.2025г.....	36
Таблица 4.8 Технологические блока находящиеся в отработке на 01.01.2025г.	37
Таблица 4.9 Производственная программа добычи по техническому заданию.	40
Таблица 4.10 Движение запасов на 2025-2027г.г. по руднику Мынкудук участок Восточный	41
Таблица 4.11 Расход кислоты на выщелачивание (добычу) и переработку урана на м. Мынкудук (участок Восточный)	47
Таблица 5.1 Минимальные дебиты скважин после освоения	61
Таблица 7.1 Виды и объемы ГИС при технологическом бурении на стадии доработки месторождении Мынкудук (участок «Восточный») в2025-2027г.г.	67
Таблица 7.2 Виды и объемы ГИС в процессе эксплуатации блоков на месторождении Мынкудук (участок «Восточный»)	68

Таблица 8.1 Оборудование для проведения ремонтно-восстановительных работ	69
Таблица 8.2 Плановые объемы выполнения РВР по руднику «Мынкудук» на 2025-2027г.г.	71
Таблица 9.1 Карта периодичности режимных геотехнологических наблюдений, опробования растворов и наблюдений за техническим состоянием скважин.....	74

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	ВВЕДЕНИЕ.....	9
2	ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК.....	10
2.1	Краткая характеристика объекта.....	10
2.2	Административное местоположение объекта.....	10
2.3	Природно-климатические условия района.....	12
3	ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА.....	15
3.1	Стратиграфия мезокайнозойских отложений района работ.....	15
3.2	Тектонические особенности района месторождения.....	18
3.3	Гидрогеологические особенности месторождения Мынкудук.....	19
3.4	Химический состав и радиогидрогеохимическая характеристика подземных вод.....	20
3.5	Характеристика уранового оруденения и продуктивных горизонтов. 21	
4	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ.....	24
4.1	Запасы месторождения Мынкудук (участок Восточный).....	25
4.2	Попутные полезные компоненты.....	28
4.3	Доработка технологических блоков.....	29
4.4	Графики вскрытия и отработки балансовых запасов.....	31
4.5	Схемы вскрытия балансовых запасов на участке Восточный м. Мынкудук.....	32
4.6	Результаты анализа эксплуатации существующего полигона ПСВ ..	35
4.7	Обоснование Принятого варианта вскрытия.....	39
4.8	Обоснование проектных потерь урана при ПСВ.....	39
4.9	Программа добычи урана.....	40
4.10	Режим работы полигона ПСВ.....	42
4.11	Работа технологического полигона.....	48
5	БУРЕНИЕ И СООРУЖЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН.....	51
5.1	Исходные данные.....	51
5.2	Технология бурения.....	52
5.3	Типы и конструкции технологических скважин.....	56
5.4	Контрольные скважины.....	57
5.5	Основные требования к сооружаемым скважинам.....	58
5.5.1	Сооружение откачных скважин без отбора керна с гравийной обсыпкой.....	58
5.5.2	Сооружение закачных скважин без отбора керна с гравийной обсыпкой.....	59
5.5.3	Сооружение наблюдательных скважин.....	60
5.6	Прокачка (освоение) скважин.....	60
5.7	Ликвидация приустьевых объемов и рекультивация поверхности.....	62
5.8	Ликвидация технологических скважин и эксплуатационно- разведочных скважин.....	62

6	ГРАФИК ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ	64
7	ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ	65
7.1	Геофизические работы при бурении контрольных скважин.	65
8	РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ	69
8.1.	Ремонтно-восстановительные работы в скважинах действующих блоков.	71
9	РЕЖИМНО-БАЛАНСОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ И ОПРОБОВАНИЕ	72
9.1	Режимно-балансовые наблюдения	72
9.2	Аналитическое сопровождение наблюдений и опробования	73
10	ЛИКВИДАЦИЯ ПОЛИГОНОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН	76
10.1	Ликвидация (консервация) последствий деятельности по добыче и переработке урана на месторождении Мынкудук (участок «Восточный»)	78
11	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	82

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ

ТОО	Товарищество с ограниченной ответственностью
АО	Акционерное общество
СП	Совместное предприятие
ПР	Продуктивные растворы
ВР	Выщелачивающие растворы
ГТП	Геотехнологическое поле
ПСВ	Подземное скважинное выщелачивание
ГОСТ	Государственный стандарт
ГКЗ	Государственная комиссия по запасам
ЦППР	Цех переработки продуктивных растворов
ЛЭП	Линии электропередач
ТЭО	Технико-экономическое обоснование
АСУТП	Автоматизированная система управления технологическим процессом
КТПН	Комплектная трансформаторная подстанция наружной установки
УПВР	Узел приготовления выщелачивающих растворов
УПРР	Узел приема и распределения растворов
ТУЗ	Технологический узел закисления
ПВХ	Поливинилхлорид
КДФ	Каркасно-дисковый фильтр
ЩР	Щит распределительный
ШУН	Щит управления насосом
ШАПП	Шланг, армированный полипропиленовый
ПНД	Полиэтилен низкого давления
РЭП	Ремонтно-эксплуатационное предприятие
КИПиА	Контрольно-измерительные приборы и автоматизация
КТ	Кислотопровод
ПЭ	Полиэтилен
ВЛ	Воздушная линия электропередач
ГПС	Гравийно-песчаная смесь
Ст.	Стандарт

1 ВВЕДЕНИЕ

Основанием для составления проекта разработки месторождения урана Мынкудук (участок «Восточный») послужил Договор №1041168/2024/1 от 09.12.2024г., заключенный между ТОО «Казатомпром-SaUran» и ТОО «Два Кей».

Настоящий проект выполнен в соответствии с требованиями Технического Задания на проектирование.

Разработка предшествующего проекта была выполнена в 2021г. с целью продления срока действия Контракта №74 от 27.11.1996 года на месторождения Мынкудук (участок Восточный). Добыча урана планировалась в объеме – 750 тонн на 2021 год с дальнейшим падением ежегодной добычи с 2022 года и продолжится до 2027 года, когда должна быть завершена отработка всех залежей; «Проект разработки месторождения Мынкудук (участок Восточный)» был принят с утверждением технологических показателей с 15 ноября 2022 года до 31 декабря 2025 года.

Центральная комиссия по рассмотрению Анализов разработки и Проектов разработки урана Республики Казахстан рекомендовала:

1. В связи с наличием неподтвержденных запасов выполнить и утвердить в ГКЗ пересчет запасов урана;
2. На основании пересчитанных запасов до конца 2025 года вынести на государственную экспертизу проектных документов и анализов разработки месторождений урана дополнение к Проекту разработки месторождения; (протокол заседания Центральной комиссии по разработке месторождений урана Республики Казахстан № ПР-154 от 10.10.2022г.).

2 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

2.1 Краткая характеристика объекта.

ТОО «Казатомпром-SaUran» (с июля 1982 по 2017 г. – Степное-РУ, с 2017 г. – ТОО «Казатомпром-SaUran») ведет добычу урана на месторождении Мынкудук (участок «Восточный») (далее – месторождение Восточный Мынкудук) с 1982 года. Добыча осуществляется методом ПСВ (подземного скважинного выщелачивания).

Горно-подготовительные работы включают в себя: вскрытие продуктивного горизонта бурением с сооружением технологических скважин, наземная трубная обвязка и энергоснабжение, закисление горнорудной массы технологических блоков с установкой раствороподъемного оборудования.

Эксплуатация технологических блоков предусматривает: извлечение (подъем) на поверхность продуктивных растворов, их транспортировка на сорбционные колонны и возврат маточников (отсорбированных растворов) с регламентированной подготовкой (подкислением) опять в недра. Циркуляция растворов осуществляется до достижения извлечения металла из недр в пределах установленных величин: 90% и более. На заключительном этапе – выводе технологических блоков из работы – блоки подвергаются стадии «отмывки» с дальнейшей рекультивацией недр и поверхности.

Конечной продукцией рудника является товарный десорбат природного урана, получаемый по технологии, основу которой составляют ионообменные процессы. Товарный десорбат передается в Химико-металлургический цех, где методом экстракционного аффинажа получают кристаллы аммонийуранилтрикарбоната (АУТК), из которых методом обжига получают закись-окись природного урана.

Сооружение технологических скважин осуществляют подрядные организации (подразделения АО «Волковгеология»). Сервисные предприятия обеспечивают производство связью, транспортными услугами, энергоресурсами, материалами, средствами контроля и информацией.

Плановая добыча урана в 2025 г. -2027г.на месторождении Мынкудук (участок «Восточный») – 242 т. Прироста запасов, готовых к добыче – нет так как месторождение находится на стадии доработки.

2.2 Административное местоположение объекта.

Месторождение Мынкудук находится в одноименном рудном районе Кенце-Буденновской металлогенической зоны, где оно охватывает близширотный участок рудоносных фронтов ЗПО на протяжении около 65 км. Рудоносная полоса месторождения тяготеет к юго-западному склону Уванасского вала, осложненному системой пологих антиклинальных поднятий. (Лухтин В. Ф., Плеханов В. Н., Черняков В. М., Язиков В. Г., Урановые месторождения Казахстана (экзогенные). Издание второе, – Алматы, 2008, 320с.)



**Рисунок 2-2 Карта административного расположения участка
Восточный Мынкудук**

2.3 Природно-климатические условия района

Мынкудукский рудный район расположен в северной части Чу-Сарысуysкой депрессии.

Абсолютные отметки меняются от 220 до 280 метров. Гидрографическая сеть непосредственно на территории района работ отсутствует. Здесь отмечается система мелких промоин временных водотоков, базисом которых служат замкнутые бессточные котловины. Наиболее крупные водные артерии расположены за пределами пустыни, на западной окраине - низовья реки Сары-Су, на южной – реки Чу. Орографически Мынкудукское рудное поле расположено в западной части структурного плато Бетпак-Дала.

Поверхность плато в районе работ представляет собой песчано-глинистую, полого наклонную к югу и юго-западу пустынную равнину, осложненную локальными горстовыми поднятиями палеозойского фундамента (Кыземшек), а также бессточными такырными и дефляционными котловинами, отдельными увалами (Кутантас, Тогускен) и скоплениями золотых песчаных бугров.

Орографически район представляет собой аккумулятивную равнину, образовавшуюся в неоген-четвертичное время, и относится к зоне пустынь.

На севере плато ограничено крупным сильно изрезанным уступом с относительным превышением 80÷100 м, а на юге возвышенность переходит в полого наклонную пустынную равнину к долине реки Чу.

Современная аллювиальная равнина реки Чу расположена к югу от плато Бетпак- Дала. Это практически ровная поверхность, слабо наклоненная с востока на запад, и осложнена останцами размыва, эоловыми буграми песков, котловинами озер, стариц, такыров. Абсолютные отметки в восточной части достигают 210–280 м, на западе 165-170 м.

Гидрографическая сеть непосредственно на территории района работ отсутствует. Здесь отмечается система мелких промоин временных водотоков, базисом которых служат замкнутые бессточные котловины.

Наиболее крупные водные артерии расположены за пределами пустыни, на западной окраине – низовья реки Сары-Су, на южной – низовья реки Чу.

Климат района резко континентальный, пустынный, характеризуется большими годовыми и суточными колебаниями температуры, суровой зимой, жарким летом, короткой весной, малой облачностью, незначительным количеством осадков, постоянно дующими ветрами. Атмосферные осадки выпадают, в основном, в горной и предгорной частях хребта Каратау, где количество их достигает 350 мм в год. В пределах песчаного массива количество осадков не превышает 100–120 мм в год.

Максимум осадков (до 85%) приходится на зимне-весенний период. Снежный покров толщиной до 10 см устанавливается в декабре и сходит в марте. Отопительный период составляет 150 суток. Абсолютный максимум температуры наиболее жарких месяцев июня-июля составляет +43 ÷ +46°C, абсолютный минимум в январе -37 ÷ - 40°C.

Преобладающее направление ветров восточное, северо-восточное и юго-западное. Средняя скорость ветра 3,8÷4,6 м/сек. Глубина промерзания грунтов (песок пылеватый, мелкий): – 1,31 м.

Сейсмичность района – район строительства не сейсмический.

Основные климатические характеристики района и данные на повторяемость направлений ветра по данным многолетних наблюдений метеостанций Тасты, Сузак, Таукент приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1- Основные климатические характеристики района

Характеристика	Величина
Коэффициент стратификации атмосферы	200
Коэффициент рельефа местности (перепад высот не менее 5,0 м на 1 км)	1
Абсолютная максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца, °C	+49
Абсолютная минимальная температура наружного	

воздуха наиболее холодного месяца, °С	-38	
Повторяемость направления ветров, %	Июль	Январь
север	12	5
северо-восток	26	11
восток	15	32
юго-восток	4	14
юг	2	4
юго-запад	4	6
запад	12	11
северо-запад	25	17
Штиль	11	26
Скорость ветра, повторяемость превышение которой составляет 5% (по средним многолетним данным), м/сек	2,6 – 3,2	

Животный и растительный мир беден, представлен пустынно-полупустынными видами.

Район месторождения Мынкудук является экономически неосвоенным, малообжитым и удаленным от основных путей сообщения. Горнорудные предприятия (Ачисай, Мярగాлямсай, Каратау, Жезказган и др.) удалены от месторождения на 250÷400 км и располагаются в обрамлении Чу-Сарысуйской депрессии.

3 ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА

Месторождение Мынкудук расположено в северной части Чу-Сарысуйской депрессии, которая представляет собой крупную эпикаледонскую структурную и морфологическую впадину, обрамленную на юго-западе Каратауским антиклинорием.

Орографически Мынкудукское рудное поле расположено в западной части структурного плато Бетпак-Дала. Поверхность плато в районе работ представляет собой песчано-глинистую, полого наклонную к югу и юго-западу пустынную равнину, осложненную локальными горстовыми поднятиями палеозойского фундамента (Кыземшек), а также бессточными такырными и дефляционными котловинами, отдельными увалами (Кутантас, Тогускен) и скоплениями эоловых песчаных бугров.

В геологическом строении депрессии и её горного Каратауского обрамления участвуют образования трех структурных этажей: нижнего (складчатого каледонского фундамента), среднего (промежуточного) и верхнего (мезозойско-кайнозойского платформенного чехла).

3.1 Стратиграфия мезокайнозойских отложений района работ

Мынкудукский рудный район, так же, как и остальная территория Чу-Сарысуйской депрессии, характеризуется трехъярусным строением. В его вертикальном разрезе выделяются:

- а) складчатый фундамент, представленный дислоцированными протерозойскими и раннепалеозойскими образованиями;
- б) промежуточный структурный этаж (ПСЭ) или литофицированный осадочный слой, образованный средне-познепалеозойскими формациями;
- в) платформенный чехол, представленный мезозойско-кайнозойскими отложениями.

Складчатый фундамент ($PR_{1-2} - PZ_1$) на месторождении залегает на глубине 2–4 км (в отдельных тектонических блоках, взброшенных по зонам разломов, вскрывается буровыми скважинами под отложениями чехла, на глубинах 300–400 м. Кристаллические образования фундамента представлены двуслюдяными полевошпат-кварцевыми сланцами. Помимо этого, в составе складчатого фундамента распространены кембрийские (Є) и ранне-среднеордовикские (O_{1-2}) терригенные образования, прорванные раннепалеозойскими основными и ультраосновными интрузиями.

Промежуточный структурный этаж (ПСЭ) представлен комплексом слабодислоцированных субплатформенных осадочных формаций.

В основании разреза - фаменская ($D3fm$) терригенно-галогенная красноцветная формация, которая повсеместно перекрывается отложениями раннекаменноугольной ($C1v$) морской терригенно-карбонатной формации, в составе которой преобладают сероцветные известняки, песчаники, алевролиты и аргиллиты. Выше, с угловым несогласием, залегают континентальные отложения мощностью до 1500 м, которые подразделяются на две свиты: нижнюю - джезказганскую (C_{2-3dg}) и верхнюю -

жиделисайскую (P_1gd). В составе обеих свит преобладают красноцветные осадочные отложения. Жиделисайская свита отделяется от джесказканской условно, по преобладанию в разрезе алевролитов и аргиллитов над песчаниками, гравелитами и конгломератами. Северо-восточнее Мынкудукского района, в Тесбулакской впадине, жиделисайская свита несогласно перекрывается сероцветными алевролитами, аргиллитами мергелями кингирской свиты (P_1kn).

Мезозойско-кайнозойский структурный этаж (платформенный чехол).

Подразделяется на три комплекса: юрский - предплатформенный, мел-палеогеновый - платформенный, неоген-четвертичный - платформенно - суборогенный. Отложения юрского предплатформенного комплекса на территории Мынкудукского района не установлены.

Мел-палеогеновый платформенный комплекс. Представлен континентальными терригенными отложениями позднего мела; континентальными и морскими образованиями палеоцена и эоцена.

Поздний мел - нижний палеоцен ($K_2-P_1^1$). Образования позднего мела несогласно залегают на размытой поверхности ПСЭ. В основании разреза, в понижениях, выделяют сохранившиеся от размыва реликты красноцветных плотных глин с включением гальки и гравия, с прослоями разнотернистых глинистых песков. Их мощность не превышает 10–15 м. Они условно (по аналогии с Кызылкумами) отнесены к сеноману (K_{2sm}).

Вышележащие позднемеловые - нижнепалеоценовые отложения подразделяются на три самостоятельных горизонта: мынкудукский (ранний турон) $K_2t_1(mk)$, инкудукский (поздний турон- сантон) $K_2t_2-st(in)$ и жалпак-бюртускенский (кампан-нижний палеоцен) $K_2km-P_1^1(gp+bt)$.

Мынкудукский горизонт. Является основным рудовмещающим горизонтом на месторождении Мынкудук. Представлен пачкой сероцветных и пестроцветных аллювиальных, реже озерно-аллювиальных отложений. Подразделяется на два подгоризонта: нижний - представленный стрежнево-русовыми гравийными песками, которым подчинены прослои гравия, нередко с галькой, песчаных глин и алевропеллитов; верхний - где преобладают мелко-среднезернистые зеленоватые пески, прослои зеленых и серых глин. Мощность горизонта возрастает с северо-востока на юго-запад от 20-40 м до 70-100 м. На участке работ колеблется в пределах 40–50 м.

Инкудукский горизонт. С размывом залегает на отложениях мынкудукского горизонта. Отличается грубозернистым составом и низкой степенью сортировки материала. В разрезе выделяют три цикла. Породы горизонта подвергнуты региональному «глеевому» восстановлению. Мощность горизонта от первых метров до 100–120 м, на участке работ 40–45 м.

Жалпак-бюртускенский горизонт. С перерывом залегает на инкудукском горизонте. Подразделяется на два подгоризонта: жалпакский и бюртускенский. В составе нижнего жалпакского подгоризонта преобладают

серые разнозернистые косослоистые полевошпат- кварцевые пески с примесью гравия, гальки. Нередко в них присутствует углефицированный детрит. Подчиненное значение занимают линзы и прослои серых и темно-серых глин с нечеткой слоистостью. Мощность подгоризонта 15–25 м. Верхний бюртускенский подгоризонт представлен преимущественно первично красноцветными, иногда горчично-бурыми разнозернистыми и мелкозернистыми песками с прослоями пестроцветных глин и известковистых песчаников.

