

**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 «Канжуган»**

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.

Проектная документация разработана в соответствии с действующими нормами, правилами, стандартами Республики Казахстан и заданием на проектирование.

Главный инженер проекта  Слепов А.С.

Список исполнителей

Ведущий геолог		А. Слепов
Ведущий геофизик		П. Слепцов
Эколог 1-ой категории		А. Косаева
Ведущий специалист 1-ой категории		С. Тулеева
Ведущий экономист		Л. Гареева
Инженер-конструктор 1-ой категории		Р. Болатов

Состав проекта

Наименование	Книга	Примечания
Добычной комплекс ПСВ.	1	Пояснительная записка
Наземный комплекс ПСВ	2	Пояснительная записка
Условия и охрана труда, санитарно-эпидемиологические мероприятия, мероприятия по гражданской обороне и предупреждения чрезвычайных ситуаций.	3	Пояснительная записка
Отчет о возможных воздействиях	4	Пояснительная записка
Технико-экономическое обоснование добычи с описанием отдельного учета при операциях добычи и переработки.	5	Пояснительная записка с приложениями
Папка 1		Графические приложения

Оглавление

Список таблиц.....	7
Список рисунков.....	7
СПИСОК ГРАФИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ.....	8
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ.....	9
ВВЕДЕНИЕ.....	10
1. Характеристика района работ.....	11
1.1. Физико-географический очерк.....	11
2. Геолого-гидрогеологическая характеристика месторождения Канжуган.....	14
2.1. Обнаружение и разведка.....	14
2.2 Стратиграфия района работ.....	15
2.3. Тектонические особенности района работ.....	20
2.4 Гидрогеологические особенности месторождения.....	21
2.5. Морфология рудных залежей.....	27
2.6. Урановая минерализация, вещественный состав руд и.....	30
2.7. О нецелесообразности извлечения попутных полезных компонентов из урановых руд месторождения Канжуган.....	32
3. Запасы урана месторождения Канжуган.....	34
4. Стратегия отработки.....	34
5. Проектируемые работы.....	36
5.1. Прогноз основных технологических параметров.....	37
5.2. Обоснование схемы вскрытия технологических блоков.....	38
5.3. Вскрытие и подготовка технологических блоков.....	38
5.4. Горно-подготовительные работы.....	43
5.5. Бурение и сооружение скважин.....	63
5.6. Геофизические исследования в скважинах.....	77
6. Добычные работы.....	82
6.1. Режим отработки участков (блоков).....	82
6.2. Контроль производства и управление технологическим процессом.....	85
6.3. Режимно-балансовые наблюдения и опробование.....	87
6.4. Опробование ПР и ВР.....	87
6.5. Опробование наблюдательных скважин.....	88
6.6. Ремонтно-восстановительные работы (РВР).....	90
6.7. Ликвидация полигонов технологических скважин.....	92
6.8. Добыча урана.....	92
6.9. Потребность в серной кислоте.....	94
6.10. Потребность в электроэнергии.....	97
6.11. Обоснование потерь урана при добыче.....	98
6.12. Прирост и движение запасов.....	100
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	102

Список таблиц

№ табл.	Наименование	стр.
1	2	3
2.1	Минеральный состав рудных песков.	31
3.1	Балансовые запасы урана на месторождении Канжуган по состоянию на 01.07.2007 г.	34
3.2	Запасы по состоянию на 01.01.2026 г.	34
4.1	Производственная программа ТОО "ДП "Орталык" по месторождению Жалпак на 2024-2042 г.г.	35
5.1	Проектные технологические параметры.	37
5.2	Распределение запасов урана в проектируемых технологических блоках и их геотехнологические показатели.	40
5.3	Проектный график проведения горно-подготовительных работ на 2026-2044 г.г.	44
5.4	Проектный график бурения скважин.	64
5.5	Регламент сооружения и освоения откачной, закачной (наблюдательной) скважин.	69
5.6	Виды и объёмы ГИС при проведении горно-подготовительных работ в 2026-2047 г.г.	79
5.7	Виды и объёмы работ ГИС при эксплуатации скважин в 2026-2047 гг.	80
6.1	Контроль производства и управление технологическим процессом.	85
6.2	Карта периодичности режимных геотехнологических наблюдений, опробования растворов на уран, сопутствующие ППК и наблюдений за техническим состоянием скважин на полигонах ПСВ месторождения Жалпак.	87
6.3	Таблица опробования откачных и закачных скважин.	88
6.4	Периодичность опробования мониторинговых наблюдательных скважин и скважин стационарного наблюдения за растеканием растворов из пескоотстойника, склада реагентов.	89
6.5	Планируемый график проведения РВР в 2026-2046 гг.	91
6.6	Программа добычи урана на 2026-2047 гг.	93
6.7	Потребность в серной кислоте на закисление.	95
6.8	Потребность в серной кислоте на выщелачивание.	96
6.9	Удельные нормы расходов энергоресурсов на 1 м3 ПР и потребность в электроэнергии.	97

1	2	3
6.10	Расчет ожидаемых потерь урана в период 2026-2047 г.г.	99
6.11	Прирост и движение вскрытых, подготовленных и готовых к добыче запасов.	101

Список рисунков

№№ рисунков	Наименование	Стр.
1.	Обзорная административная карта района	13
2.	Стратиграфическая колонка мезозойско-кайнозойских отложений Чу-Сарысуйской депрессии.	19
3.	Конструкции откачной и закачной (наблюдательной) скважин	68

СПИСОК ГРАФИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

№	Наименование	№ приложения	Масштаб	Листов
1	Геологическая карта юго-западной части Шу-Сарысуйской депрессии.	1	1:200000	1
2	Ситуационный план месторождения Канжуган	2	1:20000	1
3	План разработки месторождения по годам вскрытия	3	1:10000	4
4	Геотехнологический разрез по профилю 576. Залежь 9у.	4	гор. 1:1000 верт. 1:200	1
5	Геотехнологический разрез по профилю 556. Залежь 9у.	5	гор. 1:1000 верт. 1:200	1
6	Геотехнологический разрез по профилю 544. Залежь 7у.	6	гор. 1:1000 верт. 1:200	1
7	Геотехнологический разрез по профилю 528. Залежь 7у.	7	гор. 1:1000 верт. 1:200	1
8	Геотехнологический разрез по профилю 42. Залежь 24к.	8	гор. 1:1000 верт. 1:200	1
9	Геотехнологический разрез по профилю 32. Залежь 24к.	9	гор. 1:1000 верт. 1:200	1
10	Условные обозначения к разрезам	10	-	1

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ

ГРМ	- горнорудная масса;
ГИС	- геофизические исследования скважин;
ГК	- гамма-каротаж;
ЗПО	- зона пластового окисления;
ИН	- инклинометрия;
КВ	- кавернометрия;
КНД-м	- каротаж методом мгновенных нейтронов деления;
КС	- электрокаротаж методом кажущегося сопротивления;
ИК	- индукционный каротаж;
ТМ	- термометрия;
РХ	- расходомерия;
М, m	- мощность рудных интервалов, рудных тел;
ООС	- охрана окружающей среды;
ОПВ	- опытное подземное выщелачивание;
ПВ	- подземное выщелачивание;
ПС	- электрокаротаж методом естественной поляризации скважин;
С	- содержание элемента;
ТМ	- термометрия;
ШСД	- Шу-Сарысуйская депрессия.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий проект «Изменения и дополнения в проект разработки месторождения урана «Канжуган» разработан ТОО "Два Кей" в 2025 году в соответствии с технической спецификацией к Договору №1041169/2024/1 от 09.12.2024 года и является корректировкой «Проекта разработки месторождения урана Канжуган», разработанного ТОО «ИВТ» в 2021 году.