Мощность подгоризонта - 20–40 м.

Палеоген (P_1^2 - P_2^3). Отложения палеогена (P_1^2 - P_2^3) представлены континентальными (палеоцен) и морскими (эоцен) образованиями. В разрезе палеогена выделены четыре горизонта (снизу вверх): уванасский (P_1^{2uv}), уюкский (P_2^{1uk}), иканский (P_2^{2ik}), интымакский (тасаранско- чеганский) (P_2^{2-3im}).

Уванасский горизонт. Распространен в юго-западной части Мынкудукского района. В северной и северо-восточной частях его отложения были эродированы перед трансгрессией интымакского (тасаранско-чеганского) моря. На месторождении Мынкудук (участок «Восточный») - эти отложения отсутствуют, на других участках

месторождения вскрыты на глубинах 130–175 м. Представлен в нижней части сероцветными разнозернистыми песками с прослоями темно-серых гумусированных глин и алевролитов. В средней части горизонта преобладают осветленные среднезернистые пески, а в верхней - зеленые и пестроцветные глины. Мощность горизонта варьирует от первых метров до 70–80 м.

Уюкский горизонт. Отложения горизонта распространены в юго-западной части Мынкудукского района. Представлены, главным образом, глинами. В нижней части - морскими светло-коричневыми «шоколадными» глинами, в верхней части - серыми и зеленовато серыми глинами. На участке работ («Мынкудук - Восточный») отложения этого горизонта полностью эродированы.

Иканский горизонт распространен лишь в южной части района. По составу отложений (серовато-зеленые глины, иногда опоковидные) почти не отличаются от уюкского горизонта. Мощность достигает 40–50 м.

Интымакский (тасаранско-чеганский) горизонт. На северо-востоке района залегает на описанных выше отложениях с разрывом и угловым несогласием. Здесь в составе горизонта появляются прибрежно-морские и подводно-дельтовые песчаные отложения. На остальной части района он представлен глинами зеленовато-серыми, серыми, голубовато-зелеными, прерывисто-слоистыми. Мощность изменяется от нескольких метров до 150 м. На участке работ мощность этих отложений достигает 45–50 м.

Неоген-четвертичный комплекс залегает на отложениях позднего эоцена с разрывом и угловым несогласием. Выделяются два подкомплекса:

платформенный миоцен-среднеплиоценовый и платформенный четвертичный.

Миоцен-среднеплиоценовый платформенный подкомплекс представлен бетпакдалинской и асказансорской свитами. Среди миоценовых отложений бетпакдалинской свиты (N_1^{1-3} bt) выделяются две пачки: нижняя, сложенная кирпично-красными и красно-бурыми слабоизвестковистыми глинами, розовыми и буровато-розовыми, обычно мелкозернистыми песками полимиктового состава и верхняя, представленная неоднородным литологическим составом пород (пески, гравий, глины, песчаники) с пестрыми окрасками грязно-желтых, бурых и палевых тонов, плохой окатанностью и сортировкой материала. Мощность миоценовых отложений в Сузакском прогибе достигает 180–200 м, а к северу уменьшается до полного выклинивания. Асказансорская свита (N_2^{1-2} as) представлена окисленными желтыми, ржаво-бурыми разномзернистыми кварцевыми песками с прослоями гравелитов, песчаников и глин. Мощность отложений асказансорской свиты на плато Бетпак-Дала не превышает 10–20 м. Свита образована в условиях речной системы.

Четвертичный платформенный подкомплекс. Представлен всеми отделами. Его отложения образуют маломощный покров на плато Бетпак-Дала, выполняют долины рек Сарысу и Чу, сухих логов, такырные и солончаковые котловины. Среди них наибольшим распространением пользуются аллювиальные пески, супеси, суглинки, гравийники, эоловые пески, алевроиты, глины. Мощность отложений от долей метра до 10–20 м.

3.2 Тектонические особенности района месторождения.

Месторождение Мынкудак (участок «Восточный») приурочено к наименее дислоцированной части пологого северо-восточного крыла Сарысуйской впадины (Сузакского прогиба), не испытавшей неотектонической активизации. Характеризуется субгоризонтальным залеганием продуктивных горизонтов, очень полого, под углами 12–15', погружающихся с северо-востока на юго-запад.

Рудное поле осложнено системой локальных пологих поднятий типа брахиантиклиналей и «структурных носов». В восточной части – такие структуры сформировались в зоне северо-западного погружения древнего Тастинского поднятия, образуя приподнятый блок. Он отделяется от остальной части месторождения зоной Арандинского разлома, где перепад высотных отметок подошвы чехла на расстоянии 500 м по горизонтали достигает 70–75 м. Узким прогибом в зоне северо-западного Мынчукурского разлома приподнятый блок разделяется на две части. К северо-востоку от зоны разлома обособляется очень пологое, неправильной формы поднятие, где находится Восточный участок месторождения. Западнее, в клиновидном блоке между Мынчукурским и Арандинским разломами, располагается брахиантиклинальная структура Лагерная, к северной части которой приурочена зона рудной полосы одноименного рудного участка. На южном склоне приподнятого восточного блока размещается рудоносная полоса

месторождения Акдала. Приподнятому блоку свойственно сокращение мощности всех горизонтов мелового разреза, что явилось отражением консидиментационного характера развития отмеченных структур месторождения.

Похожие, но более погруженные структуры (вверх по разрезу они «затухают», выполаживаются) наблюдаются и на остальной части рудного поля: участок Осенний приурочен к поднятию в форме двух пологих «структурных носов», ориентированных в юго-западном направлении. На западном фланге месторождения откартирована антиклинальная структура

Центральная близмеридиональной ориентировки, развивающаяся с позднего палеозоя.

Также консидиментационно, воздействуя на характер осадконакопления в туроне и сеноне, развивались разрывные нарушения.

Блоково-пликативные и разрывные нарушения на месторождении являются платформенными консидиментационными и, во всех случаях, дорудными.

3.3 Гидрогеологические особенности месторождения Мынкудук

Мынкудукский рудный район располагается в пределах Чу-Сарысуйского артезианского бассейна, приуроченного к одноименной депрессии. В разрезе мезо-кайнозойского чехла выделяются два водоносных комплекса: комплекс грунтовых вод в неоген-четвертичных отложениях и комплекс артезианских и напорных вод в позднемеловых и палеоцен-эоценовых горизонтах.

Неоген-четвертичный комплекс грунтовых вод. Характеризуются пестрым составом подземных вод и широким диапазоном минерализации. На территории района преобладают слабосолоноватые, хлоридно-сульфатные натриевые воды, хотя и они под современными озерными котловинами нередко сильно минерализованы. Питание и гидродинамика комплекса грунтовых вод определяется поверхностными стоками.

Комплекс артезианских и напорных вод. Выделяется два подкомплекса: палеоцен-эоценовых и позднемеловых отложений, разделенных между собой относительно выдержанной пачкой алевроитоглинистых пород. Региональным нижним водоупором для рудовмещающего водоносного комплекса меловых отложений являются палеозойские осадочные породы ПСЭ. Мынкудукский и инкудукский продуктивные горизонты выдержанными глинистыми водоупорами не разделяются, в то время как жалпакский горизонт обычно отделяется от нижележащих водоносных песков песчано-глинистыми или глинисто-гравийными прослоями. Палеогеновые водоносные горизонты, в отличие от меловых, разделяются выдержанными водоупорами.

Региональным верхним водоупором для всего комплекса служат морские глины интымакского (тасаранско-чеганского) горизонта. Все воды комплекса являются напорными.

3.4 Химический состав и радиогидрогеохимическая характеристика подземных вод.

Месторождение Мынкудук расположено на высоком северо-восточном крыле Западно-Чу- Сарысуйского артезианского бассейна, в зоне влияния, в основном, двух потоков: «чуйского» и «таласского». На площади месторождения в меловых горизонтах распространены воды - сульфатно-хлоридные натриевые с минерализацией 3,3–6,1 г/л. Основной рудовмещающий водоносный мынкудукский горизонт с вышележащим инкудукским горизонтом образуют единую пьезометрическую поверхность, которая устанавливается на отметках 60–85 м от поверхности земли с увеличением на запад. Направление движения подземных вод с юго-востока на северо-запад.

Минерализация воды водоносного комплекса в пределах участка изменяется в следующих пределах:

1) *Жалпакский водоносный горизонт* -от 4,2 г/дм³ до 6,1 г/дм³.

Наиболее характерный химический состав этих вод представляется следующей формулой солевого состава:

$$M5 - 5,3 \frac{SO_4 58 Cl 40 HCO_3^- 2}{(Na + K) 72 Mg 16 Ca 10}$$

Радионуклидный состав характеризуется U и Ra-226. Содержание урана составляет 0,6 Бк/дм³, радия – 0,35 Бк/дм³ и не превышает уровень вмешательства для воды хозяйственно-питьевого назначения.

2) *Инкудукский водоносный горизонт* – от 5,3 г/дм³ до 6,1 г/дм³.

Наиболее характерный химический состав этих вод представляется следующей формулой солевого состава:

$$M5 - 5,3 \frac{SO_4 58 Cl 40 HCO_3^- 2}{(Na + K) 72 Mg 16 Ca 10}$$

Радионуклидный состав характеризуется U и Ra-226. Содержание урана составляет 0,03 Бк/дм³, радия – 0,04–0,44 Бк/дм³ и не превышает уровень вмешательства для воды хозяйственно-питьевого назначения.

3) *Мынкудукский водоносный горизонт* – от 4,1 г/дм³ до 6,1 г/дм³.

Наиболее характерный химический состав этих вод представляется следующей формулой солевого состава:

$$M5 - 5,5 \frac{SO_4 58 Cl 40 HCO_3^- 2}{(Na + K) 72 Ca 16 Mg 12}$$

Радионуклидный состав характеризуется U и Ra-226. Содержание урана составляет 0,015–3,7 Бк/дм³, радия – 603 Бк/дм³ и чаще превышает уровень вмешательства для воды хозяйственно-питьевого назначения.

Из вышеуказанного видно, что минерализация и химический состав подземных вод во всех водоносных горизонтах, входящих в верхнемеловой водоносный комплекс, имеют одинаковую минерализацию и химический состав. Такая сходимость химического состава и минерализации подтверждает то, что перечисленные водоносные горизонты представляют собой единый водоносный комплекс.

3.5 Характеристика уранового оруденения и продуктивных горизонтов.

Морфология рудных тел. Месторождение Мынкудук (участок «Восточный») приурочено к близширотной части системы рудоносных фронтов зоны пластового окисления (ЗПО). В плане рудные залежи представлены протяженными слабоизвилистыми лентами, связанными с границей полного выклинивания ЗПО, с замыканием обособленных языков окисления в инкудукском и мынкудукском горизонтах. Линейно-ступенчатый характер конфигурации рудоносной полосы в плане обусловлен конседиментационными блоково-пликативными структурами, определяющими взаимоотношение пород с различной водопроницаемостью и в итоге контуры рудоконтролирующих границ ЗПО. Опережающие языки рудоносного фронта окисления, как правило, повторяют контуры положительных структур (участки: «Восточный», «Лагерный» и «Осенний»).

В разрезе ЗПО имеет кулисообразный характер, развиваясь в виде многослойной пластовой зоны. Один из резких «уступов» ЗПО наблюдается в разрезе мынкудукского горизонта, причем в нижнем подгоризонте вследствие его относительно более высокой проницаемости обособляется самостоятельный, выступающий вперед до 0,8–1,0 км язык ЗПО, который контролирует рудные залежи роллового типа. Далее на северо-северо-запад ЗПО развиваются в верхней части мынкудукского и в инкудукском горизонтах, выклиниваясь обычно в средней части последнего. В поперечных разрезах рудные залежи, как правило, состоят из нескольких морфологических элементов: главного роллового тела, приуроченного к выклиниванию ЗПО, и сателлитных тел, зачастую отторгнутых в процессе развития окисления элементов главного рудного тела - останцов верхнего или нижнего крыльев или соседнего (по вертикали) ролла. Ролловые тела весьма разнообразны.

Протяженность залежей достигает 15–20 км (по магистрали), ширина варьирует от 50 до 400–500 м, а отдельных раздувах достигает 1,7 км (залежь 1). Мощность рудных тел 2–10 м в крыльях, 20–25 м и более в мешковых частях ролла. Глубина залегания подошвы рудных тел изменяется от 175 до 240 м для оруденения в инкудукском горизонте (участки «Орталык» и «Песчаный») и 205–430 м в мынкудукском горизонте (увеличиваясь с востока на запад).

На месторождении Мынкудук (участок «Восточный») в отработке находятся части залежей: 1 и 2.

Залежь 1 в плане имеет форму асимметричного «ролла», передовая часть которого представляет собой сложное сочетание расположенных на разных уровнях мынкудукского горизонта рудных тел. Ширина максимального раздува этой части - 1,7 км. Отмечается значительная изрезанность контура залежи в плане. Восточное крыло, постепенно сужаясь, прослеживается в широтном направлении и выклинивается. Западное - представлено узким (100–250 м) отрезком рудоносной полосы,

ориентированной на юго-восток и сливающимся с залежью 2, с которой образует единое клиновидное окончание. В поперечных разрезах отмечаются и простые, и сложные ролловые формы рудных тел, связанных с выклиниванием передового языка ЗПО в нижней и средней частях горизонта. При этом мощность мешковых частей изменяется от 5 до 24 м, а крыльевых - от 3 до 9 м. Залежь 1, помимо главного роллового тела, включает подчиненные тела, приуроченные к сероцветным отложениям нижней части горизонта, а также представленные отторгнутым верхним крылом.

Залежь 2 связана с северо-восточной границей крупного языка окисления, развитого вдоль зоны Мынчукурского разлома. В плане — это протяженное, близко к линейному рудному телу, которое на юго-востоке сливается с залежью 1, в северо-западной части, на участке сочленения Мынчукурского и Арандинского разломов, замыкается с резким изменением ориентировки с близширотной на юго-восточную. Залежь состоит из главного роллового тела и нескольких подчиненных тел. Ширина залежи варьирует от 75-100 м (при простых ролловых телах) до 300-500 м (в юго-восточной части залежи, при слиянии двух встречных роллов) и до 350-550 м (на северо-западном участке замыкания залежи). В поперечных разрезах выделяется разнообразие морфологических форм: от простых роллов с короткой и достаточно мощной (15–21 м) мешковой частью и утолщенными (до 9 м), но не протяженными крыльями; сдвоенными встречными роллами; роллами с удлиненной мешковой частью (на северо-западном замыкании залежи), мощностью 5-20 м; останцовыми (отторгнутое верхнее крыло) и другими сателлитными телами.

Минералогический состав руд. Урановые руды от рудовмещающих пород, как правило, не отличаются, за исключением их относительно богатых разновидностей с видимой урановой минерализацией. Песчано-гравийные отложения, пески мелко-среднезернистые являются полевошпат-кварцевыми. Обломочный материал состоит из кварца (70–86 %, иногда до 92 %), полевых шпатов (7–18 %), обломков кремнистых пород, мусковита и биотита, углистого детрита, желваков песчаников с пиритовым, реже сидеритовым и баритовым цементом. Акцессорные минералы (в среднем 0,1 %): ильменит, лейкоксен, турмалин, ставролит, гранат, андалузит, циркон, дистен, апатит, в единичных знаках - рутил и сфен. Поровый заполнитель - рыхлый каоолинит-монтмориллонитовый глинисто-алевролитовый материал (5–20 %), в котором значительное место принадлежит тонкодисперсному кварцу.

Условия локализации уранового оруденения и его качество в значительной мере определяются геохимическим типом пород: диагенетически восстановленные пески, глины, алевропелиты, содержащие углефицированные растительные остатки. Приурочены преимущественно к нижнему подгоризонту. Среднее содержание железа около 1 % (0,35–2,05 %), доля сульфидного железа, в среднем, равна 0.09 %. Содержание Сорг. меняется от 0,021 до 0,098 % (среднее - 0,04 %), CO₂ - 0,1–0,3 %. Наиболее благоприятны для уранонакопления.

Зеленые, зеленовато-серые, зеленовато-белесые диагенетически и эпигенетически восстановленные пески, глины, алевропелиты.

Диагенетически восстановленные породы могут содержать тонкорассеянные остатки углефицированной органики. Эпигенетически восстановленные под воздействием глеевых процессов породы чаще более крупнозернистые и более проницаемые. В разрезе преобладают в составе верхнего подгоризонта. Мало благоприятны для уранонакопления.

Первично окисленные красноцветные и пестроцветные отложения, не подвергнутые эпигенетическому восстановлению. Среднее содержание железа около 4 % с преобладанием трехвалентной формы (свыше 2 %). Не благоприятны для уранонакопления.

Эпигенетически окисленные (главным образом проницаемые) породы.

По минеральному составу руды месторождения являются коффинит-настурановыми. В общем балансе настуран составляет 58 %, коффинит - 42 % (на участке «Восточном» - настуран - 50 %, коффинит - 50 %). Роль настурана увеличивается от Восточного участка (1:1) к Западному (5:2). Уран накапливается в межзерновом поровом пространстве рыхлого глинисто-аливритового заполнителя песчаных и гравийно-песчаных руд, образуя вместе с насыщающей поры водой единую, весьма неустойчивую систему. Очень малая доля урана (сотые доли процента) концентрируется в углистом растительном детрите. По содержанию урана преобладают бедные и убогие руды (0,02–0,10 %), реже рядовые (0,10–0,30 %). Руды месторождения силикатные, бескарбонатные (содержание CO_2 - десятые доли процента), редко слабо карбонатные (2–4 %), в виде локальных маломощных спорадически развитых линз. Низкое содержание $\text{C}_{\text{орг}}$ (обычно 0,04–0,05 %). Руды маложелезистые: среднее содержание валового железа обычно не более 1 % (при средней доле сульфидного - 0,07 %).

Среднее содержание урана (кат. $\text{C}_1 + \text{C}_2$) в Залежи 1–0,031 % при средней мощности 7,51 м, средняя продуктивность - 3,95 кг/м².

Среднее содержание урана (кат. $\text{C}_1 + \text{C}_2$) Залежи 2–0,029 % при средней мощности 8,38 м (средняя продуктивность - 4,13 кг/м²).

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Разработка настоящего изменения и дополнения проекта выполнена с целью корректного завершения Контракта №74 от 27.11.1996 года на месторождении Мынкудук (участок «Восточный») (срок действия Контракта завершается в 2022 году и продлен проектом 2021г. до 2027г.).

Согласно протоколу ЦКРР 2022г., на котором был согласован проект:

1. В связи с наличием неподтвержденных запасов выполнить и утвердить в ГКЗ пересчет запасов урана;

2. На основании пересчитанных запасов до конца 2025 года вынести на государственную экспертизу проектных документов и анализов разработки месторождений урана дополнение к Проекту разработки месторождения; (протокол заседания Центральной комиссии по разработке месторождений урана Республики Казахстан № ПР-154 от 10.10.2022г.).

ТОО «Казатомпром-SaUran» завершение добыча урана планируется на месторождении Мынкудук (участок Восточный): вовлечение в отработку запасов всех залежей, числящихся на государственном балансе по состоянию на 01.01.2025г., с учетом корректировки графика доработки участка Восточный, согласованного с Участниками (учредителями).