Необходимость корректировки «Проекта разработки месторождения урана «Канжуган»» (2021 г.) обусловлена следующей причиной:

1. Заключение Центральной комиссии по разработке месторождений урана (Протокол ЦКР № ПР-156 от 10.10.2022 г.) о согласовании «Проекта разработки месторождения урана «Канжуган»» с 15 ноября 2022 года до 31 декабря 2025 года.

Настоящий проект разработки, в соответствии с главой 23 п. 480 Единых правил по рациональному и комплексному использованию недр включает: календарный график горных и добычных работ, технические решения, обеспечивающие заданную производительность, меры, обеспечивающие соблюдение требований по рациональному и комплексному использованию недр, по безопасности работы персонала, по охране окружающей среды; меры по рекультивации нарушаемых земель, а также технико-экономическое обоснование.

Данный проект разработки, согласно главе 26, ст. 182 п. 3 Кодекса о недрах и недропользовании подготовлен для рассмотрения Центральной комиссией по разработке месторождений урана Республики Казахстан с привлечением независимых экспертов.

Строительные работы капитальных объектов и объектов 1 класса опасности, связанные с добычей урана на месторождении Канжуган по Контракту № 75 от 27 ноября 1996 года будут выполняться по отдельным Рабочим проектам на строительство.

Проект разработан проектной организацией ТОО «Два Кей», имеющей Государственные лицензии:

1. Лицензия №12014775 от 30 октября 2012 года. МИНТ РК. Комитет промышленности. Проектирование (технологическое) и (или) эксплуатация горных (разведка, добыча полезных ископаемых), нефтехимических, химических производств, проектирование (технологическое) нефтегазоперерабатывающих производств, эксплуатация магистральных газопроводов, нефтепроводов, нефтепродуктопроводов.

2. Лицензия №019019Р МООС РК от 27 ноября 2007 года. Комитет экологического регулирования и контроля. На выполнение работ и оказание услуг в области охраны окружающей среды. Природоохранное проектирование, нормирование для 1 категории хозяйственной и иной деятельности.

1. Характеристика района работ

1.1. Физико-географический очерк

Месторождение Канжуган расположено в юго-западной части Шу-Сарысуйской урановорудной провинции, на территории Созакского района Туркестанской области. Географические координаты: 43055'-44010'с.ш., 68030'-69000'в.д. Месторождение занимает площадь топографических листов L-42-138-В, Г и северную половину листов К-42-6-А, Б (Рис. 1).

Район месторождения представляет собой пологонаклонную слаборасчлененную предгорную равнину, которая сменяется на юге, ближе к горам Каратау, среднерасчлененной предгорной равниной. На слаборасчлененной равнине широко распространены плоскодонные впадины с днищами, занятыми такыровидными поверхностями и солончаками, а по их периферии - мелкобугристыми и кучевыми песками. Поверхность среднерасчлененной равнины усложнена многочисленными эрозионными врезами, которые придают ей холмисто-увалистый облик. Относительные превышения холмов и увалов составляют 3-10 м, глубина врезов от 5-7 до 15-30 м. Абсолютные отметки в предгорьях хр. Б. Каратау находятся в пределах 450-480 м.

На юге среднерасчлененная равнина сменяется холмисто-денудационным рельефом – склоновым мелкосопочником, где абсолютные отметки достигают 480-700 м с относительными превышениями до 30-50 м. Их ориентировка северо-восточная – вкрест простирания домезозойских структур. Граница разных типов рельефа имеет вид тектонических уступов с различной амплитудой.

Северо-восточную часть территории занимает эоловая равнина песков Моинкум, представленная бугристыми, бугристо-грядовыми и ячеисто-грядовыми песками. Гряды и ячеи вытянуты преимущественно в северо-западном направлении и вместе с буграми часто имеют асимметричное строение. Абсолютные отметки отдельных бугров достигают 240-330 м с относительными превышениями над плоскодонными и чашеобразными впадинами 5-20 м.

Гидрографическая сеть развита лишь в предгорной части описываемой территории. В наиболее значительных, но мелких речках, стекающих с северо-восточного склона хр. Б. Каратау (Макдансай, Токтыбай, Итмурын, Алмалы), расход воды лишь в паводок достигает 25 дм³/с, в летнее время он снижается до 5-10 дм³/с. Выходя из предгорий хр. Б. Каратау, мелкие речки и ручьи быстро теряются в солончаках и соленых озерах предгорной равнины.

Климат района резко континентальный с большими годовыми и суточными колебаниями температур. Амплитуда годовых колебаний температуры достигает 70-85° с максимумом в июле (+40-46°С) и минимумом в январе (до -40°С). Годовое количество осадков крайне незначительное (от 150 мм на равнине до 250 мм в предгорной зоне), тогда как годовые испарения достигают 900-1 000 мм и более.

Для района характерны частые и сильные ветры и пыльные бури. Основное направление ветров юго-западное и северо-восточное. Средняя скорость – в пределах 3-5 м/с с порывами до 25-35 м/с.

Растительность скудная и представлена саксаулом, боялычом, солянками, полынью, реже ковылем.

Животный мир беден и представлен пустынно-полупустынными видами. Крупные млекопитающие – сайгаки, джейраны, кабаны, мелкие – грызуны: суслики, тушканчики, песчанки, земляные зайцы. Из хищников встречаются волк, лиса, корсак. Представители пернатого мира особенно разнообразны в период весенне-осенних перелетов. Из насекомых, представляющих повышенную опасность для человека, надо отметить скорпиона, фалангу, каракурта.

Экономическое освоение района началось на основе открытых крупных урановых месторождений (рис. 1).

Промышленная эксплуатация месторождений определяет и инфраструктуру для этой части района. С освоением месторождений Канжуган и Моинкум связано строительство поселка Таукент, железнодорожной ветки Жанатас – Созак и материально-технической базы на территории ж.д. ст. Созак.

Месторождение Канжуган и п. Таукент связаны автомобильными асфальтированными дорогами с городами: Шымкент- 230 км, Тараз – 260 км, Бишкек – 620 км, Алматы – 840 км. Основная база месторождения связана железной дорогой со ст. Жанатас-110 км.

На площади месторождения имеются грунтовые дороги, доступные для автотранспорта в сухое время года. Дороги легко грейдируются.

Водоснабжение осуществляется за счет подземных вод, накопительных плотин и родников. Техническое водоснабжение предприятия осуществляется с водозабора рудника «Канжуган», питьевое – от водозабора № 3 (на коммерческой основе). Энергоснабжение участка месторождения осуществляется от двухцепной линии 110 кВ от подстанции, расположенной в 35 км, в п. Шолаккорган, через головную подстанцию, расположенную в 11 км от добычного комплекса.

В районе месторождения имеются строительные материалы: песок, гравий и галечник, глина.

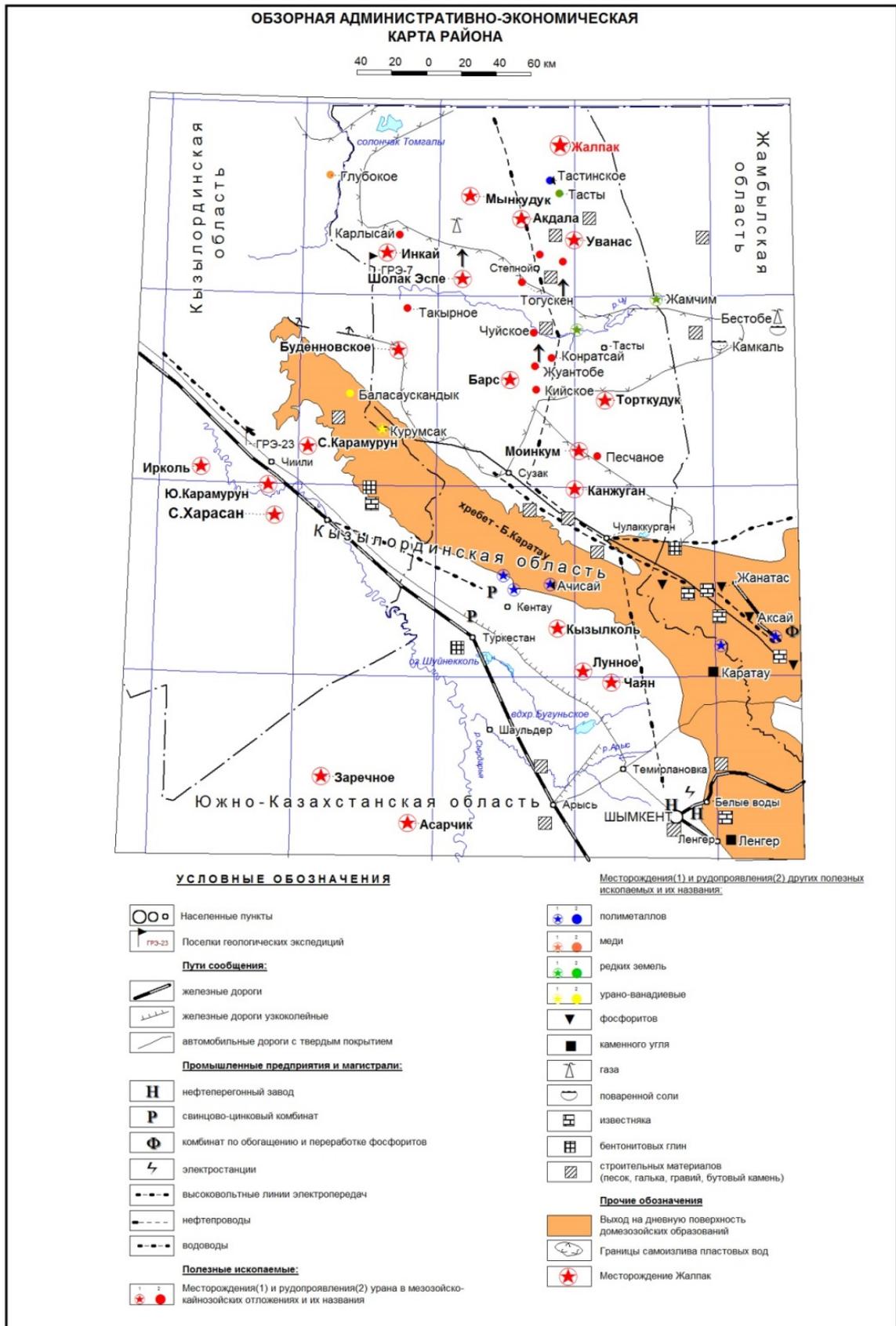


Рис. 1. Обзорная административная карта района

2. Геолого-гидрогеологическая характеристика месторождения Канжуган

2.1. Обнаружение и разведка

Перспективность Шу-Сарысуйской депрессии на обнаружение пластово-инфильтрационных месторождений урана подтвердилась в 1961-1964 гг., когда ПГО «Волковгеология» начало проводить планомерные поисковые работы на уран с последующим открытием ряда крупных месторождений в Шу-Сарысуйской депрессии, после чего она окончательно оформилась как крупная урановорудная провинция. При анализе полученных материалов изучения Шу-Сарысуйской депрессии было установлено, что урановые месторождения приурочены к региональным рудоносным фронтам пластового окисления в проницаемых мел-палеогеновых отложениях с осаднением урана на геохимическом барьере. Поисковые работы основывались на результатах картирования региональных границ ЗПО, которым предшествовал выбор поисковых площадей и рациональная ориентировка профилей скважин.

Месторождение Канжуган с урановым оруденением в канжуганском и уюкском горизонтах палеогена было открыто в 1972 году в результате поискового бурения в масштабе 1:200 000, главным образом, субширотно ориентированными профилями скважин.

До июля 1974 года были завершены поисково-оценочные работы и предварительная разведка месторождения, охватившие главным образом близмеридиональную зону оруденения, расположенную вдоль регионального фронта ЗПО и его восточную ветвь в пределах которой располагаются рудные залежи в канжуганском (1к, 2к, 3к, 4к, 5к, 6к) и уюкском (1у, 2у, 3у, 4у, 5у, 6у, 8у) горизонтах.

Детальная разведка первого этапа была проведена в период 1975-1977 гг. (положительный ТЭД был получен в начале 1976 г.) и завершилась отчетом, куда вошли материалы с января 1973 года до июля 1977 г. За это время было разведано до категории С1 большинство перечисленных выше рудных залежей. В 1976 году был выполнен полевой опыт по подземному выщелачиванию урана, подтвердивший в целом хорошую извлекаемость металла из лабораторных технологических проб.

Предварительная разведка по сети 800x200-50 м в течение первого этапа проведена на 13 (из 14) рудных залежей месторождения Канжуган. Детальная разведка (200x50 м) выполнена на 8 рудных залежах. При этом доля запасов категорий С1 и С2 составила 61% в уюкском горизонте (соответственно 41 и 20%) и 39% в канжуганском горизонте (соответственно 5 и 34%). Всего: С1 – 46%, С2 – 54%, Р1 – 4%. Запасы были утверждены в ГКЗ СССР (протокол № 8028 от 22.02.78 г.).

В 1977-1982 гг. проводилась детальная разведка второго этапа, в результате которой детально, с выявлением запасов категории С1, были разбурены залежи 2у, 1к, 2к и 5к. После работ второго этапа (на 01.07.82 г.)

состояние разведанности месторождения Канжуган имело следующий вид: всего С1 и С2 в сумме – 87%, в т.ч. С1 – 72% и С2 – 15%, Р1 – 13%. Из них в уюкском горизонте: С1 – 49%, С2 – 11%, Р1 – 7%, в канжуганском: С1 – 23%, С2 – 4%, Р1 – 6%. Запасы, разведанные в ходе второго этапа разведки, были утверждены Межведомственной комиссией (протоколы от 24.01.83 г. и 02.02.83 г.).

Промышленное оруденение на месторождении Канжуган установлено в отложениях канжуганского и уюкского горизонтов.

Месторождение Канжуган с его дальними флангами располагается на площади порядка 2000 кв. км, а протяженность рудоконтролирующих линий выклинивания зон пластового окисления по каждому горизонту составляет 100-150 км. Месторождение, в целом, простирается с юга на север на 40-50 км, и расположено в пределах двух крупных тектонических блоков: Итмурунского выступа (поднятый блок) на юге и Созакской впадины (опущенный блок) – на севере.