График доработки участка добычи по годам из технического задания приведена в таблице 4.1:

Таблица 4.1 График доработки участка добычи по годам из технического задания

Наименование	Ед.изм.	Всего	2025	2026	2027
Добыча урана	тонн	242	139	77	26

Подземное скважинное выщелачивание является способом разработки рудных месторождений без поднятия руды на поверхность путем избирательного перевода ионов природного урана в продуктивный раствор непосредственно в недрах.

С этой целью через скважины, пробуренные с поверхности, в рудную зону подают химический реагент (раствор серной кислоты), способный переводить минералы урана в растворимую форму. Раствор, пройдя путь от закачной скважины до откачной, поднимается с помощью технических средств (насосов) на поверхность, поступает в технологические узлы приема продуктивных растворов и далее по трубопроводам транспортируется на установку для его переработки.

При скважинном выщелачивании не происходит существенного изменения структурного состояния недр, так как не производится выемка горнорудной массы. В процессе скважинного выщелачивания в подвижное состояние в недрах переходит и выводится на поверхность менее 0,0001% твердого материала, по сравнению со 100% при горных разработках урана.

Отпадает необходимость строительства хвостохранилищ для хранения отходов повышенного уровня радиации. После отработки рудных тел и промывки технологических блоков водой происходит постепенное восстановление естественных окислительно-восстановительных условий и процесс рекультивации состава подземных вод рудовмещающих водоносных горизонтов.

Таким образом, способ подземного скважинного выщелачивания, является более экономичным и экологически безопасным методом добычи урана по сравнению с шахтным и карьерным способами.

Технологический процесс промышленной добычи урана на месторождении и процесс переработки (на УППР) состоит из следующих стадий:

- горно-подготовительные работы (ГПР), включающие в себя планирование схем вскрытия балансовых запасов, сооружение технологических скважин, обвязку блоков трубопроводами и ЛЭП, и закисление горнорудной массы (ГРМ) растворами серной кислоты;
- подземное скважинное выщелачивание урана сернокислотными растворами;
- электронасосный раствороподъем урансодержащих (продуктивных) растворов из скважин;
- сбор продуктивных растворов (ПР) с добычного полигона (геотехнологических блоков);
- транспортировка продуктивных растворов по магистральному трубопроводу на действующие перерабатывающие комплексы в емкостное оборудование ПР (пескоотстойники);
- Переработка продуктивных растворов, получаемых на УГТП, на перерабатывающем комплексе УППР с целью получения химического концентрата природного урана (ХКПУ), а также переработка на УППР насыщенной смолы, полученной на участке переработки продуктивных растворов;
- транспортировка возвратных растворов по трубопроводам на полигоны УГТП;
- «подкисление» возвратных растворов серной кислотой, с целью получения выщелачивающих растворов;
- закачивание выщелачивающих растворов в скважины добычного полигона;
- ликвидация скважин и добычного полигона по завершении отработки залежи.

4.1 Запасы месторождения Мынкудук (участок Восточный)

Квалификация запасов представлена в соответствии с «Инструкцией по применению классификации запасов к месторождениям радиоактивных руд

1986 г.», где рудные залежи участка Восточный отнесены к типам «а» и «б», само месторождение - к группе 2.

Разведка участка с выявлением запасов категорий С1, С2 проводилась вертикальными буровыми скважинами.

К категории С1 отнесены запасы урана по блокам:

- с плотностью разведочной сети не менее 200х50 м;
- с однородным геологическим и структурно-морфологическим строением, выдержанным пространственным положением в продуктивном горизонте;
- с изученностью гидрогеологических условий продуктивных горизонтов, обеспеченной откачками из кустов и одиночных гидрогеологических скважин;
- с изученностью инженерно-геологических особенностей руд и вмещающих пород, обеспеченной опробованием скважин на гранулометрический состав и карбонатность по сети 400х150-50 м;
- с изученностью водно-физических свойств пород и руд, обеспеченной данными лабораторных исследований монолитов, отобранных из представительных участков залежей;
- с данными лабораторных исследований монолитов, отобранных на представительных участках залежей;
- с изученностью геотехнологических свойств руд, обеспеченной результатами опыта на участке ПВ-19.

К категории С2 отнесены запасы урана по блокам:

- с плотностью сети 800х100-50 м;
- с относительно однородным структурно-морфологическими особенностями рудных тел;
- с изученностью гидрогеологических особенностей продуктивных горизонтов, обеспеченной откачками из «кустов» через 6,4 км по рудной полосе, из одиночных скважин через 1,6–3,2 км;
- с изученностью инженерно-геологических особенностей рудовмещающих пород и руд, обеспеченной опробованием скважин на гранулометрический состав и определение коэффициента фильтрации по поданным интерпретации электрокаротажа по сети 800х100-50 м;
- с изученностью технологических свойств руд на основе лабораторных исследований технологических проб и определение карбонатности.

В соответствии с Протоколом № 8948 от 24.02.1982, балансовые запасы урана на месторождении Мынкудук (участок «Восточный»), рассматриваемые проектом, на 01.01.1981 г. составляют:

С₁ – 23245 т.

С₂ – 4708 т

С₁ + С₂ – 27953 т.

Протокол ГКЗ СССР №8948 от 24.02.82г., экспертное заключение ГКЗ РК 04.10.2021г.(подтверждение запасов).

При оценке запасов урана на месторождении Мынкудук (участок «Восточный»), проектом балансовые запасы подразделяются на: геологические (подсчетные по блокам), извлекаемые (с учетом плановых потерь в недрах – 10 %), эксплуатационные – запасы, определенные после проведения технологического бурения на добычных блоках.

В 2022г. на защите проекта Центральная комиссия по разработке месторождений урана Республики Казахстан рекомендовала:

1. В связи с наличием неподтвержденных запасов выполнить и утвердить в ГКЗ пересчет запасов урана;

2. На основании пересчитанных запасов до конца 2025 года вынести на государственную экспертизу проектных документов и анализов разработки месторождений урана дополнение к Проекту разработки месторождения; (протокол заседания Центральной комиссии по разработке месторождений урана Республики Казахстан № ПР-154 от 10.10.2022г.).

Пересчет запасов выполнен АО «Волковгеология» в 2025г.

Изменения запасов урана в результате пересчета не подтвердилось.

Общее погашение запасов урана по руднику Восточный Мынкудук на 2027г. с учетом пересчета запасов силами АО «Волковгеология» 2025г. и добычей урана по Техническому заданию на 2025-2027г.г.

Таблица 4.2 Общее погашение запасов урана по руднику Восточный Мынкудук на 2027г. с учетом добычи урана 2025-2027г.г. по Техническому заданию к Договору

C1	23 245
C2	4 708
Сумма	27 953
Неизвлекаемые запасы под ЛЭП и нефтепроводом	149,1
добыто урана из недр	21 777,056
Погашаемые запасы урана, добытые из недр с учетом потерь 10%	24 196,729
прогнозная добыча 2025-2027г.г. с учетом погашения по Т.З.	269

Остаток непогашенных запасов на конец 2027г.	3 338,171
---	-----------

Остаток непогашенных запасов 3338,171т. необходимо определить при проведении анализа разработки месторождения с помощью трехмерного моделирования и определения их локализации.

После определения локализации неизвлеченных запасов дать оценку целесообразности их доработки.

4.2 Попутные полезные компоненты

Руды месторождения Мынкудук (участок «Восточный») являются мономинеральными.

Концентраций, превышающих установленные минимально-промышленные значения каких-либо элементов, не выявлено. Обнаруженные в зоне уранового оруденения спорадические весьма незначительные повышения содержания некоторых халькофильных элементов могут представлять лишь геохимический интерес. Максимальные концентрации Ni, Co, Zn, Cu, Pb лишь по отдельным пробам (на стадии детальных разведочных работ) составили 0,01–0,07 %, в целом же они в рудных залежах и околорудных породах близки, либо ниже кларковых.

Селен. На стадии детальных геологоразведочных работ выполнен анализ распределения концентраций селена в пробах с содержанием более 0,01 %. Концентрации селена более 0,01 % не обнаружены.

Рений. Содержания рения в рудных телах не установлены.

Скандий. Его концентрации в рудных залежах характеризуется фоновыми значениями для мел-палеогеновых отложений Чу-Сарысуйской урановорудной провинции (средние: 2,8–4,8 г/т).

При этом его концентрации закономерно возрастают от крупнозернистых песчаных разностей к мелкозернистым, достигая максимальных значений в непроницаемых глинистых породах.

Изменения концентраций скандия в ряду рудоконтролирующей эпигенетической зональности не наблюдается.

Таким образом: скандий на рассматриваемом участке месторождения отнесен к элементам с неясными условиями миграции и накопления на геохимических барьерах.

Иттрий и редкоземельные элементы. В урановорудной массе залежей Мынкудукского горизонта сумма редкоземельных элементов, включая иттрий, составляет в среднем 100,5 г/т (в том числе иттрий – 22,5 г/т). Концентрации этих элементов в песчаных и глинистых разновидностях пород сопоставимы, хотя в последних они немного выше. В профиле эпигенетической зональности закономерности локализации редкоземельных элементов и иттрия не определены; отмечается небольшой дефицит их в зоне окисления и незначительное (5–10 %) накопление в зоне оруденения.

На настоящий момент, исходя из экономической целесообразности: детальных разведочных работ с утверждением запасов в ГКЗ, технологии извлечения из недр, сорбции на смолах и их десорбция, и других факторов – организация этих работ является крайне нерентабельной и на участке Восточный не планируется.

В 2009 году ТОО «Институт высоких технологий» проводил НИР на тему «Изучение суммарных и индивидуальных содержаний редкоземельных металлов и рения в растворах ПВ и разработка оптимальной технологии получения коллективного концентрата РЗМ на одном из предприятий АО «НАК «Казатомпром»». Целью работы было проведение в лабораторных условиях изучения суммарных и индивидуальных содержаний редкоземельных металлов и рения в растворах ПВ и разработка технологии получения коллективного концентрата редких и РЗМ. Актуальность и практическая значимость научно-исследовательской работы обусловлена необходимостью комплексного использования урансодержащего сырья и возросшей мировой потребностью в редких и редкоземельных металлах, которая не обеспечивается разрабатываемыми в настоящее время на территории СНГ и Казахстана источниками редкоземельного сырья.

В результате аналитического обзора в НИР было выявлено, что не существует стандартной технологии извлечения и концентрирования редких и редкоземельных металлов из продуктивных растворов уранового и полиметаллического производств, за исключением ряда производств в России, Бразилии и Казахстане (АО «УМЗ»), практикующих получение целевых редкоземельных металлов, таких как ниобий, тантал, бериллий. Это обусловлено тем, что до настоящего времени перед производителями не стояла непосредственная задача извлечения редких и РЗМ в качестве товарных продуктов гидрометаллургического производства.

В результате выполнения НИР было установлено, что наименее привлекательными, с точки зрения попутного извлечения рения и РЗМ, являются руды месторождения Мынкудук участок Восточный, так как редкие земли присутствуют в рудах в надфоновых концентрациях, не имеющих промышленного значения.

4.3 Доработка технологических блоков.

С 2024г. на месторождении вскрытие новых запасов не предусматривается в связи с доработкой рудника до 2027г.

На момент начала проектирования 01.01.2025г. на участке Восточный месторождения Мынкудук вскрыты все площади геологических блоков.

Вскрытие рудных тел производилось бурением и сооружением с поверхности земли технологических скважин (откачных, закачных, наблюдательных, контрольных и др.). Обсадка ствола скважины выполнялась поливинилхлоридными трубами с установкой фильтров в задаваемом интервале.

Вскрытие запасов рудных тел осуществлялось технологическими скважинами, объединенными в систему-эксплуатационный (технологический) блок ПСВ, обеспечивающую подачу выщелачивающих растворов (ВР) с поверхности в рудовмещающий водоносный горизонт, их принудительную фильтрацию через рудную часть горизонта и извлечение урансодержащих растворов (ПР) на поверхность для последующей переработки. Состав отрабатываемых технологических блоков в период доработки технологического полигона, приводится в таблице 4.4.

Состав технологических блоков, находящихся в работе в период доработки технологического полигона 2025-2027г.г. (ТО-25 ВМ на 01.01.2025г.)

Таблица 4.3 Состав отрабатываемых технологических блоков в период доработки технологического полигона 2025-2027г.г.

№ тех блока	запасы	пр	концентрация	Коэф. извл	извлечено ме из недр
201-2	256	3641,522	20,0	70,75	181,131
10-1	138	3775,616	28,6	89,68	123,754
10-2	102	2539,798	17,2	78,48	80,054
11-2	159	3082,916	11,9	89,23	141,878
32-3	288	5543,728	13,8	82,28	236,956
40-1	210	5296,603	14,8	69,11	145,124
218-4	148	3513,814	13,5	79,64	117,866
37-1	134	2827,491	28,1	89,93	120,510
37-3	216	3819,816	14,3	86,26	186,332
37-4	298,1	5229,501	11,8	82,37	245,550
38-1	92	2907,804	12,6	89,98	82,785
34-1	180	4630,641	9,2	83,55	150,388
218-7	140	2549,378	14,9	89,11	124,755
218-6	142	2318,307	15,8	86,33	122,585
218-9	172	3015,502	16,6	82,78	142,386
201-4	80	2350,378	16,0	85,18	68,140
35-3	20	368,572	20,5	59,81	11,962
201-6	100	1730,272	18,9	53,71	53,705
201-7	99	1572,880	19,7	52,24	51,713
13-3	40	598,624	40,5	46,25	18,498
201-5	106	2368,889	25,7	79,63	84,409
201-9	35	541,460	22,1	51,60	18,060
201-8	21	371,480	25,0	75,14	15,779

После прокачки скважин и достижения ими проектных параметров эксплуатации, скважины «обвязываются» трубопроводами для подачи в продуктивный пласт выщелачивающих и отбора из пласта продуктивных растворов. По окончании трубной обвязки и энергообеспечения, ведется

закисление горнорудной массы технологического блока. После закисления и установки раствороподъемного оборудования блок готов к эксплуатации.

В разрезе продуктивного горизонта эксплуатационные скважины оборудуются фильтрами для приёма или подачи выщелачивающих растворов.

Длина фильтровой части колонны, её диаметр, материал изготовления, скважность, размер отверстий (щелей) определяются морфологией вскрываемых рудных тел, гранулометрическим составом руд и вмещающих пород, оптимальной проектной производительностью.

На руднике месторождения Мынкудук (участок «Восточный») применяются дисковые КДФ-118 фильтры. Размещение фильтровых частей колонн эксплуатационных выработок в продуктивном горизонте зависит от морфологии рудной залежи (пласт, серия линз), её положения относительно подстилающих водоупоров, вертикального размаха рудных концентраций, принятых к отработке, фильтрационной анизотропии пласта и др. В зависимости от перечисленных условий на месторождении Мынкудук (участок «Восточный») применяется установка фильтровых колонн «на руду»; откачных «под» и закачных «над» рудным телом; на нижний водоупор в целях «подборки» линз остаточных продуктивных растворов и др. Предельная длина фильтровых колонн скважин 10 метров.

На расщеплениях пластовых залежей применяется двух-скважинное этажное расположение фильтровых колонн.

Во всех случаях установкой фильтровых колонн достигалась максимальная эффективность потока растворов в рудном теле, минимизация потерь растворов и, соответственно, кислоты вследствие растекания в плане и «провисания» в разрезе.

Проектные объемы бурения и сооружения скважин перебуров и контрольного назначения в период доработки действующих блоков для подтверждения плановой добычи металла по сооружаемым эксплуатационным блокам с 2025 по 2027 год, приводятся в таблице 4.5

4.4 Графики вскрытия и отработки балансовых запасов

Вскрытие и подготовка к добыче запасов урана в настоящем проекте, не планируется, поскольку рудник находится в стадии завершения добычных работ, однако встаёт вопрос непогашенных запасов в количестве 3338т.

Согласно календарному графику горных работ.

Для поддержания работы геотехнологического полигона и определения локализации непогашенных запасов урана планируются следующие буровые работы:

- перебуры 40 скважин.
- бурение: 340 контрольных скважин для подтверждения полноты отработки технологических блоков. Всего планируется соорудить - 380 скважин.

Таблица 4.4 Проектные объемы бурения и сооружения скважин перебуров и скважин контрольного назначения в период доработки действующих блоков для подтверждения плановой добычи металла по сооружаемым эксплуатационным блокам с 2025 по 2027 год

Бурение технологических скважин					
откачных	шт	0	0	0	0
	п.м.	0	0	0	0
закачных	шт	0	0	0	0
	п.м.	0	0	0	0
наблюдательных	шт	0	0	0	0
	п.м.	0	0	0	0
Контрольные скважины	шт	340	40	150	150
	п.м.	85000	10000	37500	37500
Перебуры	шт	40	20	20	0
	п.м.	10000	5000	5000	0
Всего скважин	шт	380	60	170	150
	п.м.	95000	15000	42500	37500

График горно-подготовительных работы на этапе доработки месторождения Мынкудук участок Восточный в таблице 4.6.

Таблица 4.5 График горно-подготовительных работы на этапе доработки месторождения Мынкудук участок Восточный

Назначение скважин	Кол-во скв.	Янв.	Февр.	март	апрел ь	май	июнь	июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.
2025													
Перебур	20	2	2	2	2	4	4	4					
Контрольные	40		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
2026													
Перебур	20	2	2	2	2	4	4	4					
Контрольные	150	13	13	13	13	13	13	12	12	12	12	12	12
2027													
Контрольные	150	13	13	13	13	13	13	12	12	12	12	12	12

4.5 Схемы вскрытия балансовых запасов на участке Восточный м. Мынкудук.

Схема расположения технологических скважин в эксплуатационных блоках, согласно Инструкции по проектированию работ по подземному скважинному выщелачиванию урана на месторождениях НАК «Казатомпром», должна обеспечивать максимально (оптимально) напряженный гидродинамический режим в межскважинном пространстве,

так как скорость фильтрации растворов является определяющим фактором интенсивности добычи.

Схемы вскрытия базируется, в основном, на нескольких геотехнологических показателях, которые в первую очередь определяют параметры расположения технологических скважин:

- морфология рудных залежей и положение их в разрезе;
- статический и динамический уровни подземных вод;
- коэффициент фильтрации участков месторождения;
- глубины залегания рудных тел.

Известно, что при эксплуатации скважинных систем ПВ фильтрационные потоки имеют, как минимум, двухмерный характер и определяются сложным взаимодействием элементарных линий тока различной длины, однако при этом скорость фильтрации вдоль любой линии тока L , согласно основному закону фильтрации, будет равна:

$$V_{\phi} = k \times (S_o + S_H) / L$$

где: k – коэффициент фильтрации, м/сут;

S_o и S_H – соответственно понижение уровня в откачной и повышение его в закачной

скважинах относительно статического, м.

$(S_o + S_H)$ обозначим через H .

При этом H / L есть I – гидравлический уклон или градиент, т.е.

$$V_{\phi} = k \times I$$

Отсюда, при значении $I = 1$ скорость фильтрации соответственно равна коэффициенту фильтрации. Очевидно, что при этом условии достигается максимально возможная скорость фильтрации в горизонте или его части (в разрезе) без разрушения структуры (суффозия, гидроразрыв и т.д.).

На основании этих расчетов определен основной принцип размещения сети скважин, при организации рядных или ячеистых схем размещения технологических скважин.

Для определения оптимальных расстояний между закачными и откачными скважинами (L), при любой схеме их расположения, необходимо стремиться к условию, когда гидравлический уклон (I) будет близок к единице или несколько больше. При этом величина напора в закачной скважине определяется глубиной динамического уровня от поверхности (в режиме свободного налива с заполнением става эксплуатационной колонны до определенного уровня, либо полностью), а в случае принудительной закачки растворов, создаваемым избыточным давлением, – в метрах водяного столба.

При выборе и расчете параметров схем вскрытия существенным фактором, является глубина залегания руд, положение рудных тел в разрезе и в плане, литолого-фациальные особенности, вмещающих отложений.

Ячеистая система с гексагональной схемой вскрытия наиболее эффективна при разработке широких рудных залежей, локализованных в

одном подгоризонте. Она позволяет эффективно управлять процессом ПСВ, легко расширяется в любую сторону, отличается равномерностью отработки рудного подгоризонта, наиболее напряжённым гидродинамическим режимом.

Линейная система с рядными схемами вскрытия представляет чередование откачных и закачных рядов, – позволяет рационально эксплуатировать геологические блоки, приуроченные к вытянутым рудным телам шириной 100–150 м и менее, а также при вскрытии и отработке разноуровневых рудных тел, пересекающихся в проекции на горизонтальную плоскость.

На месторождении Мынкудук участок Восточный применяется линейная система вскрытия и частично ячеистая.

Система вскрытия рудных тел на месторождении включает схему размещения технологических скважин по площади месторождения и схему установки фильтров в разрезе продуктивного горизонта.

Рядная схема, при вскрытии рудных тел, представляет собой схему чередования закачных и откачных рядов как поперечного, так и продольного расположения. Наиболее применима на участках со сложной морфологией рудных тел или их этажностью (в два и более ярусов оруденения). Расстояние между рядами составляет 40÷45 метров, между откачными скважинами в ряду 30 метров, между закачными скважинами в ряду 20 метров.

Ячеистая схема представляет собой гексагональную схему размещения скважин, где в центре находится откачная скважина, а по периметру шесть закачных скважин. Радиус ячейки составляет 40 метров.

Как рядные, так и гексагональные схемы вскрытия по отношению расположения фильтров к контуру рудного тела характеризуются преимущественно горизонтальной и смешанной направленностью фильтрации растворов. На месторождении Мынкудук участок Восточный используется и проектируется, преимущественно, линейная система вскрытия, обеспечивающая необходимую скорость отработки с минимальными затратами на горно-подготовительные работы.

Геометрические параметры технологических блоков зависят от формы рудных подсчетных блоков, схем отработки, сети расположения скважин и других условий.

Допускается, в краевых частях технологических блоков, при вскрытии запасов, в случае изменения границ рудных тел (выклинивания или продолжения), частично изменять утвержденную схему вскрытия, с целесообразным переносом заложения устьев скважин с максимальным заложением на руду.

В результате вскрытия балансовых запасов технологическим бурением (в т. ч. эксплуатационной разведкой) и получения новых данных о форме и размерах рудных тел, структурно-текстурных особенностях и вещественном составе вмещающих отложений разреза, допускается корректировка схемы

вскрытия и количества технологических скважин, относительно приведенных в проекте.

При отработке мощных рудных тел (более 10 м) участков месторождения Мынкудук участок Восточный на эксплуатируемых месторождениях установлено, что фильтры, установленные на всё рудное тело, работают не по всей своей длине, что вызывает слабую проработку нижних интервалов руды и низкую, в целом, эффективность выщелачивания.

Использование при этом поэтапной отработки - сначала верхнего рудного яруса, а затем нижнего, связано со значительным усложнением конструкции технологических скважин и малоэффективно, как в отношении равномерности проработки горнорудной массы, так и скорости выщелачивания. При этом и общее время отработки блоков увеличивается, как минимум вдвое. Поэтому на этих блоках проектируется одновременная отработка рудного тела двухъярусным отдельным сооружением фильтровых колонн (технологических скважин): на нижний и верхний ярусы, который каждый вскрывается своей системой скважин, расположенных по рядной схеме с некоторым смещением относительно друг друга. Вскрытие и отработка ведется одновременно. В наиболее сложных горно-геологических ситуациях, когда отмечаются налегающие друг на друга два уровня рудных тел (разноуровневые подгоризонты), вскрытие и отработка руд ведется одновременно или смещается друг относительно друга на период отработки нижнего или верхнего подгоризонта, или в исключительных случаях, как минимум, на год.

4.6 Результаты анализа эксплуатации существующего полигона ПСВ

Месторождение Мынкудук (участок «Восточный») находится в промышленной эксплуатации более 42 лет, а именно с 1982 года. С 2008 г. производственная мощность Предприятия по добыче урана осуществляется в количестве 1 000 т в год до 2016 г.

Освоение месторождения Мынкудук («участок Восточный») началось с центральной части участка с постепенным наращиванием полигона скважин сначала в восточном направлении на залежи 1, далее в северо-западном направлении на залежи 2. В плане общая площадь сооруженных блоков составляет порядка 6 588,3 тыс. м², что свидетельствует о вскрытии и вовлечении в отработку 100% от общей площади геологических блоков на выданном горном отводе, включая забалансовые руды.

По состоянию на 01.01.2025 г. был сооружен 113 технологических блоков, из них:

- в эксплуатации находится 23 технологических блока (табл. 4.4.);

- 90 технологических блоков выведено из эксплуатации по состоянию на

01.01.2025г. по причине достижения планового коэффициента извлечения и производственной необходимостью.

Ж/Т на закисление составил -0.15.

Ж/Т на выщелачивание-2,0

Расход серной кислоты на закисление 3,53кг/т ГРМ

Расход серной кислоты на выщелачивание 41,54кг/кг U/

На графическом приложении 1(Ситуационный план) представлен обзорный план месторождения Мынкудук участок Восточный по состоянию на 01.01.2025 г. с отражением всей существующей инфраструктуры и местоположением производственных комплексов.

По данным ежемесячного отчета ТО-25 за декабрь 2024 г., на 113 технологических блоках сооружено 2221 откачных и 5073 закачных скважин, при этом отношение $N_{\text{зак. скв.}} : N_{\text{отк. скв.}} = 2,28$, а также сооружено 268 наблюдательных скважин.

Из них, в работе принимает участие 119 откачных и 501 закачных скважин, при этом, отношение $N_{\text{зак. скв.}} : N_{\text{отк. скв.}}$ составляет – 4,21.

Состояние отработки запасов технологических блоков на 01.01.2025 г. отражено в таблице:

Таблица 4.6 Оработка запасов технологических блоков на 01.01.2025г

№ технологического блока или группы блоков	Коэффициент извлечения, %	№ технологического блока или группы блоков	Коэффициент извлечения, %
18-(1-1,2;2-1,2)	95,62	(30-31-32)-1	90,00
19-(5-6-1,2)	80,04	7-2	90,00
20-(7-15)	98,62	6-1	111,95
208-2-16, 17, 18	90,00	7-1	90,00
20-19, 20	90,00	(30-31-32)-2	90,00
5-(1-5,5в)	106,50	218-3	90,00
8-1	90,00	9-4	90,00
9-(1-3)	96,06	10-1	89,54
1-1,2,3	90,00	11-1	90,00
2-(1-2)нв	90,00	10-2	77,98
2-3нв	90,00	11-2	89,10
(3-1н)-(4-1)нв	92,47	32-3	82,19
202-1в	90,00	13-2-3	90,00
204-1	90,00	217-1	65,58
12-(1-3)	90,80	40-1	68,94
13-1	0,00	18-3-1	90,00
14-(1-3)	97,27	40-2-1	90,00
15-(1-2)	90,95	18-3-2	56,94
21-1	90,00	40-2-2	90,33
22-1	87,56	39-1	68,38
23-(1,2)	96,22	205-1	90,00
23-3	90,00	218-4	79,47

24-(1,2,3,4)	109,70	37-1	89,77
68-1	97,82	37-3	86,14
69-1	91,05	37-2	90,00
25-1	90,00	37-4	82,28
25-2	90,00	36-1	90,04
25-3	90,00	38-1	89,73
209-1	90,00	214-1	90,43
211-1	90,00	33-1	90,00
212-1,2	90,00	33-2	90,00
26-ПВ-3	80,08	33-3	90,00
26-ПВ-19	143,09	33-4	90,00
26-(1,3)	90,00	34-1	83,37
26-2	90,00	33-5	90,00
27-(1,2)	92,06	34-2	90,00
28-(1-4)	93,34	35-1	90,00
41-1	98,41	35-2	90,93
41-2	90,00	218-5	90,00
42-1	94,90	218-7	88,96
42-2	90,00	201-3	91,39
203-1	90,00	218-8	90,00
17-1	90,03	218-6	85,98
206-1	108,11	218-9	82,36
218-1-1	94,37	201-4	84,33
41-3	90,19	218-10	89,85
42-3	90,00	26-4	90,00
29-(1-2)	101,43	213-1	90,00
201-2	70,38	218-11	90,00
41-4	90,00	35-3	57,66
42-4	97,36	201-6	52,48
218-1-2	90,00	201-7	50,93
216-1	90,00	13-3	44,17
16-1	102,47	201-5	76,47
215-1	90,01	201-9	49,53
218-1-3	90,00	201-8	72,34
218-2	90,00		

На 01.01.25г. в работе находятся блока представленные в таблице 4.8.

Таблица 4.7 Технологические блока находящиеся в отработке на 01.01.2025г.

№ тех блока	Запасы	Пр	Концентрация	Коэф. извл	извлечено Ме
201-2	256	3641,522	20,0	70,75	181,131
10-1	138	3775,616	28,6	89,68	123,754
10-2	102	2539,798	17,2	78,48	80,054

11-2	159	3082,916	11,9	89,23	141,878
32-3	288	5543,728	13,8	82,28	236,956
40-1	210	5296,603	14,8	69,11	145,124
218-4	148	3513,814	13,5	79,64	117,866
37-1	134	2827,491	28,1	89,93	120,510
37-3	216	3819,816	14,3	86,26	186,332
37-4	298,1	5229,501	11,8	82,37	245,550
38-1	92	2907,804	12,6	89,98	82,785
34-1	180	4630,641	9,2	83,55	150,388
218-7	140	2549,378	14,9	89,11	124,755
218-6	142	2318,307	15,8	86,33	122,585
218-9	172	3015,502	16,6	82,78	142,386
201-4	80	2350,378	16,0	85,18	68,140
35-3	20	368,572	20,5	59,81	11,962
201-6	100	1730,272	18,9	53,71	53,705
201-7	99	1572,880	19,7	52,24	51,713
13-3	40	598,624	40,5	46,25	18,498
201-5	106	2368,889	25,7	79,63	84,409
201-9	35	541,460	22,1	51,60	18,060
201-8	21	371,480	25,0	75,14	15,779

Вскрытые запасы обрабатываемых блоков 3176,1т., извлекаемые запасы с учетом коэффициента извлечения 90% составляют 2858,49т. Извлечено урана 2524,32т. (76,2%)

Остаток для обработки на 01.01.2025г. составляет 334,17т.

Основные показатели промышленной обработки запасов урана на технологических блоках месторождения Мынкудак (участок «Восточный») по состоянию на 01.01.2025г. взятые по данным, указанным в приложении 1 к Техническому отчёту ТО-1/ТО-25-1.

Производительность технологических скважин на декабрь 2025 г. составила:

- средний дебит откачных скважин: 8,3 м³/час;
- приёмистость закачных скважин: 1,7 м³/час.

Основные характеристики технологических растворов:

- содержание урана в продуктивных растворах: 19,22 мг/л.

Фактически достигнутые производственные показатели:

- добыча урана (извлечено Ме из недр с нарастанием): 21777,056т;
- степень извлечения урана из продуктивных растворов (усредненный показатель): 93,7%;
- средний Ж: Т на закисление: 0,15 г/л;
- средний Ж: Т на выщелачивание: 2,0 г/л

Фактические удельные расходы серной кислоты (усредненные с начала эксплуатации) составили:

- на закисление: 3,53 кг/т ГРМ;
- на выщелачивание: 41,54 кг/кг U.

В целом результаты промышленной отработки запасов урана на месторождении Мынкудук (участок «Восточный»), проводимой ТОО «Казатомпром-SaUran» филиал «Степное РУ») следует признать положительными.

4.7 Обоснование Принятого варианта вскрытия

Схемой вскрытия на месторождении Мынкудук участок Восточный является рядная и гексагональная, с расположением скважин по сети, преимущественно, 40-45x30x20 м (40-45 м - расстояние между рядами откачных и закачных скважин, 30 м - расстояние между откачными скважинами в ряду, 20 м - расстояние между закачными скважинами в ряду), радиус ячейки составляет 40 метров. Данные схемы за довольно продолжительный период эксплуатации доказали свою эффективность и экономическую целесообразность.

4.8 Обоснование проектных потерь урана при ПСВ

Добыча металла способом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) принципиальным образом отличается от традиционного горного способа. Добываемый металл на месте залегания в недрах переводится в растворимое состояние, поднимается на поверхность и в виде продуктивных растворов по трубопроводам транспортируется на перерабатывающий комплекс.

В отработку вовлекается уран как из рудных балансовых блоков, так и из забалансовых проницаемых руд с содержанием металла менее 0,010 %, Некоторое количество металла поступает из-за контуров эксплуатационных блоков за счет закисления законтурных участков с забалансовым оруденением, или со смежных технологических блоков, еще не вовлеченных в отработку. Не исключается вариант, что и в процессе эксплуатации между смежными блоками может происходить перераспределение продуктивных растворов.

После сорбционного извлечения основного количества урана на ионообменных смолах, оставшаяся его часть в маточных растворах, возвращается в недра. Согласно «Инструкции (Методические рекомендации) по подземному скважинному выщелачиванию урана», Алматы, 2006 г., «Добытый уран из недр определяется как количество урана, полученного в продуктивных растворах за определенный промежуток времени, за минусом, закаченного в блок с выщелачивающими растворами».

В связи с этим не представляется возможным провести инструментальное измерение его потерь в недрах. Поэтому они

определяются расчётным путем по разнице первоначально подсчитанных запасов урана в блоке и количеством добытого при его эксплуатации.

Учитывая результаты работ на данном месторождении, настоящим проектом плановые потери урана принимаются в размере 10 %.

4.9 Программа добычи урана

Согласно технологически спецификации (заданию) к Договору №1041168/2024/1 от 09.12.2024 г., Программа доработки участка Восточный м. Мынкудук на 2025-2027г.г. представлена в таблице 4.9.

Таблица 4.8 Производственная программа добычи по техническому заданию.

Наименование показателя	Ед. изм.	Всего	2025	2026	2027
<i>Добыча урана и выпуск товарного десорбата:</i>					
Объем продуктивных растворов	тыс. м ³	16437	7660	5375	3403
Содержание U в продуктивных растворах	мг/дм ³	15	19	15	8
Количество U в продуктивных растворах	т	253	146	81	27
Коэффициент извлечения U	%	95,51	95,51	95,51	95,51
Добыча урана	т	242	139	77	26
<i>Горно-подготовительные работы:</i>					
Бурение технологических скважин	шт	380	60	170	150
	п.м.	95000	15000	42500	37500
откачных	шт	0	0	0	0
	п.м.	0	0	0	0
закачных	шт	0	0	0	0
	п.м.	0	0	0	0
наблюдательных	шт	0	0	0	0
	п.м.	0	0	0	0
Контрольные скважины	шт	340	40	150	150
	п.м.	85000	10000	37500	37500
Перебуры	шт	40	20	20	0
	п.м.	10000	5000	5000	0
Всего скважин	шт	380	60	170	150
	п.м.	95000	15000	42500	37500
Готовые запасы на начало	т	269	154	86	29
Прирост вскрытых запасов	т		0	0	0
Прирост подготовленных запасов	т		0	0	0
Прирост готовых к добыче запасов	т		0	0	0
Погашено запасов	т	269	154	86	29
Коэффициент обеспеченности ГЗ			0,8	0,4	0,00
Готовые запасы на конец	т	269	154	86	29
Кислота на добычу 100%	т	10127	5817	3222	1088

Кислота на добычу 92,5% (45,24кг/кгU)	т	10948	6288	3483	1176
Кислота 100% на переработку	т	484	278	154	52
Кислота 92,5% на переработку (2,16кг/кг U)	т	523	300	166	56
Кислота всего 92,5%	т	12401	7123	3946	1332
Кислота всего 100%	т	11471	6589	3650	1232
Электроэнергия на добычу ПР	МВт/ч	27943	13021508	9136914	5784735
Добыча урана	т	242	139	77	26
Кислота на добычу 100%	т	10127	5817	3222	1088
Кислота на добычу 92,5% (45,24кг/кгU)	т	10948	6288	3483	1176
Кислота 100% на переработку	т	484	278	154	52
Кислота 92,5% на переработку (2,16кг/кг U)	т	523	300	166	56
Кислота всего 92,5%	т	12401	7123	3946	1332
Кислота всего 100%	т	11471	6589	3650	1232

Движение запасов на конец отработки месторождения Мынкудук участок Восточный согласно техническому заданию на проектирование, должно выглядеть как в таблице 4.10.

Таблица 4.9 Движение запасов на 2025-2027г.г. по руднику Мынкудук участок Восточный

Год	Состоит на начало года, т			Прирост за год, т			Погашение за год, т			Состоит на конец года, т			Коэффициент обеспеченности, год		
	вскрыты х	подготов ленных	готовых	вскрыты х	подготов ленных	готовых	погашени е	добыча	потери	вскрыты х	подготов ленных	готовых	вскрыты ми	подготов ленными	готовыми
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2025	269	269	269	0	0	0	154	139	15	115	115	115	0,8	0,8	0,8
2026	115	115	115	0	0	0	86	77	9	29	29	29	0,4	0,4	0,4
2027	29	29	29	0	0	0	29	26	3	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Всего							269	242	27						

4.10 Режим работы полигона ПСВ

Работа технологических блоков в процессе ПСВ подразделяется на несколько стадий:

- закисление;
- стадия активного выщелачивания;
- доработка;
- вывод из эксплуатации.

Режимы закисления запасов урана в недрах и добычные работы должны осуществляться на разработанный на предприятии внутренней нормативной документации (ВНД), которая учитывает специфику месторождения.

Под добычными работами следует понимать процесс перевода урана в недрах из твердого в жидкое (подвижное) состояние и его транспортировку, в полученных продуктивных растворах, на дневную поверхность, и далее, на участок переработки добытых (продуктивных) растворов.

В состав добычных работ неразрывно входят две стадии: закисление и выщелачивание запасов урана. Строгой границы, разделяющей стадию закисления от начала выщелачивания не всегда возможно четко обозначить, и она принимается при выполнении определенных условий.

Закисление запасов урана (закисление руд и рудовмещающих пород) – процесс, необходимый для создания в рудовмещающем горизонте геохимической и гидродинамической обстановки (создание избыточной кислотности), обеспечивающий процесс перевода урана в раствор.