2.2 Стратиграфия района работ

Нижний структурный этаж представлен интенсивно дислоцированными и метаморфизованными отложениями геологических формаций: сланцевой осадочно-вулканогенной (PR₁₋₂), терригенной флишевой (Є₁), карбонатной морской (Є₁-O₃).

Средний структурный этаж с резким несогласием перекрывает каледонское основание. В его составе участвуют формации: красноцветная терригенная (D₂₋₃), морская терригенно-карбонатная (С₁), красноцветная терригенная (С₂₋₃-Р).

В составе нижнего и среднего структурных этажей выделяются докембрийский, ранне и позднепалеозойский интрузивно-эффузивный комплексы.

Верхний (мезо-кайнозойский) структурный этаж представлен юрской, меловой, палеогеновой и неоген-четвертичной системами.

Юра (J).

Юрские отложения известны за пределами района месторождения, между хребтами Большого и Малого Каратау (Леонтьевский грабен). Выделяются ранний и средний отделы (J₁₋₂), соответствующие угленосной и конгломератовой толщам, мощностью до 630 и 450 м соответственно.

Мел (K).

Представлен позднемеловыми отложениями (K₂). С размывом перекрывают красноцветные отложения перми, среднепозднего карбона, нивелируя неровности палеозойского рельефа. Литологически представлены гравийно-галечными отложениями, разнозернистыми песками, которые кверху переходят в красноцветные карбонатные глины с прослоями известковистых песчаников и алевролитов. Мощность отложений достигает 75-90 м.

Палеоген (Р).

Отложения палеогена имеют широкое распространение и являются уранорудовмещающими. В их составе выделяются палеоценовый и эоценовый отделы, представленные пестрым горизонтом раннего палеоцена, канжуганским горизонтом позднего палеоцена, кызылчинским и уюкским горизонтами нижнего эоцена, иканским горизонтом среднего эоцена и морскими глинами верхнего эоцена.

Пестрый горизонт (P_1^1ps).

Отложения горизонта развиты почти повсеместно. Залегают с размывом на палеозойских образованиях (в поднятом блоке) и на отложениях позднего мела (в опущенном блоке), на глубинах 170-350 и 650-650 м соответственно. Представлены аллювиально-равнинным комплексом осадков: преимущественно пестроцветными известковистыми глинами, алевролитами и кварц-полевошпатовыми песками различной зернистости. Верхняя часть горизонта, сложенная глинистыми осадками – в пределах основных рудных залежей, – является нижним водупором канжуганского вышележащего горизонта. Мощность отложений в центральной части Созакской впадины достигает 70 м, при равном соотношении глин и песков, и до 20-45 м – в приподнятых бортах впадины, при преобладании в разрезе песков.

Канжуганский горизонт (P_1^2kn).

С незначительным размывом залегает на отложениях пестрого горизонта. Представлен прибрежно-дельтовыми и подводно-дельтовыми фациями с потоками песчаных русловых осадков. Отложения представлены чередованием глин, преимущественно пестроцветных и песков различной зернистости. В западной части района кровля горизонта повсеместно представлена ракушником, являющимся маркирующим слоем. Мощность отложений в пределах Созакской впадины варьирует от 30 до 90 м.

В пределах месторождения, отложения горизонта на 45% состоят из проницаемых песков, – 52% – алевроглинистых осадков, 3% песчаников на карбонатном цементе. Песчаники (CO_2 до 10-20%) встречаются на локальных участках и приурочены к нижней части разреза. Песчаные отложения развиты преимущественно в средней и верхней частях разреза, распространяясь в виде фациальных струй и врезов, к которым приурочены почти все рудные тела горизонта. Глубина залегания горизонта 128÷390 м в приподнятом блоке, 435-548 м – в опущенном блоке. Мощность горизонта 30-90 м.

Кызылчинский горизонт (P_2^1kz).

С размывом залегает на глинах канжуганского горизонта. Осадконакопление происходило в условиях мелководного, хорошо аэрируемого бассейна. В низах горизонта повсеместно проявлена пачка зеленых глин с линзами тонкозернистых мучнисто-белых и зеленоватых песков. Центральную часть горизонта слагают серые и черные глины, которые на отдельных участках переходят в лигниты. Кровельная часть

разреза сложена пачкой шоколадных (до кирпично-красных) алевропелитов и глин. Мощность его составляет от 3 до 20 метров. В пределах месторождения он является верхним водоупором Канжуганского горизонта.

Уюкский горизонт ($P_2^1 uk$).

Отложения горизонта с размывом залегают на кызылчинских породах. Относится к прибрежно-морским и подводно-дельтовым фациям. Горизонт делится на две пачки: нижнюю песчаную (продуктивную) и верхнюю – глинисто-алевритовую, являющуюся верхним водоупором для руд этого горизонта. Внутри продуктивного горизонта встречаются линзы непроницаемых пород: глин, алевритов, их переходных и песчаных разностей, – мощностью от первых до 10 м. Пески продуктивного горизонта нередко содержат катуны и окатыши глинистых пород.

Глубина залегания кровли продуктивной пачки: в поднятом блоке 112÷298 м, в опущенном блоке – 395-524 м. Общая мощность отложений горизонта варьирует от 20 до 60 м, песчанистой пачки от 13 до 50 м.

Иканский горизонт ($P_2^2 ik$).

С размывом залегает на уюкском горизонте, унаследовано сформированный в условиях прибрежно-морских и подводно-дельтовых фаций. Отложения горизонта делятся на два подгоризонта. Нижний – представлен мелко-среднезернистыми песками; верхний – плохо отсортированными разномзернистыми, участками гравелистыми песками с линзами алевритоглинистых отложений.

Глубина залегания кровли горизонта: в поднятом блоке 70-260 м, в опущенном блоке – 380-503 м. Общая мощность отложений горизонта варьирует от 10-35 м в поднятом блоке, до 10-20 м, в опущенном блоке.

Интымакский горизонт ($P_2^3 im$).

Залегает на нижележащем иканском горизонте с угловым несогласием. Представлен мощной пачкой листоватых глин, алевритов и аргиллитов серо-зеленого и серого цветов. В средней части этой пачки отмечается прослой глинистых песков.

В основании горизонта повсеместно залегает прослой отложений, представленный разномзернистыми, иногда глинистыми песками с гравием и галькой, часто фосфоритового состава и костными рыбными остатками, именуемый базальным горизонтом.

Общая мощность интымакского горизонта достигает 70-120 м.

Неоген-четвертичная система.

Соотносится с позднеальпийским активизационным СФК (структурно формационный комплекс). Отложения имеют повсеместное распространение и обнажены в бортовых частях Созакской впадины. Залегают с размывом на различных нижележащих горизонтах и представлены комплексом красноцветных образований. В их составе выделяются бетпакдалинская, тогускенская свиты и четвертичные образования.

Бетпакдалинская свита ($P_3^3-N_1^1$).

Представлена преимущественно массивными и комковатыми глинами красно-бурого цвета с разнозернистыми песками и песчанистыми карбонатными глинами в нижней части. Общая мощность отложений в пределах наиболее опущенной части Созакской впадины составляет 180-200 м, в приподнятых бортах впадины – 20-90 м.

Тогускенская свита ($N_1^2-N_2^1$).

Представлена желтовато-коричневыми, красно-бурыми карбонатными глинами, разнозернистыми песками, нередко с плохо окатанной галькой. Мощность отложений 220-275 м в осевой части Созакской впадины. К бортам впадины мощность сокращается до полного выклинивания.

Четвертичные отложения (Q).

Широко развиты на равнинных участках и выполняют современные речные долины, сухие русла, такырные и солончаковые котловины, а также слагают песчаный массив Мойынкум. В Созакской впадине преобладают аллювиально-делювиальные суглинки, супеси и пески с прослоями и линзами глин, а также эоловые пески. В предгорьях Каратау доминируют гравийно-галечные отложения. Наибольшие мощности отложений (до 160 м) отмечаются в центральной части описываемого района; на остальной территории они обычно не превышают 10-20 м.

2.3. Тектонические особенности района работ

В региональном плане Канжуганское рудное поле располагается в юго-западной части Чу-Сарысуйской депрессии, в её субороженной части – Итмурунской ступени. Эта структура представляет собой субширотный клиновидный блок домезозойского фундамента с выровненной домезозойской поверхностью и сокращенной, относительно прилегающей с севера части Чу-Сарысуйской депрессии, мощностью мезо-кайнозойского чехла. Итмурунский блок опущен относительно Каратауского горст-антиклинория по Главному Каратаускому разлому (ГКР) и поднят над Созакской впадиной, граница с которой проходит по Созакскому субширотному разлому.

Тектоника мезо-кайназойского структурного этажа в основных чертах определяется блоковой структурой поверхности домезозойских образований и разрывными нарушениями жесткого основания.

Из двух главных блоковых структур на площади работ наиболее сложное строение имеет Итмурунская ступень. Её структура напоминает систему «клавиш», образованную смещенными друг относительно друга блоками, ограниченными крутопадающими разрывными нарушениями запад-северо-западного простирания. При различных относительно друг друга направлениях смещения блоков наблюдается общая тенденция их ступенчатого опускания на север-северо-восток, в сторону Созакской впадины. Абсолютные отметки домезозойской поверхности колеблются от -350 – -150 в северной части структуры до +570 в южной её части.

В мезо-кайназойском чехле поднятия за счет перемещения блоков поверхности домезозойских образований нашли отражение в виде флексурно-разрывных структур с разрывом или без разрыва сплошности слоёв.

Мощность чехла нарастает от 0,0 м в прикаратауской зоне до 500-700 м в южном крыле Созакского разлома. Породы чехла, залегая в целом субгоризонтально или со слабым наклоном (1-2°) на северо-северо-восток, облекают поднятые и опущенные блоки домезозойского ложа, образуя систему поднятий и впадин в чехле с различной амплитудой (от первых десяти до первой сотни метров) и пологими крыльями. Лишь на участках, непосредственно примыкающих к зонам разрывных нарушений, наблюдаются крутые углы наклонов пластов, достигающие десятков градусов.

Среди разрывных нарушений наиболее крупными долгоживущими являются разломы запад-северо-западного («каратауского») направления. Их можно рассматривать как оперяющие по отношению к Главному Каратаускому и Созакскому разломам. Созакский разлом – это сброс с вертикальной амплитудой смещения до 400-600 м.

Итмурунская ступень рассечена системой крупных разрывных нарушений II порядка запад-северо-западного простирания: Каратауским, отделяющим ступень от структур Б.Каратау, Придорожным, Малокаройским

и Аксайским, каждое из которых сопровождается системой оперяющих и сопряженных более мелких разрывных нарушений III порядка.

Вторая по значению структура, вслед за Итмурунской, ограничивающее Канжуганское рудное поле с севера и северо-востока – Созакская впадина, сформировавшаяся в современном виде одновременно с Каратауским горст-антиклинорием. Её заложение относится к позднему девону, и далее она развивалась как отрицательная структура унаследовано. Характерные черты этой структуры: полный разрез и повышенная мощность (до 600-700 м) мезо-кайнозойского чехла, залегающего в пределах впадины субгоризонтально, а в её южном борту – с падением на северо-северо-восток под углом 9-10°.

2.4 Гидрогеологические особенности месторождения

Определяющим фактором гидрогеологической характеристики месторождения является его приуроченность к Итмурунскому, и его сопряженность с Созакским и Байкадамским артезианскими бассейнами III порядка в составе Западно-Чуйского артезианского бассейна II порядка.

Большое влияние на формирование направления движения подземных напорных вод и гидродинамические условия артезианского бассейна оказывает тектоническое строение района. Крупные тектонические разломы сформировали гидродинамические блоки, в той или иной степени изолированные друг от друга. Так, ветви Главного Каратауского разлома образовали глубокий грабен у северо-восточного склона центральной части хребта Б. Каратау, заполненный рыхлыми породами четвертичного и непроницаемыми породами неогенового возраста, и местами отделили область глубокого подземного стока хребта Б.Каратау от Итмурунского выступа, на котором расположено месторождение Канжуган.

Значительной преградой на пути движения пластовых вод является Придорожный разлом с вертикальной амплитудой смещения пород до 250 м. По разлому стыкуются два гидродинамических блока: южный – между Главным Каратауским и Придорожным разломами и северный – между Придорожным и Созакским разломами с затруднённой гидравлической связью между собой. Пьезометрический уровень пластовых вод южного блока (местный Интымакский артезианский бассейн) устанавливается у разлома выше, чем в северном блоке (Итмурунский артезианский бассейн), почти на 120 м. На рудное поле месторождения Канжуган, расположенное в северном блоке, подземные воды поступают, вероятно, с участка хребтов Б. и М. Каратау, расположенного южнее с. Шолаккорган по Чулак-Курганскому прогибу. На этом участке Придорожный разлом по геофизическим данным слабо проявлен и, вероятно, не препятствует движению пластовых вод. На участок Кайнарский подземные воды поступают с юго-запада со склонов гор южнее с. Созак, где, видимо, амплитуда разломов также затухает (Гидрогеологическая карта).

Основные области разгрузки располагаются в низовьях р.Шу за пределами описываемого района (озера, котловины крупных соров и т.д.). Часть подземного стока поступает транзитом в сопредельные артезианские бассейны западнее Шу-Сарысуского артезианского бассейна.

В рассматриваемом районе проявлены все три выделяемых в депрессии структурно-гидрогеологических этажа (сверху вниз): верхний – преимущественно рыхлых и слаболитифицированных образований этапа новейшей тектонической активизации (P_3^3 -Q); средний – слаболитифицированных образований этапа платформенного развития (K_2 - P_2^3); нижний – литифицированных домезозойских образований преимущественно с трещинами водами.

В верхнем гидрогеологическом этаже выделяются водоносные горизонты и комплексы с порово-пластовыми скоплениями подземных вод в малассоидах:

- водоносный современный аллювиальный горизонт (aQ_{IV});
- водоносный верхнечетвертичный аллювиальный горизонт (aQ_{III});
- водоносный среднечетвертичный современный аллювиально-эоловый горизонт (avQ_{II-III});
- водоносный нижнечетвертичный современный аллювиально-эоловый горизонт (avQ_{I-III});
- водоносный нижнечетвертичный аллювиально-пролювиальный горизонт (apQ_I);
- водоупорный локально-водоносный среднемиоценовый-верхнеплиоценовый осадочный терригенно-карбонатный комплекс (N_1^2 - N_2^2);
- локально-водоносный верхнеолигоценовый-нижнемиоценовый осадочный терригенно-карбонатный комплекс (P_3^3 - N_1^1);

В геологическом разрезе позднеолигоценово-четвертичной толщи водоносные горизонты гидравлически связанные, невыдержанные как по простиранию, так и по глубине. Наибольшей водообильностью характеризуются проницаемые породы горизонтов в пролювиальных шлейфах предгорной равнины хр. Большой Каратау. Расходы скважин в среднем 1-5 $дм^3/с$ при понижениях 2-3 м. Удельные расходы обычно составляют 0,1-0,5 $дм^3/с$.