Окончанием закисления запасов принимается такое состояние закисляемого объема руд и рудовмещающих пород, когда в ПР устанавливается $\text{pH} = 1,5\text{--}2,0$, а в большинстве (более 70%) откачных скважин (в закисляемом объеме) содержание урана (среднее по блоку) не ниже минимального промышленного ($C_{\min} \geq 8\text{--}10 \text{ мг/дм}^3$).

В зависимости от геологических, гидрогеологических, геотехнологических условий залегания рудных тел, на месторождении применяется два основных режима закисления запасов: активный и пассивный. В некоторых случаях – их комбинация.

Опытом предыдущих лет (на обрабатываемых участках месторождения Мынкудук (участок «Восточный»)) установлена большая эффективность пассивного режима закисления запасов, которая выражается:

- снижением кольтатационных эффектов на технологических скважинах и в пласте;
- более полным и равномерным закислением горнорудной массы блока;
- уменьшением каналирования;
- и как следствие, улучшением последующего этапа выщелачивания.

Активный режим закисления – режим закисления, при котором подача кислых растворов в недра блоков (блока) и откачка пластовых вод из недр осуществляются одновременно, через различные группы скважин.

Циркуляция растворов ведется по замкнутому циклу с соблюдением общего по блоку баланса растворов.

Исходя из конструктивных особенностей сооружаемых скважин, на месторождении применяется прямой способ подачи кислых растворов: через закачные скважины одновременно с непрерывной откачкой пластовых вод через откачные скважины.

Наибольшее применение активного режима закисления запасов технологических блоков необходимо планировать на рудных телах, нижняя граница которых приподнимается над водоупором (на 4 и более метров), а вмещающие подрудные проницаемые отложения имеют больший коэффициент фильтрации, чем рудные.

Пассивный режим закисления – режим закисления, при котором подача кислых растворов в недра блока ведется без откачки пластовых вод, за счет вытеснения последних.

При этом осуществляется планируемый дисбаланс выщелачивающих растворов.

Наибольшее применение пассивного режима закисления запасов технологических блоков необходимо планировать на рудных телах, локализованных на водоупоре (региональном или локальном), или, если нижняя граница рудных тел незначительно приподнимается над водоупором (до 4 метров).

Меньшее применение пассивного режима следует планировать при значительном удалении (на 4 и более метров) рудных тел от нижележащих водоупоров, при этом коэффициенты фильтрации подстилающих проницаемых пород, как правило, меньше /или равны/ коэффициентам фильтрации породам рудных тел.

По способу подачи кислых растворов пассивный режим подразделяется:

- на опережающий и площадной (объемный) способы.

Опережающий способ.

Подача кислых растворов в недра технологических блоков ведется с временным опережением в откачные скважины блоков. Осуществляется в три этапа:

- на начальном (первом) этапе подача кислых растворов в недра блоков ведется через откачные скважины до вытеснения и замены пластовых вод на ВР на 60–70% порового объема блоков, на основе математического расчета и контроля по наблюдательным скважинам;

- на втором этапе, после остановки подачи кислых растворов в откачные

скважины, выполняется подача маточников сорбции в те же откачные скважины, в течение 5-7 суток, с целью отжатия фронта растворов с высокой кислотностью от прифильтровых зон этих скважин;

– на заключительном (третьем) этапе подача кислых растворов осуществляется через закачные скважины, из расчета вытеснения остаточных пластовых вод из /от/ закисляемых объемов блоков.

Объемный (площадной) способ /или пульсационно-статический/.

Подача кислых растворов в недра блока ведется одновременно во все технологические скважины блока: откачные, закачные. Осуществляется в два этапа:

– на начальном (первом) этапе подача кислых растворов в недра блока ведется через все технологические скважины, до вытеснения и замены пластовых вод порового объема блока на ВР, на основе математического расчета и контроля по наблюдательным скважинам;

– на втором этапе, после остановки подачи кислых растворов в технологические скважины, выполняется подача маточников сорбции в откачные скважины, в течение 5–7 суток, с целью отжатия фронта растворов с высокой кислотностью от прифилтровых зон этих скважин.

Комбинированный режим закисления – режим закисления, при котором подача кислых растворов в недра технологических блоков осуществляется комбинацией активного и пассивного режимов закисления.

Применяется в случаях сокращения время (сроков) закисления, или с целью уменьшения растекания кислых растворов за контуры блока, при незначительном (забалансовом) оруденении закачных скважин, сооруженных по внешнему контуру технологического блока.

Подача кислых растворов в недра блоков ведется с временным опережением в откачные скважины блока. Осуществляется в три этапа:

– на начальном (первом) этапе подача кислых растворов ведется через откачные скважины до вытеснения и замены пластовых вод на ВР на 60–70% порового объема блока, на основе математического расчета и контроля по наблюдательным скважинам;

– на втором этапе, после остановки подачи кислых растворов в откачные

скважины, выполняется подача маточников сорбции в те же откачные скважины, в течение 5–7 суток, с целью отжатия фронта растворов с высокой кислотностью от прифилтровых зон этих скважин;

– на заключительном (третьем) этапе, подача кислых растворов в недра осуществляется через закачные скважины, одновременно с непрерывной откачкой ПР через откачные скважины, и направлением полученных ПР на переработку. Объем закачиваемых кислых растворов (и кислоты) на заключительной стадии определяется из расчета замены остаточных пластовых вод (от закисляемого объема блока) на ВР. То есть, на этом этапе совмещаются одновременно и стадия закисления, и стадия добычи урана.

Норматив расхода серной кислоты на закисление – минимально необходимое количество (объем) серной кислоты, подаваемое в недра, для создания избыточной кислотности ($\text{pH} \leq 2$), обеспечивающей процесс

перевода урана в раствор, и соответствующий окончанию стадии закисления блока. Определяется опытным путём.

Усредненный норматив закисления запасов по месторождению Мынкудук участок Восточный составляет 4 кг/т ГРМ. Зависит от кислотоемкости вмещающих пород.

Рассматривается и согласуется в процессе составления планов развития горных работ.

Режимы закисления эксплуатационных блоков и способы подачи закисляющих растворов должны определяться в каждом конкретном случае, с учётом основных природных факторов, принятой схемы расположения технологических скважин, обосновываться годовым проектом горных работ и отражаться в паспортах эксплуатационных блоков.

Расход кислоты, в зависимости от вида закисления, не меняется, но при опережающем закислении вопрос о балансе растворов при работе блока теряет свой смысл.

При пассивном закислении блоков ГТП работает с фактическим дисбалансом в ту или иную сторону. Недостаток ПР на блоке (так как происходит только закачка в откачные скважины, тогда как закачные бездействуют) компенсируется пластовой водой, добываемой из ранее сооруженных технологических скважин, либо иным способом, который определит добывающее предприятие.

Исходя из геологических и гидрохимических особенностей обрабатываемого участка, принимается следующая схема закисления:

- перед запуском блоков в работу в режиме закисления необходимо произвести прокачку всех технологических скважин;

- для создания благоприятной гидродинамической обстановки в рудном горизонте перед началом закисления в течение 5–10 дней провести проработку рудного горизонта пластовой водой или маточными растворами.

На этом этапе необходимо определить дебиты откачных скважин и приёмистость закачных и привести работу блоков в баланс по растворам.

Выщелачивание урана из недр технологического блока – это химический процесс перевода урана из твердого /минерального/ в подвижное жидкое состояние с помощью раствора реагента.

На месторождении Мынкудук (участок «Восточный») в качестве выщелачивающего реагента используется водный раствор серной кислоты, представленный:

- маточными (оборотными) растворами, доукрепленными выщелачивающим реагентом;

- доукрепленными непродуктивными (технологическими) растворами, откачиваемыми из закисляющихся блоков.

Окончанием процесса выщелачивания урана из недр технологического блока принимается достижение устойчивого (не менее 3 месяцев) минимального промышленного содержания урана в продуктивных растворах ($C_{\min.} \leq 8-10 \text{ мг/дм}^3$).

Прекращение /приостановка/ выщелачивания запасов урана из недр технологического блока (вывод технологического блока из работы) принимается решением Технического совещания Товарищества /протоколом/, утверждаемого главным инженером предприятия (заместителем директора по производственным вопросам).

Период отработки (выщелачивания урана) блока.

Подразделяется на две стадии:

- активного выщелачивания;
- доработки блока (довыщелачивание).

На каждой стадии регламентируются содержание кислоты в рабочем (выщелачивающем) растворе, значение рН, остаточная кислотность в продуктивном растворе; при необходимости – значение ОВП и другие показатели.

Стадия активного выщелачивания.

Следует за стадией закисления блока. Характеризуется массовым (основным) извлечением урана и делится на две фазы:

- фаза роста содержаний урана в ПР: от минимально-промышленных (8–10 мг/дм³) до максимальных значений;
- фаза снижения содержания урана в ПР: от максимальных значений до 15-25-35 мг/дм³ (зависит от продуктивности, горнорудной массы блока).

Длительность стадии активного выщелачивания ограничивается извлечением урана из блока в пределах 60–70% при концентрации урана в ПР 15-25-35 мг/дм³.

Стадия доработки блока.

Следует за стадией активного выщелачивания, и является завершающей стадией работ по добыче урана. Характеризуется, как правило, резким снижением содержания урана в ПР: от 15-25-35 мг/дм³ до минимально-промышленных концентраций (8–10 мг/дм³).

Заключительным этапом (фазой) доработки блока является процесс «отмывки» блока: замены внутрипорового объема ПР (ВР) на пластовые воды, путем подтягивания последних из-за внешнего контура блока.

Расход кислоты на выщелачивание.

Кислотность ВР зависит от периода отработки блока. Контролируется прямым определением по откачным и наблюдательным скважинам. Учитывая остаточную кислотность маточников сорбции, рассчитывается плановая кислотность ВР, подаваемых на каждый отдельный технологический блок, в соответствии со стадией и фазой отработки блока.

Регламентируемая кислотность ВР (режимы подачи кислоты в блоки) определена опытным путем и соответствует:

- а) на стадии активного выщелачивания:
 - фаза роста содержаний урана в ПР. Соответствует периоду извлечения урана из недр от 0 до 25–30%.

Кислотность ВР поддерживается на уровне 9 г/дм³;

– фаза снижения содержания урана в ПР (начальный этап).
Соответствует периоду извлечения урана из недр от 25–30 до 55–60%.

Кислотность ВР поддерживается на уровне 6 г/дм³;

– фаза снижения содержания урана в ПР (заключительный этап).

Соответствует периоду извлечения урана из недр от 55–60% до 65–70%.

Кислотность ВР поддерживается на уровне 3 г/дм³.

б) на стадии доработки (довыщелачивания) блока:

– фаза доработки блока маточниками сорбции. Соответствует периоду извлечения урана из недр от 65–70 до 82–83%. ВР сформированы маточниками сорбции с остаточной кислотностью около 1–2 г/дм³;

- фаза «отмывки» блока. Соответствует периоду извлечения урана из недр от 83 до 85%. Осуществляется без подачи ВР в недра.

Варьируя в указанных пределах содержанием серной кислоты, необходимо поддерживать рН в продуктивных растворах на уровне 1,7–2,0 ед. и E_h – 350–500 мВ. Режим работы закачных и откачных скважин такой же, как и в период закисления. Выщелачивание урана осуществляется рабочими растворами, получаемыми доукреплением серной кислотой до заданной концентрации оборотных и маточных растворов. Расход кислоты на выщелачивание (добычу) и переработку показан в таблице 4.11

Таблица 4.10 Расход кислоты на выщелачивание (добычу) и переработку урана на м. Мынкудук (участок Восточный)

Добыча урана	т	242	139	77	26
Кислота на добычу 100%	т	10127	5817	3222	1088
Кислота на добычу 92,5% (45,24кг/кгU)	т	10948	6288	3483	1176
Кислота 100% на переработку	т	484	278	154	52
Кислота 92,5% на переработку (2,16кг/кг U)	т	523	300	166	56
Кислота всего 92,5%	т	12401	7123	3946	1332
Кислота всего 100%	т	11471	6589	3650	1232

На стадии активного выщелачивания необходимо соблюдать гидродинамическое равновесие (баланс объёмов закачиваемых и откачиваемых растворов) по отдельным эксплуатационным блокам. Исключением из этого правила являются следующие случаи:

– необходимость проработки краевых частей технологических блоков, в случае обнаружения там богатого оруденения. Тогда целесообразно создание искусственного дебаланса в пользу закачки, с целью максимальной кислотной проработки ГРМ, - при выходе скважины (откачной, либо закачной) из строя, в случае, когда скважина находится не в краевых частях блока, либо на границе с соседним блоком.

– при подозрении на существование застойных зон в блоке может быть принято решение о сооружении дополнительной скважины (либо нескольких) для интенсификации процесса добычи. В таком случае также

возникает искусственный дебаланс (обычно в пользу закачки), с образованием компрессионного купола в застойных частях блока.

– при обнаружении признаков сверхнормативного законтурного растекания целесообразно временно создать искусственный дебаланс в пользу откачки. Необходима осторожность в этом процессе с тем, чтобы избежать подтягивания продуктивных растворов из соседних – работающих – блоков.

– при опробовании скважин она отключается от напора технологических

растворов, соответственно, создается временный дебаланс, который будет компенсирован в дальнейшем.

Все случаи искусственного дебаланса должны быть описаны в соответствующих руководствах, разработанных добывающим предприятием, и утвержденных главным инженером.

Доработка эксплуатационного блока - процесс, завершающий отработку запасов блока, характеризующийся, как правило, устойчивым снижением содержания урана в продуктивных растворах. На этой стадии концентрация рабочих растворов по кислоте должна снижаться до уровня кислотности маточников сорбции. Маточными растворами завершается отработка блока (участка) с целью вытеснения из продуктивного горизонта растворов повышенной кислотности. На этой стадии не рекомендуется завышать

производительность блока по откачке во избежание подтягивания в его контур растворов из соседних блоков.

Не допускается временное отключение или вывод из эксплуатации отдельных откачных или закачных скважин из системы блока по причине низкого содержания урана в растворах без соответствующего акта, утвержденного главным инженером рудника.

Отработка блока считается завершенной при необратимом снижении содержания урана в продуктивных растворах до уровня ниже минимально-промышленного – $10 \div$ мг/л, в зависимости от технико-экономических расчетов.

Решение о ликвидации блока (выводе блока) из эксплуатации принимается постоянно действующей комиссией из представителей горно-геологической и производственно-технической служб рудника ПСВ, служб охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды. Вывод блока из эксплуатации оформляется актом, к которому прилагаются: план участка с отражением контура балансовых геологических и эксплуатационных запасов, привязкой технологических, наблюдательных, эксплуатационно-разведочных и контрольных скважин.

4.11 Работа технологического полигона.

Для доработки всех вскрытых запасов в период с 2025 по 2027 гг, развитие существующего геотехнологического полигона ПСВ не

планируется по причине вскрытия и отработки всех запасов участков месторождения Мынкудук (участок «Восточный») с описанием наземных коммуникаций в Книге 2 Наземный комплекс.

Проведение работ по строительству и расширению геотехнологического поля, таких как: прокладка трубопроводов, кабелей, линий электропередач, объектов энергоснабжения, сооружение подъездных и внутриплощадочных дорог, установка технологических узлов и т. д., а также строительство дополнительных производственных объектов (промышленная площадка, технологическая ёмкость для жидких реагентов и т. д.) не планируются, так как рудник исчерпал промышленные запасы и находится на стадии доработки.

Выбор способа раствороподъема

На стадии активного выщелачивания продуктивные растворы транспортируются погружными насосами из откачных скважин до пескоотстойников, расположенных на промплощадке месторождения Мынкудук (участок «Восточный») ТОО «Казатомпром-SaUran». Расстояние транспортировки ПР с участков до ПП:

- западная часть Залежь 2 до пескоотстойника ПР Залежь 2 5460 м до 5500 м;
- от пескоотстойника ПР Залежь 2 до промплощадки Залежь 1 7325 м до 7500 м;
- восточная часть Залежь 1 до промплощадки Залежь 1 3943 м до 4000 м;

Глубина установки насосов составляет от 130 м до 150 м, что обуславливается наличием избыточного давления растворов в продуктивном пласте. Насосы устанавливаются в зоне расширения откачных скважин, обсаженных ПВХ трубами Ø195х14мм.

Поскольку эксплуатационным опытом на данном предприятии доказано наиболее успешное применение насосного раствороподъема в откачных скважинах, а также, исходя из анализа информации по погружным насосным агрегатам на участках, проектом предусмотрено использование погружных насосов с оптимальными характеристиками.

Характеристики погружных насосов запроектированы с учётом необходимости обеспечения заданного дебита откачных скважин и транспортировки продуктивных растворов до пескоотстойников по достаточно ровному рельефу местности (абсолютные отметки 220÷280 м), характеристика которых представлена в Книге 2 «Наземный комплекс. Пояснительная записка».

Транспортировка растворов

Геотехнологический полигон (ГТП) участков связан технологическими трубопроводами ПР и ВР с промышленной площадкой рудника.

Трубопроводы продуктивных растворов от узлов приёма и распределения растворов, расположенных на технологических блоках до магистрали, выполнены из труб (ГОСТ18599-2001).

Подача выщелачивающих растворов на участках осуществляется нагнетанием параллельно работающими закачными насосами на центральной насосной станции.

На каждом технологическом блоке предусмотрено сооружение технологических узлов приема и узлов распределения растворов, совмещенных в одном контейнере – Узел приема и распределения растворов далее УПРР. УПРР, находящиеся на участках залежей связаны технологическими трубопроводами ПР с пескоотстойником промышленной площадки рудника, трубопроводами ВР с УПВР. Узлы приготовления выщелачивающего раствора УПВР связаны трубопроводами ВР с пескоотстойником промышленной площадки рудника.

Диаметры трубопроводов внутриварочной обвязки обеспечивают линейную скорость движения растворов $0,8 \div 1,1$ м/с, магистральные – $1,0 \div 1,3$ м/с при этом принято во внимание то, что трубопроводы будут наращиваться на новые блоки, которые будут создаваться в соответствии со стратегией освоения месторождения.

Кислотопровод от склада серной кислоты, расположенного на пром. площадке рудника, до полигона технологических скважин участков выполнен трубами из Ст.20 диаметром 108 мм (ГОСТ 8732–78), работающими под давлением 7-8 атм. Разводка до узлов приготовления и распределения выщелачивающих растворов от магистрального кислотопровода производится трубами из Ст. 20 диаметром 57 мм.

Прокладка трубопроводов осуществляется в траншеях или по поверхности земли с обсыпкой их грунтом толщиной не менее 0,5 м.

5 БУРЕНИЕ И СООРУЖЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН

Выполнение буровых работ осуществляется службой на договорной основе.

Требования к сооружению скважин и регламент по их освоению, приведенные в Проекте, выполнены на основе геолого-технических документов, разработанных АО «Волковгеология».

На участке Восточный месторождения Мынкудук, в период доработки запасов 2025-2027г.г. предусматривается сооружение технологических скважин, которые по своему целевому назначению подразделяются:

- откачные скважины для, подъёма продуктивных растворов из закисленного рудного тела на поверхность (перебуры);
- закачные скважины, для подачи выщелачивающих растворов (ВР) в рудное тело (перебуры);

Помимо бурения технологических скважин Проектом предусмотрено бурение контрольных скважин.