С общей направленностью подземного потока от хр. Большой Каратау и Созакского разлома в северо-западном направлении связана латеральная гидрохимическая зональность. Слабоминерализованные (0,2-0,5 $г/дм^3$) гидрокарбонатные кальциевые воды областей питания с концентрацией урана, сменяются ураноносными ($n \cdot 10^{-7}$ - $n \cdot 10^{-6}$ $г/дм^3$) хлоридными натриевыми солеными водами и магниевыми-натриевыми рассолами (5-20 $г/дм^3$), приуроченными к отложениям днищ бессточных котловин.

Средний гидрогеологический этаж представлен преимущественно водоносным комплексом палеоцен-эоценовых отложений, с подчиненным количеством верхнемеловых (K_2 - P_2^3), с порово-пластовыми, иногда с трещинно-порово-пластовыми скоплениями подземных вод в терригенных

породах. Отложения палеоценового, нижнее-среднеэоценового возраста распространены на всей площади рассматриваемого бассейна. Водоносный комплекс, заключенный в них, состоит из средне-верхнеэоценового морского горизонта, нижне-среднеэоценового морского комплекса и полеоценового морского комплекса.

Средне-верхнеэоценовый морской горизонт (P_2^{2-3}).

Отложения среднего-верхнего эоцена на месторождении имеют сплошное распространение. Представлены они морскими зелёными глинами интымакского горизонта с прослоями водоносных глинистых разномерных песков в нижней части и грубозернистых глинистых песков в верхней части. Верхний прослой песков распространён на участке залежи бу в кровельной части интымакского горизонта узкой полосой северо-западного направления. Нижний песчаный прослой прослеживается на всей площади месторождения. Мощность песков верхнего прослоя до 5 м, нижнего – от 1-2 м на Кайнарском участке, до 6-8 м в северной части месторождения Канжуган. Глубина залегания кровли верхнего водоносного прослоя составляет 150-160 м, нижнего – 90-150 м в пределах рудных залежей, 260 м – на южном фланге (у Придорожного разлома) и до 300 м - в зоне Созакского разлома.

Водоупором, изолирующим верхний водоносный прослой от водоносного горизонта в подошве бетпакалинской свиты, являются алевроиты и глины мощностью около 3 м. Нижним водоупором между верхним и нижним песчаными прослоями служат зелёные глины мощностью до 20 м, надёжно изолирующие водоносные прослои. Нижний водоупор нижнего водоносного прослоя сложен теми же зелёными глинами мощностью 5-10 м, отделяющими прослой от водоносного эоценового комплекса.

Оба водоносных прослоя содержат напорные воды с напорами над кровлей верхнего прослоя около 160 м и нижнего прослоя – около 130 м в центральной части месторождения Канжуган. На Кайнарском участке водоносные прослои не изучались. В верхнем водоносном прослое на залежи бу пьезометрический уровень устанавливается над поверхностью земли на высоте 14,9 м. В нижнем прослое этот уровень в южной части месторождения находится ниже поверхности земли, к северу – до превышения поверхности земли.

Из верхнего прослоя дебит при самоизливе составляет 0,9 $дм^3/с$, из нижнего прослоя по скв. 60г – 0,044 $дм^3/с$ при понижении уровня до 61 м.

В верхнем прослое минерализация воды 1,1 $г/дм^3$, а в нижнем – около 1 $г/дм^3$. Химический тип вод в прослоях одинаков – хлоридно-сульфатный кальциево-натриевый.

Питание водоносных прослоев осуществляется в предгорьях хребта Б. Каратау за счёт атмосферных осадков, фильтрующихся через перекрывающие отложения. Вода поступает в прослои, видимо, на различных высотах, в результате чего пьезометрический уровень верхнего

водоносного прослоя (скв. 35г) устанавливается значительно выше, чем во всех остальных нижележащих водоносных горизонтах этого же участка.

Водоносный ниже-среднеэоценовый морской комплекс (P_2^{1-2}).

В составе комплекса выделяются два гидравлически связанных водоносных горизонта – среднеэоценовый иканский и нижеэоценовый уюкский. Уюкский горизонт является одним из основных рудовмещающих горизонтов, поэтому изучен отдельно, а в иканском горизонте размещались наблюдательные скважины гидрогеологических кустов для установления гидравлической связи между горизонтами. Водоносный комплекс характеризуется как напорный, неограниченный в плане, однородный по составу и выдержанный по мощности водовмещающих пород. Представлен он песками, глинами, алевролитами, алевропесчаниками. Верхним водупором водоносного комплекса являются морские глины интымакского горизонта. Кровля водоносного комплекса залегает на глубине от 110 м в центральной части участка (залежь 9у) до 270 м на юге у Придорожного разлома и до 330 м на севере в зоне Созакского разлома. Глубина залегания кровли нижнего уюкского горизонта водоносного комплекса изменяется по участку от 140-160 м до 190-220 м. В районе Созакского разлома глубина залегания кровли уюкского горизонта увеличивается от 360 м до 480 м. Глубина залегания подошвы водоносного комплекса изменяется на участке от 180 до 280 м, в зоне Созакского разлома достигает 430 м, у Придорожного разлома – 450 м.

Среднеэоценовые отложения комплекса (иканский горизонт) представлены сложным чередованием песков, глин, алевролитов, алевропесчаников общей мощностью от 26 до 44 м. Водовмещающими породами являются пески мелкозернистые, разномерные, иногда глинистые, мощностью от 20 до 30 м. В средней части горизонта обычно прослеживается внутренний водупор, состоящий из глин, алевролитов, алевропесчаников мощностью до 14 м, в редких случаях до 24 м. Подстилается горизонт глинами, алевролитами, алевропесчаниками мощностью от 0 до 24 метров, являющимися внутренним водупором между уюкским и иканским горизонтами. На участках уменьшения его мощности или полного выклинивания существует гидравлическая связь с уюкским водоносным горизонтом, в результате чего оба горизонта имеют одинаковые абсолютные отметки пьезометрических уровней.

Нижняя часть комплекса (уюкский горизонт) сложена, в основном, среднезернистыми песками с примесью мелкозернистых мощностью 20-40 м. Подстилают водоносный комплекс водонепроницаемые палеоэоценовые породы мощностью 20-32 м, представленные чередующимися глинами, алевролитами, уплотненными глинистыми, практически, водонепроницаемыми песками.

Подземные воды комплекса на большей части его распространения напорные, на северо-западе залежи 9у самоизливающиеся. Напор над кровлей иканского горизонта меняется от 30-50 м на юге до 340 м на северном фланге участка. На валу между залежами 24к и 5к, а также южнее

залежи 8у иканский горизонт и большая часть уюкского горизонта осушены. Напор над кровлей уюкского горизонта в пределах залежей составляет 160-170 м, к юго-востоку у Придорожного разлома уменьшается до 90 м, в районе Созакского разлома увеличивается до 270-360 м. Глубина пьезометрического уровня комплекса меняется с юго-востока на северо-запад от глубины 220 м у Придорожного разлома до 8 м над поверхностью земли в зоне Созакского разлома. Граница самоизлива проходит по залежи 9у.

Водообильность иканского горизонта различная, в зависимости от мощности песков и их фильтрационных свойств. Дебиты скважин на месторождении Канжуган имеют значения от 2,5 дм³/с до 10,7 дм³/с при понижениях уровня от 5,35 до 20,5 м. При самоизливе дебит достигал 10,7 дм³/с при понижении уровня 20,5 м. Коэффициент фильтрации изменяется в пределах от 1,0 до 3,0 м/сутки.

Уюкский горизонт, как основной рудовмещающий и представляющий по мощности значительную часть комплекса, изучен отдельно. Он характеризуется дебитами от 2,3 дм³/с до 11,8 дм³/с при понижениях от 5,06 м до 29,77 м (удельные дебиты 0,08-1,22 дм³/с). Водопроницаемость горизонта неоднородная. Значения коэффициента водопроницаемости составляют 66–475 м²/сутки, коэффициента фильтрации – 4,0 – 11,3 м/сутки. Среднее значение коэффициента фильтрации водоносного горизонта равно 6,9 м/сутки.

Действительная скорость подземного потока составляет 17,0 м/год.

Направление движения вод от области питания субмеридиональное в сторону Созакского разлома. Уклон пьезометрической поверхности составляет 0,0027, а на северо-западном фланге залежи 9у уменьшается до 0,0005.

Воды комплекса пресные, с минерализацией до 1 г/дм³ смешанного, гидрокарбонатно- или хлоридно-сульфатного кальциево-натриевого состав в иканском горизонте и сульфатно-гидрокарбонатные с минерализацией 0,2-0,4 г/дм³ в уюкском горизонте.

Водоносный палеоценовый морской комплекс ($P_1^1 - P_1^{1-2}$).

В составе комплекса выделяются два водоносных горизонта – канжуганский (P_1^{1-2}) и «пёстрый» (P_1^1). Канжуганский горизонт является рудовмещающим, а так как он отделяется от водоносного «пёстрого» горизонта довольно мощным водоупором, исключаящим ощутимую гидравлическую связь, то и изучался он отдельно.

Водоносный комплекс в целом характеризуется как напорный, пластовый, неограниченный в плане, неоднородный по составу и невыдержанный по мощности водовмещающих пород.

Палеоценовые отложения относятся к подводно-дельтовым фациям, сложены средне-мелкозернистыми песками, пёстроцветными и красноцветными глинами, алевролитами, алевропесчаниками общей мощностью от 30 до 80 м.

В кровле комплекса залегают глинистые отложения верхнего водоупора. Глубина залегания кровли меняется по участку от 195 до 320 м и более, достигая максимума – 640 м в зоне Созакского разлома.

Глубина залегания подошвы канжуганского горизонта изменяется по участку от 240 до 324 м, а максимальная глубина установлена в зоне Созакского разлома – 693 м.

Подстилают канжуганский горизонт отложения «пёстро́го» горизонта, начинающегося глинистыми породами мощностью до 20-46 м. Глубина залегания кровли «пёстро́го» горизонта ориентировочно находится в пределах от 245 до 330 м, подошвы – от 260 до 360 м. Нижним водоупором служит глинистая кора выветривания мощностью до 10 м. На участках, где она отсутствует, пески лежат на палеозойском фундаменте и водоносный горизонт имеет непосредственную гидравлическую связь с водоносной зоной интрузивных пород.

Большую часть водоносного комплекса составляют непроницаемые отложения. На долю песчаной части канжуганского горизонта приходится от 20 до 45% общей мощности горизонта, в районе Созакского разлома песчаные отложения составляют 50 - 70%. «Пёстрый» горизонт в пределах участка вскрыт несколькими поисковыми скважинами, что недостаточно для характеристики его истинного состава.

Песчаная часть комплекса распространена в виде струй и полос северо-западного и северо-восточного направления. Часто песчаная пачка отложений канжуганского горизонта разделяется внутренними водоупорами на два и больше подгоризонтов, гидравлически связанных между собой. Мощности варьируют: верхнего подгоризонта от 0 до 13 м, нижнего – от 0 до 20 м, внутреннего водоупора – от 0 до 15 м. В местах фациального выклинивания внутренних водоупоров происходит соединение песков в единый водоносный горизонт мощностью до 20 м.

Воды комплекса напорные, напоры над его кровлей увеличиваются с юга на север от 160 м на залежи 24к до 440 м в зоне Созакского разлома. Пьезометрический уровень устанавливается на глубине от 190 м (залежь 24к) от поверхности земли до высоты 21 м (залежь 10к) над поверхностью земли. Водообильность канжуганского горизонта водоносного комплекса наиболее высокая на залежах 10к и 24к и самая низкая – в зоне Созакского разлома. Удельные дебиты изменяются от 0,21 дм³/с до 0,95 дм³/с на залежах 10к и 24к и от 0,04 до 0,09 дм³/с – на залежах 13к, 16к (в зоне Созакского разлома). Водопроницаемость горизонта неоднородная, составляет 18–286 м²/сутки. Коэффициент фильтрации – 1,5 – 14,1 м/сутки. Среднее значение коэффициента фильтрации водоносного горизонта равно 6,5 м/сутки (Табл. 3.3.4). Водовмещающие породы горизонта по фильтрационным свойствам характеризуются, как и однородные, и неоднородные.

Водообильность «пёстро́го» горизонта водоносного комплекса сопоставима с водообильностью канжуганского горизонта на залежах 13к, 16к и характеризуется удельным дебитом 0,08-0,24 дм³/с. Водопроницаемость

очень маленькая и составляет 8–18 м²/сутки. Коэффициент фильтрации равен 0,5 – 4,1 м/сутки.

Направление движения подземных вод канжуганского горизонта северное, северо-западное. Уклон пьезометрической поверхности составляет 0,003. Действительная скорость подземного потока при этом уклоне, общей пористости 0,38, в зависимости от коэффициента фильтрации меняется по участку от 5,3 м/год до 57,6 м/год при средней – 17,3 м/год.

Химический состав пластовых вод канжуганского горизонта изменчив. В восточной части залежи 10к воды сульфатно-гидрокарбонатные с минерализацией 0,5-0,6 г/дм³. На западном крыле залежи 10к преобладают смешанные воды с минерализацией 0,6-0,7 г/дм³. В «пёстром» горизонте воды смешанные с минерализацией 0,6 г/дм³.

Питание водоносный комплекс получает с горной и предгорной частей хребтов Большой и Малый Каратау. Основная разгрузка находится за пределами месторождения, у бугра Эспе расположен местный очаг разгрузки в виде восходящих родников.

Нижний гидрогеологический этаж.

Представлен литифицированными докембрийскими образованиями преимущественно с трещинами водами.

Водоносная зона трещиноватости кембрийских пород (Є₁₋₂).

Обводнённость пород палеозойского фундамента, представленных кембрийскими мраморизованными известняками, изучена на месторождении Канжуган тремя скважинами, входящими забоем в эти породы на 10-12 м.

Кровля палеозойского фундамента залегает в центральной части месторождения и участка на глубинах 260-360 м, на южном и северном флангах опускается глубже.