Контрольные скважины проходятся после отработки блоков участка с организацией комплекса гидрогеологических и геохимических исследований с целью:

- а) подтверждения полноты отработки участка;
- б) выделения площадей в недрах с остаточными растворами;
- в) определения степени загрязнения водоносных горизонтов кислотными растворами и радиоактивными элементами в пределах полигона;
- г) изучения процесса естественного раскисления подземных вод;
- д) определения степени загрязнения водоносных горизонтов за пределами полигона под влиянием естественного потока подземных вод.

Бурение контрольных скважин должно производиться в минимальный срок от момента отработки блока с обязательным использованием качественных глинистых растворов. Местоположение и окончательное количество контрольных скважин определяется главным геологом предприятия.

Контрольные скважины проходят с отбором керна.

После завершения исследований в скважинах, последние ликвидируются с целью предупреждения перетока пластовых вод по стволу скважины.

5.1 Исходные данные

Средняя глубина скважин: 252м.

Статический уровень подземных вод: от +20 метров от поверхности земли.

Понижение статического уровня при откачках: -10 ÷ -15 метров.

Удельный вес рудовмещающих пород: 1,71 т/м³ (инкудукский горизонт), 1,74 т/м³ (мынкудукский горизонт).

Категория пород по устойчивости: 2,0.

Коэффициент неоднородности пород: от 1,0 до 1,1.

Средняя категория пород по буримости: 4,5.

Плановая производительность сооружения технологических скважин одним буровым агрегатом:

- ОПЗ – 5 скв./мес.;
- Планируемый дебит откачных скважин: 8 м³/час.
- Приёмистость закачных скважин: 1,7 м³/час.

Сооружение скважин производят буровыми станками типа: ЗИФ-1200, находящимися на вооружении АО «Волковгеология» в настоящее время, или аналогичными буровыми станками.

5.2 Технология бурения

Бурение всех вышеперечисленных видов скважин будет производиться передвижными буровыми установками с поверхности земли буровыми станками ЗИФ- 1200МРК с приводом от электродвигателя, получающим энергию от государственной электросети.

Регламент бурения и сооружения технологических (откачной, закачной, наблюдательный) скважин.

Этапы работ, основные требования	Последовательность и технология выполняемых работ
1. Подготовка подъездных путей, площадок под БУ	Исполнитель подготавливает подъездные пути, горизонтальную площадку для бурового агрегата и каротажной станции. зумпфы для бурового раствора из трёх изолированных частей, объемом не менее полуторного объема скважины.
2. Установка бурового агрегата на репер	Установка репера на местности производится маркшейдерской службой Заказчика и предоставляет его буровой службе Исполнителя. Отклонение от проектной точки заложения не более 1.0м. Монтаж предусматривает устройство устья скважины, циркуляционной системы, приведение в рабочее состояние механизмов и оборудования.

3. Бурение пилот скважины. Допустимое отклонение оси скважины от вертикали 4,5м	0-130 м интервал бурение производится гидромониторным пикобуром Ø-161 мм. при этом применяется следующая компоновка буровой колонны (УБТ- 73, 89мм, длиной 6-12 метров, СБТМ-50 длиной- 9,5-14м, с ребрами центраторами (диаметр направляющей не более диаметра бурения), СБТМ-50). Режимы бурения: Р-700-900 кгс п- 200-300 об/мин. О-200-220 л/мин. В качестве промывочной жидкости в интервале 0-70м. используется глинистый раствор взятый с предыдущей скважины в объеме 8м³ с параметрами: g-1,1—1,14 г/см³, В-25-30 см³/30 мин. Т-22-25сек. П<4. В процессе бурения в наработанный глинистый раствор периодически добавляется техническая вода в объеме 42м³, для поддержания следующих параметров глинистого раствора. g-1.1 -1.12 г/см³, В-25-30 см³/30мин. Т-20-22 сек. П<4. 130-250м (до проектной глубины) интервал бурение производится ПРИ БИТ-141мм. при этом применяется следующая компоновка буровой колонны (УБТ- 73, 89мм, длиной 6-12 метров, СБТМ-50). Режимы бурения: Р- 200-400 кгс Ø-166-203 об/мин. О-250-270 л/мин. В качестве промывочной жидкости в интервале 170-250м, глинистый раствор с параметрами: g-1,1 -1,14 г/см³. В-25-30 см³/30 мин, Т-22-25сек. П- < 4%.
4. Первичные геофизические исследования, контроль отклонения оси скважины, уточнение интервалов бурной зоны и установки цементного	Перед проведением первичных ГИС скважина промывается глинистым раствором. с параметрами g-1.1-1.12 г/см³. В-25-30 см³/30мин. Т-20-25 сек. П<4% и прорабатывается в местах возможного образования глинистых сальников.
5. Разбурка ствола скважины.	Разбурка пилот скважины производится шарошечным долотом типа М.С. На закачных скважинах интервал 0 - 240м - Ø90-мм. На откачных скважинах интервал 0-150м. разбуривается 295 под трубы ПВХ Ø195/14мм. В качестве промывочной жидкости -глинистый раствор с параметрами: g-1.1-1.12 г/см³, В-25-30 см³/30мин. Т-19-21 сек. П<4. Для поддержания выше указанных параметров глинистого раствора, в зумпф добавляется техническая вода в объеме 23м³. Избыточный глинистый раствор вывозится на шламохранилище. Разбурка ведётся в режимах: Р-700-800 кг/с п -136-231 об/мин. Q-200-220 л/мин.

6. Расширение фильтровой зоны. Формирование камеры зоны обсыпки фильтров для улучшения качества образования гравийного фильтра	Перед расширением перейти на малоглинистый раствор с параметрами: $\gamma = 1,08 \text{ г/см}^3$ $T = 18-22 \text{ сек.}$ $B = 15 \text{ см}^3/30 \text{ мин.}$ $\Pi < 4\%$ Расширение производить шести лопастным разбурником Ø-190 или двух секционным пяти лопастным расширителем с боковой промывкой Ø-173-189 мм при $P = 200-300 \text{ кгс.}$ $O = 200-220 \text{ л/мин,}$ $N = 200-260 \text{ об/мин}$ по схеме «сверху-вниз» Состав компоновки шести лопастной разбурник Ø-190 СБТМ-50 без УБТ.
7. Кавсрномстрия. Проверка качества формирования камеры фильтровой зоны цилиндрической формы d не менее 320мм. Определение объема обсыпки.	Объем зоны гравийной обсыпки определяется по формуле: $V_r = h \frac{\pi(D_1^2 - D_0^2)}{4} + h_2 \frac{\pi(D_2^2 - D_0^2)}{4} + h_3 \frac{\pi(D_3^2 - D_f^2)}{4}, \text{ м}^3$ где: h высота обсыпки гравием над фильтровой зоны, м; D_1 - диаметр скважины над фильтровой зоной, м; D_0 диаметр обсадных трѳб. м; h_2 — высота обсыпки гравием под фильтровой зоны, м; D_2 - диаметр скважины под фильтровой зоны, м; D_0 - диаметр обсадных трѳб отстойника, м; h_3 - высота обсыпки гравием фильтровой зоны, м; D_3 диаметр скважины в фильтровой зоне, м; D_f диаметр фильтров. м Расход гравия на обсыпку определяется по формуле: $P_r = V_r \cdot \gamma_r \cdot K_r \cdot t$ где: V_r - объем зоны гравийной обсыпки, м³; γ_r - плотности
8. Обсадка скважины колонной обсадных трѳб. Допустимое отклонение фактического интервала установки фильтров ОТ заданного-1м. Скорость спуска обсадной колоны не более 0,3-0,5 м/сек.	Конструкция обсадной колонны и интервал установки фильтров задаются Заказчиком после обработки данных первичного каротажа. Для обсадки скважины применяются трубы ПВХ-90/8 и ПВХ-195/14, фильтра КДФ-118/90. Перед обсадкой скважину тщательно проработать, промыть глинистым раствором с параметрами $\gamma = 1.1-1.12 \text{ г/см}^3$. $T = 25-30 \text{ сек.}$ $B = 25 \text{ см}^3/30 \text{ мин.}$ Спуск трѳб в скважину производить в строгой последовательности от первой до последней согласно нумерации. Перед обсадкой скважины проводится визуальный осмотр обсадных трѳб и фильтров с целью выявления видимых дефектов. проверка внутреннего диаметра трѳб ПВХ 90/8 шаблоном Ø-65мм длиной 300мм. (муфта замка Ø-50) Резьбовые соединения трѳб обсадной колонны герметизируются лентой ФУМ или герметиком полиизобутилен. Отстойник колонны закрывается в нижней части герметично заглушкой. Длина отстойника технологических скважин. не зависимо от назначения по режиму эксплуатации. должна быть до 10 м, Технологическая колонна на откачных скв. 0–150 м ПВХ-195/14, 150-240м ПВХ-90/8. На закачных 0–240 ПВХ-90/8.

9. Геофизические исследования скважины. Проверка целостности колонн, проверка	Производится токовый каротаж сразу после установки обсадной и фильтровой колонн.
10. Обсыпка фильтровой колонны кислотостойким гравием, производится на откачных и закачных скважинах, сооружаемых на рудный горизонт.	Для обсыпки фильтровой колонны гравием используется речной гравий фракцией 2-5мм. Расчетное количество гравийной обсыпки выдается геофизической службой Заказчика по данным кавернометрии и проверяется буровым мастером. Для проведения гравийной обсыпки необходимо провести промывку затрубного пространства малоглинистым раствором, для чего необходимо установить низ бурового снаряда в водопоре (глинах) над фильтровой колонной, промыть затрубное пространство. Далее заглубить буровой снаряд до отстойника и промыть фильтровую зону в течение 10-15 мин. Промывку затрубного пространства проводить до выравнивания давления растворов в затрубном пространстве и буровом снаряде. Нижняя часть буровой колонны длиной 14 м должна быть гладкоствольной, конец снаряда закругленным. Затрубное пространство промывать гл. раствором с параметрами: $\rho=1.05-1.07\text{г/см}^3$; Т-16-18сек. Обсыпку проводить через гидроэлеватор в три этапа снизу вверх поэтапно от низа фильтров через каждые 5-7м. Интервал обсыпки - до 2-3 метров выше и ниже интервала установки фильтров (в соответствии с заданием). По окончании процесса обсыпки - 3 часа ООГ.
11. Установка цементного кольца для гидроизоляции водоносных горизонтов. Производится на откачных и закачных скважинах сооружаемые	Установка цементного кольца производится в интервал, установленный Заказчиком (180-200м) через буровой снаряд, опущенный параллельно обсадной колонны (буровой снаряд опускается на 2-3 м ниже верхней границы п/к). Перед установкой цем. кольца обсадную колонну доверху долить МГР, верх обсадной колонны глушится глухой пробкой. После установки цем. кольца
12. Геофизические исследования качества и мощности цементного кольца.	Производится термометрическим методом после 8-10 часов ОЗПс применением ускорителя и без ускорителя через 17 часов. Время на ОЗП корректируется лабораторными испытаниями на качество цемента.
13. Гидроизоляция затрубного пространства.	Гидроизоляция затрубного пространства в закачных и откачных скважинах осуществляется путем закачивания через буровой снаряд гель-цементной смеси - гелецементный раствор с содержанием 20% сухого
14. Промывка скважины.	Скважину промыть технической водой буровым насосом через буровой снаряд d- 50мм, опущенный в обсадную колонну по интервально с наращиванием глубины до пробки отстойника, или УОС.
15. Шаблонирование скважины.	После промывки фильтровой колонны, в откачных скважинах производится шаблонирование эксплуатационной части обсадной колонны шаблоном длиной 3м. и диаметром 160мм. В присутствии представителя Заказчика шаблон опускается в скважину
16. Демонтаж агрегата с сооруженной скважины.	Буровой агрегат снимается с площадки на следующую точку, устье обсадной колонны закрывается пробкой, на крышке закрепляется табличка с номером скважины. Производится обсыпка затрубного пространства местным грунтом. Устье скважины оборудуется бетонным отмостом 0.5 x 0.5 x 0.3 м на откачных, закачных и

5.3 Типы и конструкции технологических скважин

При разработке месторождения сооружаются скважины, выполняемые разнообразные функции. По своему назначению, составу и объему выполняемых функций буровые скважины подразделяются на две основные группы: эксплуатационные (технологические) и вспомогательные (наблюдательные, контрольные).

Конструктивно технологические скважины представляют собой колонну, состоящую из оголовка, обсадной колонны, щелевого фильтра и отстойника (Рисунок 4.1).

Назначение, особенности и основные отличия каждого типа скважин приведены ниже.

объеме 340 скважин, с организацией комплекса гидрогеологических и геохимических исследований с целью:

- а) подтверждения полноты отработки участка а также выявления непогашенных запасов на конец отработки месторождения в объеме ;
- б) выделения площадей в недрах с остаточными растворами;
- в) определения степени загрязнения водоносных горизонтов кислотными растворами и радиоактивными элементами в пределах полигона;
- г) изучения процесса естественного раскисления подземных вод;
- д) определения степени загрязнения водоносных горизонтов за пределами полигона под влиянием естественного потока подземных вод.

Бурение контрольных скважин должно производиться в минимальный срок от момента отработки блока с обязательным использованием качественных глинистых растворов. Местоположение и окончательное количество контрольных скважин определяется главным геологом предприятия. Контрольные скважины проходят с отбором керна. После завершения исследований в скважинах, последние ликвидируются с целью предупреждения перетока пластовых вод по стволу скважины.

5.5 Основные требования к сооружаемым скважинам

5.5.1 Сооружение откачных скважин без отбора керна с гравийной обсыпкой

Сооружение (бурение) скважин осуществляется на основании выдаваемого Заказчиком геолого-технического наряда (ГТН), с уточнением производственных параметров: глубин бурения, обсадки, интервалов установки фильтровых колонн, интервалов зон расширения под гравийную обсыпку, интервалов цементации и других. Сооружение откачных скважин без отбора керна с гравийной обсыпкой.

(Сооружаются с установкой фильтровых колонн в тонко-, мелко-, среднезернистых структурах песков).

1 этап – бурение пилот скважины; сплошным забоем, без отбора керна.

Интервал бурения: от 0,0 (земная поверхность) – до забоя. Диаметр бурения – 132–161 мм. Допустимое отклонение оси скважины от вертикали 1 м. на 100 м. глубины бурения.

2 этап – разбурка ствола скважины под установку обсадных, фильтровых колонн, отстойника глинисто-песчаных частиц.

Диаметры разбурки скважин:

2.1 интервал: от 0,0 (земная поверхность) – до перехода диаметров обсадки (нижняя граница обсадной колонны под насосный агрегат) – диаметр разбурки 295 мм. Глубина перехода диаметров обсадки определяется из расчета:

– от уровня пьезометрической поверхности подземных вод продуктивного горизонта на глубине (- 50) м;

2.2 интервал: от перехода диаметров обсадки – до нижней границы фильтровой колонны – диаметр разбурки 190 мм;

2.3 интервал: от нижней границы до верхней границы фильтровой колонны, или иной скорректированный интервал (зона расширения под гравийную обсыпку прифильтровой зоны) – диаметр разбурки 320 мм.

3 этап – установка обсадных, фильтровых колонн, отстойника глинисто-песчаных частиц.

3.1 интервал: от 0,0 (земная поверхность) – до перехода диаметров обсадки (нижняя граница обсадной колонны под насосный агрегат) – обсадная колонна: трубы обсадные из поливинилхлорида кольцевого сечения для работы в агрессивной среде с концентрацией серной кислоты до 100 г/дм³, наружный диаметр – 195 мм, толщина стенки – 14 мм;

3.2 интервал: от перехода диаметров обсадки (п/п 3.1) – до верхней границы фильтровой колонны – обсадная колонна: трубы обсадные из поливинилхлорида кольцевого сечения для работы в агрессивной среде с концентрацией серной кислоты до 100 г/дм³, наружный диаметр – 90 мм, толщина стенки – 8 мм;

3.3 интервал: фильтровая колонна, средняя длина фильтровой колонны 8 м (6–10) м, тип фильтра: КДФ-118/0,7 (для работы в агрессивной среде с концентрацией серной кислоты до 100 г/дм³);

3.4 интервал: от нижней границы фильтровой колонны до забоя – отстойник (длина 6 м), тип трубы: труба обсадная из поливинилхлорида кольцевого сечения для работы в агрессивной среде с концентрацией серной кислоты до 100 г/дм³, наружный диаметр – 90 мм, толщина стенки – 8 мм.

5.5.2 Сооружение закачных скважин без отбора керна с гравийной обсыпкой

1 этап – бурение пилот скважины; сплошным забоем, без отбора керна.

Интервал бурения: от 0,0 (земная поверхность) до забоя. Диаметр бурения (внутренний диаметр ствола скважины) – 132–161 мм. Допустимое отклонение оси скважины от вертикали 1 м. на 100 м. глубины бурения.

2 этап – разбурка ствола скважины под установку обсадных, фильтровых колонн, отстойника глинисто-песчаных частиц.

Диаметры разбурки скважин:

2.1 интервал: от 0,0 (земная поверхность) – до нижней границы фильтровой колонны – диаметр разбурки 190 мм.

2.3 интервал: от нижней границы до верхней границы фильтровой колонны, или иной скорректированный интервал (зона расширения под гравийную обсыпку прифильтровой зоны) – диаметр разбурки 320 мм.

3 этап – установка обсадных, фильтровых колонн, отстойника глинисто-песчаных частиц.

3.1 интервал: от 0,0 (земной поверхности) до верхней границы фильтровой колонны – обсадная колонна: трубы обсадные из поливинилхлорида кольцевого сечения.

для работы в агрессивной среде с концентрацией серной кислоты до 100 г/дм³, наружный диаметр – 90 мм, толщина стенки – 8 мм;

3.2 интервал: фильтровая колонна, средняя длина фильтровой колонны

8 м (6–10) м, тип фильтра: КДФ-118/0,7 (для работы в агрессивной среде с концентрацией серной кислоты до 100 г/дм³);

3.3 интервал: от нижней границы фильтровой колонны до забоя – отстойник (длина 6 м), тип трубы: труба обсадная из поливинилхлорида кольцевого сечения для работы в агрессивной среде с концентрацией серной кислоты до 100 г/дм³, наружный диаметр – 90 мм, толщина стенки – 8 мм.

5.5.3 Сооружение наблюдательных скважин

1 этап – бурение пилот скважины; сплошным забоем, без отбора керна.

Интервал бурения: от 0,0 (земная поверхность) до забоя. Диаметр бурения (внутренний диаметр ствола скважины) – 141 мм. Допустимое отклонение оси скважины от вертикали 1 м. на 100 м. глубины бурения.

2 этап – разбурка ствола скважины под установку обсадных, фильтровых колонн, отстойника глинисто-песчаных частиц.

На втором этапе не осуществляется.

3 этап – установка обсадных, фильтровых колонн, отстойника глинисто-песчаных частиц.

3.1 интервал: от 0,0 (земной поверхности) до верхней границы фильтровой колонны – обсадная колонна: трубы обсадные из поливинилхлорида кольцевого сечения для работы в агрессивной среде с концентрацией серной кислоты до 100 г/дм³, наружный диаметр – 90 мм, толщина стенки – 8 мм;

3.2 интервал: фильтровая колонна, средняя длина фильтровой колонны 8 м (6–10) м, тип фильтра: КДФ-118/0,7 (для работы в агрессивной среде с концентрацией серной кислоты до 100 г/дм³);

3.3 интервал: от нижней границы фильтровой колонны до забоя – отстойник (длина 6 м), тип трубы: труба обсадная из поливинилхлорида кольцевого сечения для работы в агрессивной среде с концентрацией серной кислоты до 100 г/дм³, наружный диаметр – 90 мм, толщина стенки – 8 мм.

5.6 Прокачка (освоение) скважин

Осуществляется на сооруженных технологических скважинах.

1. Выполняется эрлифтным способом. Проведенная прокачка должна обеспечить очистку фильтровой колонны, прифильтровой зоны от остатков бурового шлама и промывочной жидкости по всей длине фильтровой колонны и обеспечить регламентируемый дебит.

2. Регламентируемый дебит зависит от длины фильтровой колонны, литологии проницаемых отложений фильтрового колодца и назначения скважины, и составляет от 12 до 25 м³/час (максимальный дебит не ограничен).

3. Минимальные дебиты к технологическим скважинам, при сдаче их Заказчику (после освоения) приведены ниже

Минимальные дебиты скважин после освоения, м³/ч.

Таблица 5.1 Минимальные дебиты скважин после освоения

Назначение скважины	Длина фильтровой колонны (L), м				
	L=4,0	L=6,0	L=8,0	L=10,0	L=12,0
	Минимальный дебит, м³/час				
Откачная	8	12	15	18	18
Закачная	8	12	15	15	15
Наблюдательная	4	6	8	8	8

4. В случае невозможности достижения требуемого дебита после освоения (таблица 5.1) минимальный дебит скважин ограничивается расчетной формулой водозахватной способности фильтрового колодца (формула Абрамова С. К.).

$$Q = 2 \cdot \pi \cdot R_c \cdot L_f \cdot K_p \cdot V_{кр} / 24;$$

$$V_{кр} = 65 \sqrt[3]{K_f};$$

где:

L_f – длина фильтровой колонны, м;

Q – дебит, м³/ч;

$V_{кр}$ – критическая скорость вхождения растворов в фильтр, м/сут;

R_c – радиус фильтровой колонны скважины, м;

K_p – коэффициент, учитывающий формирование прифильтровой зоны при освоении скважин, величина безразмерная, принимаем 1,3;
 K_f – средний коэффициент фильтрации продуктивного горизонта, м/сут;

5. Минимальный удельный дебит не менее 1 м³/час (0,28 дм³/с) на метр понижения динамического уровня.

6. Погружение смесителя (заглубка) воздухопроводной трубы и давление воздуха в трубе определяются из оптимальной работы эрлифта при коэффициенте погружения (K) равном 2–2,5;

$$K = H/h;$$

где:

H – глубина погружения воздухопроводной трубы, м;

h – расстояние от динамического уровня до точки излива эмульсии, м.

7. Максимальное содержание механических примесей в технологических

скважинах после освоения:

– в откачных, закачных – 50 мг/дм³;

– в наблюдательных – 100 мг/дм³.

8. Максимальная открытость отстойника – не менее 6 м.

9. По достижению постоянного (требуемого) дебита, при неизменном давлении и неизменной глубине заглубки воздухоподающей трубы, откачка должна вестись непрерывно в течение 8 часов, при общей длительности освоения скважин – не менее 36 часов.

10. Методика освоения скважин определяется соответствующим регламентом (инструкцией).

5.7 Ликвидация приустьевого объема и рекультивация поверхности

Осуществляется на сооруженных и освоенных технологических скважинах.

1. Цементные приустьевые отмошки сооружаются на откачных, закачных, наблюдательных скважинах. Толщина цементной отмошки – 0,3 метра, радиус площадки отмошки – 0,5 метра.

2. Приустевой затрубный объем скважин, на глубину 1,5–2,0 м от бетонной отмошки, плотно забутовывается песчано-глинистыми породами.

3. Высота среза обсадной колонны скважины должна выступать над земной поверхностью не менее 0,3 м.

4. На закачных скважинах: на внутренней поверхности среза обсадной колонны (ПВХ 90x8 мм) должна быть нарезана соответствующая резьба для вкручивания переходника, изготовленного из труб ПНД Ø 110 мм и оголовка ОНС (заводского исполнения).

5. На откачных скважинах: на внутренней поверхности среза обсадной колонны (ПВХ 195x14 мм) должна быть нарезана соответствующая резьба для вкручивания изолирующей пробки, изготовленных из ПВХ Ø 195 мм.

6. На наблюдательных скважинах: на внутренней поверхности среза обсадной колонны (ПВХ 90x8 мм) должна быть нарезана соответствующая резьба для вкручивания изолирующей пробки, изготовленной из ПВХ Ø 90 мм.

7. На теле среза обсадной колонны скважины, несмываемой краской, должна быть нанесена четкая трафаретная надпись номера скважины.

8. После освоения скважины, выполнения требований по оборудованию оголовка (среза обсадной колонны) скважины, осуществляется рекультивация нарушенной поверхности вокруг скважины.

5.8 Ликвидация технологических скважин и эксплуатационно-разведочных скважин

Ликвидации подлежат технологические скважины, пройденные с нарушением ГТН на любой стадии сооружения, технологические скважины по тем или иным причинам не принятые в эксплуатацию и эксплуатационно-разведочные скважины.

Скважины любого назначения ликвидируются подрядчиком согласно

«Правил ликвидационного тампонажа буровых скважин любого назначения, засыпки горных выработок и заброшенных колодцев для предотвращения загрязнения и истощения подземных вод» и Санитарные правила "Санитарно-эпидемиологические требования к радиационно-опасным объектам". Ликвидационный тампонаж контролируется заказчиком.

Скважины, выбракованные непосредственно подрядчиком по техническим причинам (обрыв бурового снаряда, искривления ствола выше нормы в процессе проходки, различного рода завалы, ошибочно забуренные не в той точке местности и т. д.), ликвидируются непосредственно после выявления брака. Акт о ликвидации таких скважин составляется подрядчиком и представляется геологической службе Заказчика.

Скважины (откачные, закачные, наблюдательные) уже сооруженные (обсаженные), по тем или иным причинам не принятые в эксплуатацию, ликвидируются подрядчиком с составлением совместного акта ликвидации с утверждением соответствующих служб Подрядчика и Заказчика.

Эксплуатационно-разведочные скважины ликвидируются подрядчиком непосредственно после проходки и выполнения на них номенклатурных мероприятий. Акт о ликвидации таких скважин составляется и утверждается подрядчиком, в комиссию по ликвидации.

6 ГРАФИК ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ.

Исходя из средней глубины технологических, наблюдательных скважин, геологических свойств разреза месторождения и прогнозируемой плановой производительности сооружения скважин по участкам, в соответствии с графиком бурения определена ориентировочная потребность в буровых агрегатах на технологическое и эксплоразведочное бурение.

Проектный график бурения с разбивкой по годам, назначению и объёмам приведен выше по тексту в таблице 4.6.

7 ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Геофизические исследования в скважинах (ГИС) являются основным источником получения геологической, гидрогеологической и технологической информации при добыче урана способом ПСВ, а также необходимым для решения технических задач в период сооружения технологических скважин и контроля за их техническим состоянием в процессе эксплуатации. Геофизические исследования в скважинах проводятся в соответствии с Инструкцией по геофизическому обеспечению работ ПСВ урана предприятий НАК «Казатомпром». Ниже приводятся задачи, решаемые ГИС на различных этапах работ на месторождении Мынкудук участок Восточный:

1. Выявление радиоактивных аномалий в скважинах и определение глубин залегания, границ и мощности рудных интервалов и содержания в них урана для подсчета запасов (гамма-каротаж – ГК, каротаж нейтронов деления – КНД);

2. Литолого-стратиграфическое расчленение разреза скважин (электрокаротаж методами кажущихся сопротивлений «КС» и естественной поляризации «ПС»);

3. Контроль технического состояния скважин (кавернометрия, токовый каротаж, термометрия, индукционный каротаж).

7.1 Геофизические работы при бурении контрольных скважин.

Будет проводиться следующий комплекс ГИС:

- Первичный (ГК+КС+ПС);
- Инклинометрия (ИН);
- Каротаж нейтронов деления – КНД-м.

В таблице 4.1 указаны виды и объемы ГИС при технологическом бурении проектируемых блоков на месторождении Мынкудук участок Восточный.

При бурении и сооружении технологических скважин будет проводиться следующий комплекс ГИС:

- а) стандартный комплекс (ГК, КС, ПС) – изучение разреза;
- б) кавернометрия после разбурки зоны расширения – интервал и объем разбурки;
- в) инклинометрия – отклонение ствола скважины от вертикальной оси;
- г) индукционный каротаж в обсадке после прокачки – растекание ВР;
- д) КС в обсадке (КС в обсадке после прокачки) – контроль целостности обсадных колонн, определение интервала установки фильтрационной колонны, статического уровня;
- е) термометрия после цементации затрубного пространства;
- ё) КНД-м – прямое определение содержания урана в руде (при необходимости).

В таблице 7.1 указаны виды и объемы ГИС при технологическом бурении проектируемых блоков на месторождении Мынкудук участок

Восточный.

В процессе эксплуатации на действующих полигонах будут проводиться следующие виды ГИС:

- Токовый каротаж для контроля целостности обсадных колонн;
- Индукционный каротаж для контроля за растеканием кислотных растворов, как в плане, так и в разрезе скважин;
- Расходомерия для оценки качества работы фильтров.

Токовый каротаж и индукционный каротаж будет проводиться во всех действующих откачных, закачных скважинах и наблюдательных 1 раз в год после начала работы, либо после проведения РВР.

В таблице 7.2 указаны объемы геофизических работ в процессе эксплуатации проектируемых блоков.

Выполнение геофизических исследований на месторождении производится ТОО «Геотехноцентр». Геофизическое обслуживание буровых агрегатов ведется круглосуточно. Работы на добычных полигонах, согласно правилам безопасности, выполняются только в светлое время суток.

Геофизические работы в скважинах производятся в присутствии представителя буровой службы (начальник участка буровых работ или буровой мастер) под руководством оператора каротажной станции. Порядок выполнения работ по каждому методу определяется соответствующими инструкциями и указаниями.

Приведенный перечень методов ГИС может дополняться по мере накопления информации, совершенствования и разработки новых методов, применяемых в отрасли.

Виды и объемы ГИС при технологическом бурении на стадии доработки месторождении Мынкудук (участок «Восточный») в 2025-2027г.г.

Таблица 7.1 Виды и объёмы ГИС при технологическом бурении на стадии доработки месторождения Мынкудук (участок «Восточный») в 2025-2027г.г.

Год отработки	Ед.изм	Сред. глубина скв.	Скважины			Виды и объёмы работ ГИС (СКВ./п.м.) при ГПР								
			перебур технологических скважин	контрольные скважины	всего	ГК	КС+ПС	ИН	КМ	ИК	ТК1+ТК2	ТМ	КНД	Паспорт
						во всех скважинах	во всех скважинах	во всех скважинах	во всех скважинах	во всех скважинах	200% в	100% в	контрольные	во всех скважинах
											технологически	технологически		
2025	СКВ.	250	20	40	60	22	22	22	22	22	40	20	40	60
	П.М.		5000	10000	15000	5500	5500	5500	5500	5500	10000	5000		
2026	СКВ.	250	20	150	170	170	170	170	170	170	40	20	150	170
	П.М.		5000	37500	42500	42500	42500	42500	42500	42500	10000	5000		
2027	СКВ.	250		150	150	150	150	150	150	150	0	0	150	150
	П.М.			37500	37500	37500	37500	37500	37500	37500	0	0		
Всего:	СКВ.	250	40	340	380	342	342	342	342	342	80	40	340	380
	П.М.		10000	85000	95000	85500	85500	85500	85500	85500	20000	10000		

Таблица 7.2 Виды и объёмы ГИС в процессе эксплуатации блоков на месторождении Мынкудук (участок «Восточный»)

Год отработки	Виды и объёмы работ ГИС (СКВ./п.м.) при эксплуатации		
	ТК	ИН	Расходомерия
	в тех. скважинах	в тех. скважинах	СКВ.
2025	576	78	6
	144 000	19500	
2026	504	44	4
	126 000	11000	
2027	450	28	2
	112 500	7000	
Всего:	1 530	150	36
	382 500	37 500	

8 РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Обслуживание и ремонтно-восстановительные работы (РВР) необходимы в процессе добычных работ для предотвращения (и устранения) утечек рабочих растворов при нарушении герметичности обвязки (поверхностный комплекс) и, - основная задача РВР – восстановление дебита и приемистости технологических скважин (удаление коьматирующих образований и песчаных пробок из зоны фильтров).

Обслуживание и мелкие ремонтные работы, проводимые на поверхности, включают в себя предотвращение и ликвидацию утечек рабочих растворов, обслуживание оборудования технологических узлов растворов, т. е. не требующие значительных материальных затрат и применения специального оборудования. В ходе эксплуатации, в подавляющем большинстве случаев наблюдается снижение дебита или приёмистости скважин, что обусловлено отложением на фильтре и в прифильтровой зоне коьматирующих образований химического происхождения глинистых частиц, оставшихся в результате некачественного удаления бурового раствора при освоении скважины, образованием песчаных пробок в фильтре вследствие суффозии песка из продуктивного пласта, механической коьматации закачных скважин, в результате наличия в выщелачивающих растворах механических взвесей.

В связи с этим, возникает необходимость в проведении различных мероприятий по восстановлению дебита - удаление песчаных пробок, а также коьматирующих образований с поверхности фильтра и прифильтровой зоны.

При проведении ремонтно-восстановительных работ на руднике "Восточный Мынкудук" собственными силами бригадой РВР участка ГТП применяются следующие методы:

✓ Прокачка скважин компрессорами XRVS.

✓ Восстановление дебита технологических скважин с применением буровой установки.

✓ Реагентная обработка скважин;

Для проведения ремонтно-восстановительных работ на технологических скважинах месторождения Мынкудук (участок «Восточный») используется оборудование, приведенное в таблице 5.1.

Таблица 8.1 Оборудование для проведения ремонтно-восстановительных работ

Вид РВР	Оборудование	Количество	Вспомогательное оборудование	Техника для перевозки

Эрлифтная прокачка	Компрессорная установка марки XRVS 336	3 шт.	Градирка	Трактор МТЗ
Промывка	Буровая установка УРБ- 2А-2	1 шт.	Прицеп со снарядам	На базе шасси автомобиля УРБ 2А-2 «Урал».
Реагентная обработка	Ёмкость для химической обработки скважин объёмом 4 м ³	2 шт.	Передвижная емкость объемом 4 м ³	Трактор МТЗ

Процесс проведения ремонтно-восстановительных работ технологических скважин описан в технологическом регламенте «Работы по восстановлению производительности технологических скважин» Р СТРУ 703-15-19.

При проведении ремонтно-восстановительных работ участок РВР рудника руководствуется следующими Инструкциями:

- Инструкция «Эксплуатация передвижных компрессорных станций на участке ГТП» И ВР СТРУ 302-15-12-19 от 30.12.2019 г.

В вышеперечисленных инструкциях изложен порядок проведения ремонтно-восстановительных работ по восстановлению технологических скважин, порядок организации труда, технические характеристики и инструктаж по эксплуатации используемых технических оборудования, правила обращения с используемыми химическими реагентами.

Для обеспечения безопасности жизни и здоровья работников, защите их от воздействия вредных и опасных производственных факторов при проведении ремонтно-восстановительных работ скважин бригадой РВР участка ГТП месторождения Мынкудук (участок «Восточный») руководствуется следующими Инструкциями по ТБ и ОТ:

- Инструкция по ТБ и ОТ для операторов по подземному ремонту скважин (ПРС) 302-15-2-19 от 30.12.2019г.

- Инструкция по ТБ и ОТ для операторов по ремонту и бурения скважин

установками УРБ-3А-3 и УРБ-2А-2; СТРУ 302-15-3-19 от 30.12.2019г.

8.1. Ремонтно-восстановительные работы в скважинах действующих блоков.

Поскольку на действующих эксплуатационных блоках месторождения Восточный Мынкудук влияние химической кальматации на работу скважин сказывается незначительно, РВР на месторождении проводится при помощи эрлифтной прокачки скважин, промывки, химической обработки.

В зависимости от причин снижения производительности скважин, будут проводиться путем прокачки, гидропневмоимпульсной обработки, промывки,

Для проведения РВР будут использованы компрессора XRVS-336 cd, буровая установка УРБ-2А-2.

Плановые объемы выполнения РВР по руднику «Мынкудук» на 2025-2027г.г. год приводятся ниже в таблице 8.2.

Таблица 8.2 Плановые объемы выполнения РВР по руднику «Мынкудук» на 2025-2027г.г.

год	Прокачка (кол-во обработок)		Промывка (кол-во обработок)		Кислотное обработка с применением серной кислоты (кол-во обработок)		Гидропневмо-импульсная обработка		Общее	
	1		2		3		4		5	
	отк. скв	зак.скв	отк. скв	зак.скв	отк. скв	зак.скв	отк. скв	зак.скв	отк. скв	зак. .скв
2025	134	482	11	36	76	642	0	40	221	1200
2026	80	289	7	21	45	385	0	24	133	720
2027	30	108	4	12	20	185	0	12	79	432

РВР на технологических скважинах проводятся для повышения приемистости закачных скважин и дебита откачных скважин.

В РВР включаются скважины:

- откачные – при снижении дебита до 6,5 и ниже м³/ч;
- закачные – при снижении приемистости до 1.5 и ниже м³/ч.

После РВР на скважинах ожидается получение следующих результатов (средние величины):

- на откачных – 14.0 м³/ч;
- на закачных – 7.5 м³/ч.

9 РЕЖИМНО-БАЛАНСОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ И ОПРОБОВАНИЕ

9.1 Режимно-балансовые наблюдения

Режимно-балансовые наблюдения и опробование находящихся в работе технологических скважин проводятся с целью контроля содержания урана в растворах, наблюдения за ходом ПСВ и за химизмом выщелачивания урана.

На первом этапе в период подготовки запасов опробованию подлежат вновь сооружаемые скважины:

- твёрдые взвеси;
- рН;
- содержание урана и сокращённый хим. анализ;
- замер статического уровня.

На втором этапе в процессе эксплуатации опробование скважин выполняется в целях:

- осуществления контроля за интенсивностью и условиями протекания процесса выщелачивания в недрах;
- учёта добычи урана, качества откачиваемых и закачиваемых технологических растворов;
- учёта затрат выщелачивающего реагента – серной кислоты;
- количественного определения мех. взвесей в продуктивных растворах;
- наблюдения за растеканием технологических растворов за контуры эксплуатационного блока.

В зависимости от стадии отработки опробование имеет различную периодичность:

На стадии закисления, когда целью опробования является определение степени проработки продуктивного горизонта выщелачивающими растворами и наблюдение за изменениями содержания в них урана и общего химизма, опробование наиболее частое.

На стадии активной отработки контролируется интенсивность и ход процесса ПСВ, перетекание промышленных растворов в смежные горизонты и за контуры обрабатываемого блока, периодичность более редкая.

На стадии довыщелачивания или отмывки пласта наблюдается процесс снижения содержания урана в растворах и раскисления остаточных растворов, соответственно опробование самое редкое.

По результатам наблюдений за объёмами технологических растворов и их опробованию осуществляется поблочный и поучастковый учёт добычи урана и затрат выщелачивающего реагента (серной кислоты), а также оперативный контроль баланса между объёмами откачных и закачных растворов по блокам и участкам, являющийся обязательным условием нормального ведения процесса ПСВ и охраны окружающей среды.

В процессе эксплуатации в технологических скважинах (кроме геофизических исследований) предусматривается проведение комплекса гидрогеологических исследований и наблюдений, которые включают:

- наблюдение за работой технологических скважин;
- замеры динамических уровней растворов по скважинам;
- замеры дебитов технологических скважин;
- замеры расходов закачных и откачных растворов по скважинам и блокам.

На последнем этапе, после завершения процесса ПСВ, выполняется опробование скважин контрольного бурения с целью определения полноты извлечения урана.

Также режимно-балансовые наблюдения проводятся после ликвидации технологических блоков, а именно в период мониторинга за процессом восстановления подземных вод после проведенного ПСВ. Периодичность отбора проб из наблюдательных скважин на сокращенный химический анализ – 1 раз в квартал, на полный химический анализ – 1 раз в год.

9.2 Аналитическое сопровождение наблюдений и опробования

Виды химических анализов определяются в соответствии с требованиями «Инструкции (Методическим рекомендациям) по подземному скважинному выщелачиванию урана», утверждённой 01.08.2006 г. Президентом АО «НАК «Казатомпром»:

- содержание в растворах основного полезного компонента–урана;
- по содержанию элементов, характеризующих состояние окислительно-восстановительных процессов при ПСВ – 2-х и 3х-валентного железа – определяются параметры процессов закисления и выщелачивания;
- по кислотности закисляющих и выщелачивающих растворов ведётся учёт расхода серной кислоты;
- контролируется pH растворов и окислительно-восстановительный потенциал продуктивных и непродуктивных растворов;
- для комплексного наблюдения за процессами закисления, выщелачивания и растеканием растворов проводится сокращённый химический анализ на содержание в растворах кальция, магния, алюминия, нитрат-сульфат- ионов, определение сухого остатка;
- отслеживаются при необходимости процессы выщелачивания сопутствующих полезных компонентов–скандия, рения, суммы редкоземельных элементов;
- анализируется содержание депрессирующих примесей–двуокиси кремния и хлор-иона;
- определяется содержание механических взвесей, отрицательно влияющих на работу закачных скважин.

Карта периодичности режимных геотехнологических наблюдений, опробования растворов и наблюдений за техническим состоянием скважин приведена в Таблице 9.1.

Таблица 9.1 Карта периодичности режимных геотехнологических наблюдений, опробования растворов и наблюдений за техническим состоянием скважин

Место опробования	Гидрогеологические наблюдения				Гидрогеохимическое опробование									Контроль технического состояния скважин			
	Время работы	Дебит (приемистость)	Глубина уровня		Закисление			Активное выщелачивание			Довыщелачивание			Геофизический		Содержание мехвзвесей	Глубина скважины до песка
			динамического	статического	U pH	Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , NO ₃ , SO ⁴ ₂ , Eh, H ₂ SO ₄ .	сокращенный хим. анализ	U pH	Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , NO ₃ , SO ⁴ ₂ , Eh, H ₂ SO ₄ .	сокращенный хим. анализ	U pH	Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , NO ₃ , SO ⁴ ₂ , Eh, H ₂ SO ₄ .	сокращенный хим. анализ	целостность обсадных колонн (ТК и ИК)	работа фильтра	в скважинах, оборудованных насосами	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ii	12	13	14	15	16	17	18
Откачные скважины	ежесменно	ежедневно	по мере необходимости	до запуска в работу	1р/5-7 дн.	1р/5-7 дн.		3-4р/мес	3-4р/мес		1-2р/мес	1-2р/мес.		ТК после РВР,ИК по мере необходимости	по мере необходимости	по мере необходимости	посл РВР
Техн.блоки (ПР)		ежедневно	-	-	1р/2дн.	1р/5-7дн.	1р/мес	1р/2дн.	3-4р/мес	1р/мес.	1р/2дн	1-2р/мес	1р/мес		-	1 р/мес	-
Закачные скважины	ежесменно	ежедневно	по мере необходим ости	до запуска в работу	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ТК после РВР,ИК по мере необходимости	по мер необхо димости		после РВР
Техн.блоки (ВР)		ежедневно	-	-		1р/2 дн. на кислотность	1р/мес		1р/2 дн. на кислотность	1р/мес.		1р/2 дн. на кислотность	1р/мес.	-	-	1 р/мес	-

Наблюдательные скважины	внутриконтурные		по мере необходи мости	до запуска в работу	1р/5- 7дн	1р/5-7дн	1р/мес	1р/мес	1р/мес	1р/кв			1 р/кв	по мере необходимо сти	-	-	после РВР
	законтурные	-	по мере необходим ости	1р/кв	-	-	1р/кв	-	-	1р/кв	-	-	1 р/кв	по мере необходим ости	-	-	по мере необходим ости после РВР

10 ЛИКВИДАЦИЯ ПОЛИГОНОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН

Процесс ПСВ (подземное скважинное выщелачивание) предусматривает регулярный вывод из работы (технологии) скважин различного назначения (откачных, закачных, наблюдательных, баражных) для проведения исследовательских, профилактических, ремонтно-восстановительных, режимных, наблюдательных и ликвидационных работ на эксплуатируемых полигонах. При достижении проектных параметров отработки технологических блоков (объем добытого металла с учетом утвержденных коэффициентов потерь в недрах) и снижения содержания выщелачиваемого металла в откачиваемых растворах ниже минимального промышленного, технологические блоки и рабочие (технологические) скважины (за исключением наблюдательных «мониторинговых»), а также вышедшие из строя (аварийные, без нарушения целостности обсадной колонны, но с нарушением фильтровой колонны или пескоотстойника), подлежат выводу из эксплуатации (временной консервации) и сохраняются до периода ликвидационных работ последствий добычи урана. Составляется и утверждается акт вывода технологического блока из эксплуатации (согласно ВНД).

Все технологические скважины, выводимые из эксплуатации, подлежат геофизическому изучению в плане определения технического состояния обсадных колонн.

В случае невозможности дальнейшего использования скважины по ее технологическому состоянию (наличие дефектов обсадной колонны с возможным взаимным перетоком растворов ствола скважины и окружающих горизонтов) скважина подлежит ликвидации.

Если техническое состояние обсадной колонны не нарушено (подтверждена целостность колонны), скважина выводится из эксплуатации и сохраняется до производства ликвидационных работ последствий добычи урана.

Технологические скважины подлежат ликвидации с целью исключения смещения подземных (артезианских и напорных) и грунтовых вод за счет перетекания из скважин с выявленными нарушениями обсадных колонн, исключения попадания техногенного загрязненных вод продуктивного горизонта в другие гидрогеологические структуры, очистки поверхности добычных участков для выполнения рекультивационных работ и возврата земель в Земельный фонд.

Все технологические скважины (в период ликвидационных работ на месторождении) подлежат ликвидации, за исключением наблюдательных «мониторинговых», входящих в режимную сеть многолетних наблюдений за процессом восстановления пластовых вод, в условиях естественной деминерализации.

Целостность обсадной колонны гарантирует невозможность

взаимосвязи разно-этажных гидрогеологических горизонтов. Учитывая это, вывод скважины из эксплуатации проводится после удаления из ствола скважины вспомогательного оборудования и механизмов, закрытием устья скважины металлической заглушкой с ее механической фиксацией на обсадной колонне, исключающей попадание инородных предметов в ствол скважины и самопроизвольное открывание. На устье (оголовке) скважины, выводимой из эксплуатации, крепится табличка с указанием номера скважины (или номер скважины наносится на наружную стенку оголовка скважины несмываемой краской).

На устье (оголовке) наблюдательной «мониторинговой» скважины крепится табличка с указанием номера скважины, дата контрольной проверки, фамилия исполнителя.

При необходимости возможно проведение демонтажных работ наземного оборудования и сетей коммуникаций на выведенных из эксплуатации площадях для повторного использования на полигонах ПВ.

Порядок производства ликвидационных работ

✓ Работы по ликвидации технологических скважин выполняются специализированными буровым участком (отрядом) или бригадой по подземному ремонту и ликвидации скважин.

✓ Контроль за выполнением и результатами ликвидационных работ осуществляется горнорудной службой предприятия.

✓ Перед ликвидацией скважины должно быть оценено ее техническое состояние (герметичность обсадной колонны, открытость фильтра, надежность затрубной изоляции).

✓ Обсадные трубы и внутреннее оборудование скважин могут быть изъяты полностью или до глубины, не препятствующей дальнейшему предполагаемому использованию территории, но не менее 1 м от поверхности. Скважины должны быть затампонированы с восстановлением изоляции водоносных горизонтов друг от друга.

При ликвидации скважин производится их тампонирование глинисто-цементным раствором с целью исключения перетоков подземных вод из одного водоносного горизонта в другой (таким образом, сохраняется естественное движение подземных вод).

Ликвидационный тампонаж проводится в следующей последовательности:

- ствол скважины в пределах отрабатываемого продуктивного водоносного горизонта засыпается гравийно-песчаной смесью;

- вышележащая часть ствола скважины заливается глинисто-цементным раствором, плотностью не менее 1,78 г/см³;

- на глубину 1,5 м от уровня среза оголовка в скважине устанавливается деревянная пробка длиной 1,0 м;

- откапывание обсадной колонны скважины на глубины 1,0 м;

- обсадная колонна каждой скважины срезается на уровне 1,0 м от уровня рельефа местности;
- засыпка потенциально-плодородным грунтом и планирование поверхности.

✓ Все эксплуатационно-разведочные и контрольные скважины ликвидируются заливкой глинисто-цементным раствором полностью не ниже 1,28 г/см³ сразу же после завершения комплекса геолого-геофизических и гидрогеологических исследований.

10.1 Ликвидация (консервация) последствий деятельности по добыче и переработке урана на месторождении Мынкудук (участок «Восточный»)

Недропользователь обязан ликвидировать последствия операций по недропользованию на предоставленном ему участке недр в соответствии с требованиями Контракта на недропользование и положений действующего Законодательства Республики Казахстан.

Ликвидацией последствий недропользования является комплекс мероприятий, проводимых с целью приведения производственных объектов и земельных участков в состояние, обеспечивающее безопасность жизни и здоровья населения, охраны окружающей среды в порядке, предусмотренном законодательством Республики Казахстан. (Статья 54 Главы 8 Кодекса РК «О недрах и недропользовании»).

В соответствии с пунктом 2 статьи 177 Кодекса ликвидация при добыче урана производится:

1) на участке недр, право недропользования по которому прекращено, за исключением случаев, когда Компетентный орган уведомляет Недропользователя о принятом решении произвести консервацию участка недр, либо передать участок недр в доверительное управление национальной компании в области урана;

2) на участке недр (его части), который (которую) недропользователь намеревается вернуть государству.

В соответствии с подпунктом 1) и 2) пункта 3 статьи 177 Кодекса, в течение двух месяцев со дня прекращения права недропользования, Недропользователь обязан утвердить и представить для прохождения предусмотренных настоящим Кодексом экспертиз проект ликвидации последствий недропользования по урану, а также завершить ликвидацию последствий добычи на участке недр в сроки, установленные в проекте ликвидации последствий добычи урана.

Эксплуатационные блоки участка ПСВ после окончания отработки и погашения их запасов подлежат ликвидации (консервации) в строгом соответствии с «Правилами консервации и ликвидации при проведении разведки и добычи углеводородов и добычи урана», утвержденными Приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 22 мая 2018 года № 200 (далее – Правила ликвидации).

Ликвидация последствий добычи урана проводится в соответствии с проектом ликвидации последствий добычи, утвержденным недропользователем и получившим положительные заключения экспертиз, предусмотренных Правилами ликвидации.

Приемка завершенной работы по консервации и (или) ликвидации осуществляется комиссией, создаваемой компетентным органом из:

- недропользователя;
- представителя компетентного органа;
- представителей уполномоченных органов в области охраны окружающей среды, сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения, местных исполнительных органов области, города республиканского значения, столицы;
- собственника земельного участка или землепользователя в случае проведения ликвидации на земельном участке, находящемся в частной собственности или долгосрочном землепользовании.

Состав комиссии утверждается компетентным органом по каждому отдельному случаю в течение тридцати календарных дней со дня получения извещения отнедропользователя, направленного в соответствии с Правилами ликвидации.

Комиссией решение о приемке завершенной работы по консервации принимается после осмотра участка недр и оценки полноты и качества выполненных работ, предусмотренных проектом консервации участка недр, которое оформляется в виде акта консервации участка недр по установленной Правилами форме и подписывается членами Комиссии в течение десяти рабочих дней с даты окончания осмотра.

Комиссией решение о приемке завершенной работы по ликвидации принимается после осмотра участка недр и оценки полноты и качества выполненных работ, предусмотренных проектом ликвидации последствий недропользования, которое оформляется в виде акта ликвидации последствий недропользования по установленной Правилами форме и подписывается членами Комиссии в течение десяти рабочих дней с даты окончания осмотра.

К акту консервации (ликвидации) прилагаются:

- 1) планы размещения участка недр, а также консервированных (ликвидированных) производственных объектов, включая технологические объекты;
- 2) перечень и объем фактически выполненных работ, предусмотренных проектом консервации участка недр (ликвидации последствий недропользования);
- 3) справка о фактически произведенных затратах на консервацию (ликвидацию).

После получения экземпляра подписанного акта консервации (ликвидации) геологическая, маркшейдерская и иная документация пополняется недропользователями на момент завершения, и в срок не более

тридцати календарных дней с даты подписания акта консервации (ликвидации), представляется в уполномоченный орган по изучению недр для хранения.

Программа ликвидации. Стоимость и сроки проведения работ по ликвидации (рекультивации).

Для полного финансового обеспечения выполнения всех работ по ликвидации, Недропользователь создает ликвидационный фонд. Согласно условиям Контракта, отчисления в ликвидационный фонд составляют – не менее 1,27 % от производственной себестоимости добычи.

На начало проектирования, накопленная сумма ликвидационного фонда в долларовых вкладах составила 3 655 968,39 \$ США, в тенговых вкладах составила 50 000,30 тенге. Таким образом, общая накопленная сумма в долларовых и в тенговых вкладах составляет 1 519 104 866,34 тенге.

Для более ясного понимания суммы, необходимой для ликвидации всех последствий деятельности по добыче и переработке урана на месторождении Мынкудук (участок «Восточный»), ТОО «Казатомпром-SaUran» периодически (один раз в три года), на основе договора с подрядной организацией, заказывает разработку Программы ликвидации со сметным расчетом. Программа ликвидации включает в себя:

- ликвидационные работы на объектах рудника месторождения Мынкудук (участок «Восточный»);
- рекультивационные работы на земельных площадях, использованных в процессе хозяйственной деятельности;
- мониторинг окружающей среды во время проведения рекультивационных работ;
- пострекультивационный контроль и другие природоохранные мероприятия с целью определения объема работ и размеров отчислений в ликвидационный фонд ТОО «Казатомпром-SaUran».

Перечень объектов, подлежащих ликвидации на месторождении Мынкудук (участок «Восточный»), следующий:

1. Земли геотехнологического полигона
2. Трубопроводы ВР, ПР и кислотные
3. Участковые пескоотстойники
4. Внутриблочные трубопроводы
5. Автодороги с гравийным покрытием
6. Скважины откачные, закачные и наблюдательные
7. Шламоотстойник для приема буровых шламов.
8. Зданий и сооружения перерабатывающего комплекса

Общая площадь ликвидируемого участка территории геологического участка территории составляет 13,08 кв.км.

Подробный список объектов, подлежащих ликвидации, содержится в утвержденном ТОО «Казатомпром-SaUran» Проекте ликвидации (разработчик: ТОО «Институт Высоких Технологий», 2021 г).

Сметная часть программы ликвидации состоит из следующих расчетов:

- Закупка специальной техники (возвратные средства), необходимой для проведения работ по ликвидации и рекультивации;
- Проект ликвидации промплощадки, прилегающих зданий и сооружений;
- Ликвидация зданий и сооружений;
- Ликвидация скважин;
- Ликвидация ГТП;
- Разработка проекта рекультивации;
- Рекультивация земель, нарушенных и загрязненных в результате хозяйственной деятельности;
- Пострекультивационный контроль и мониторинг.

Расчетные части Программы ликвидации были выполнены на основе площадных данных по месторождению Мынкудук (участок «Восточный»), объемам грунта под рекультивацию, площадных данных по руднику, а также, исходя из уже имеющихся практических расчетов по подобным объектам.

Согласно выполненному сметному расчету, по Программе ликвидации итоговая сумма, необходимая для ликвидации и рекультивации последствий деятельности по добыче и переработке урана на месторождении Мынкудук (участок «Восточный») составила – 3 427 820 067 тенге.

Сроки проведения работ по ликвидации, согласно Программе ликвидации – 2027-2029 гг.

Сметная часть выполнена в укрупненном варианте, и рассчитана на работу каждой единицы техники и персонала в непрерывном режиме.

Важно отметить, что программа ликвидации отражает только предварительные оценочные данные по объёму и стоимости ликвидационных работ и работ по рекультивации загрязненных земель.

Окончательные объёмы и стоимости работ по ликвидации и рекультивации будут уточняться в Проекте ликвидации, в конце Контрактной деятельности предприятия, т.е ориентировочно в 2027 г. в соответствии с требованиями статьи 177 Кодекса и утвержденными Правилами ликвидации.

11 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кодекс РК от 27.12.2017 г. № 125-VI «О недрах и недропользовании» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 2025г.).
2. Единые правила по рациональному и комплексному использованию недр. Утверждены приказом МЭ РК от 15.06.2018 г. № 239.
3. Проект «разработки месторождения урана Мынкудук (участок «Восточный»)), ТОО «Полиграм», Атырау, 2021г.
4. Инструкция по применению Классификации запасов к гидрогенным месторождениям урана (дополнение к Инструкции по применению классификации запасов к месторождениям радиоактивных руд) (утверждена приказом Министерства энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан от 26 декабря 2008 года № 319)
5. Геотехнология урана на месторождениях Казахстана. В.Г. Язиков, В.Л. Забазнов, Н.Н.Петров, Е.И. Рогов, А.Е. Рогов, Алматы, 2001
6. Геотехнология металлов. Под ред. д.т.н. Язикова В.Г., Алматы, 2005 г.
7. «Инструкции (Методические рекомендации) по подземному скважинному выщелачиванию урана», Алматы, 2006 г.
8. Регламент сооружения откачной, закачной технологической скважины на месторождении «Восточный Мынкудук», 2019 г.
9. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям радиоактивных руд, М. 1986 г., с дополнением 2008 г.
10. Инструкцией МВИ (Методика выполнения измерений) по гамма-каротажу на месторождениях урана пластово-инфильтрационного типа «Регламентом по использованию наблюдательных мониторинговых скважин на месторождениях филиала «Степное-РУ» от 28.11.2019 г.