В трещиноватых известняках содержатся воды с напорами над кровлей от 234 м на юге (залежь 8у) до 384 м на севере, перед Созакским разломом (залежь 2у). Глубина залегания пьезометрического уровня от земной поверхности уменьшается с юга на север от 100 м (залежь 8у) до 16 м в центре (залежь 3у) и к Созакскому разлому уровень поднимается на высоту до 13 м над поверхностью земли.

Водообильность известняков характеризуется дебитом до 0,3 дм³/с при понижении уровня до 18-40 м и удельным дебитом до 0,017 дм³/с. Коэффициент фильтрации не превышает десятых долей м/сутки.

2.5. Морфология рудных залежей

На месторождении Канжуган развито несколько морфологических типов рудных залежей. Их специфика определяется сложным характером развития ЗПО, который, в свою очередь, зависит от литолого-геохимических особенностей продуктивных горизонтов, особенностей их залегания, наличия зон разломов, как в региональном плане, так и в локальном. Всё это оказывало влияние на палеогидродинамику и современную гидродинамику кислородных пластовых вод.

Урановорудные залежи месторождения по морфологии в плане выделяются: линейные, лентообразные, языковидные и более сложной формы.

В поперечных вертикальных разрезах рудные залежи всех указанных групп характеризуются близкой морфологией. Они, как правило, состоят из нескольких (5-15) сближенных рудных тел, представляющих различные морфоэлементы рудных залежей, которые в идеале образуют формы, близкие к неправильным роллам.

Головные, мешковые или замковые тела, контролируемые передовыми частями зон пластового окисления. По ширине выделяются узкие (до 50 м) и широкие (до 150-200 м) мешковые тела. Если зона окисления выклинивается двумя-тремя языками, то при слиянии последних формируются сложные тела мощностью иногда до 15-20 и более метров.

К мешковым частям роллов, как правило, причленяются нижнее, реже верхнее, ещё реже нижнее и верхнее крылья залежи. Часто крылья отсутствуют (чаще верхнее), иногда они отделены от «мешка» безрудным интервалом и являются линзообразными телами - широко распространенным элементом большинства рудных залежей.

Линзообразные тела являются широко распространенным элементом большинства рудных залежей. Как правило, их мощность (первые метры) меньше, чем в мешковых частях, зато содержание урана выше. Доля их в балансе запасов урана на месторождении Канжуган является максимальной.

Залежь бу имеет размеры 2,2 x 1,250 км. и характерна тем, что в ней сконцентрированы все виды морфоэлементов пластово-инфильтрационного уранового оруденения. В западной части её проявлены узкие (до 50-100 м) «роллы» мощностью 5-10 м (до 17 м). Непротяженные (100-200 м) крылья либо отсутствуют, либо проявлены слабо. В центральной и юго-восточной частях залежи развиты линзообразные формы субмеридиональной ориентировки, приуроченные к нижней границе ЗПО. Их максимальные размеры 1500x350 м. Всего в составе залежи бу выделяется 10 рудных тел. Изометричная форма залежи бу обусловлена сложным внутренним строением уюкского горизонта, сформировавшегося в условиях широкой прибрежной дельты, и неравномерным распределением в песках линз глин, алевропелитов и углистых образований, что повлияло на резко извилистую форму линии выклинивания ЗПО.

Глубина залегания уюкского горизонта на участке залежи бу 240-290 м, а его мощность – 30-35 м, местами мощность сокращается до 20 м или увеличивается до 50 м, как это имеет место на площади отсутствия нижнего водоупора и образования гидравлического окна диаметром до 400 м. Средняя мощность залежи бу - 5,38 м., содержание урана 0,034%, удельная продуктивность – 2,889 кг/м².

В составе вмещающих пород преобладают среднезернистые, реже мелкозернистые хорошо сортированные и достаточно однородные пески. Верхний и нижний водоупоры, представленные глинами и алевропелитами

(за исключением гидравлического песчаного окна в районе залежи 4к), характеризуются мощностью 3-5 м и более.

Залежь 8у имеет размеры по простиранию – 1,8 км, по ширине – 0,3-0,4 км до 0,9 км в центральной части. Рудные линзы приурочены к основанию горизонта. Их протяженность – сотни метров (до первых километров) при ширине 50-350 м и мощности от 1-2 до 5-6 м. В центральной части залежи отмечается «раздув» мощности до 10 м (за счет слияния верхнего и нижнего крыльев), и залежь принимает форму широкого (100-150 м) ролла.

Средняя мощность залежи (для категории С1) – 4,26 м., среднее содержание урана – 0,048%.

Залежь 24к, крайняя южная, расположенная между Придорожным разломом и безымянной структурой к югу. Протяженность залежи в меридиональном направлении составляет 2,6 км, ширина – от 200 до 600 м., средняя мощность – 3,84 м.

Вмещающие породы представлены горизонтом средне-мелкозернистых песков, полого погружающихся с севера на юг с глубины 310-330 м до глубин 400-420 м.

Вертикальный разрез песков осложняется линзами глин, алевропелитов, лигнита, окатышей глин, мощностью, как правило, до 1м. Их протяженность – до сотен метров, ширина – десятки метров. Общая мощность песков 10-25 м. Рудные пески заключены между алевроглинистыми водоупорами мощностью более 5 м. Залежь состоит из нескольких ролло- и линзообразных рудных тел. Доминируют линзы нижнего крыла ролла шириной от 50 до 200 м. Ширина мешковой части такая же – 50-200 м. Верхнее рудное крыло практически отсутствует.

Залежь 5к – имеет рудную площадь – 101 тыс.кв.метров. Содержание урана в среднем – 0,035%, средняя мощность 3,17 м. Продуктивность – 1,733 кг/м².

Залежь 7у имеет протяженность 2,8 км при ширине от 200 до 1000м и сложную морфологию, которая обусловлена двумя зонами окисления, разделенными урановорудным телом. Продуктивный уюкский горизонт, мощностью 85-95 м, залегает субгоризонтально на глубине 170-270 м. Разрез песчаных отложений существенно осложнен линзами глин, алевропелитов, лигнита и окатышей глин с органикой, мощностью 1-5,0 м. Их размеры в плане – до первых сотен метров, количество на каждом профиле до 5-8. Глинисто- алевроитовые отложения верхнего водоупора залегают кулисообразно. В песках песчаные классы составляют до 78%, глинистая составляющая – до 11,2%. Среди рудных тел преобладают роллообразные, с мешковой частью шириной 70-300 м, и линзообразные (верхнее крыло) протяженностью не более 100 м. Среднее содержание урана в залежи 0,037%, средняя мощность – 4,44 м, максимальная – до 22 м.

Залежь 9у расположена в 2 км к северо-западу от залежи 7у. Имеет вытянутую в широтном направлении неправильную линзообразную форму. Её протяженность около 3,8 км при ширине 50-1000 м. Вмещающие породы – пески с преобладанием мелко - среднезернистых классов (до 63%) и

глинистой составляющей до 16,2%. Строение продуктивного горизонта осложняется локальными линзами глинистых пород размером до первых сотен метров и мощностью до 1-1,5 м, залегание их беспорядочное. Залежь состоит из нескольких рудных тел, преимущественно «мешковой» формы, шириной 150-200 м и линзообразной морфологией реликтов нижнего крыла шириной 100-300 м. Среднее содержание урана 0,037%, средняя мощность 5,16 м, средняя продуктивность 2,989 кг/м².

Залежь 10к наиболее крупная. Её протяженность - 4,6 км, ширина от 200 до 800 м. Вмещающие залежь мелко-среднезернистые пески разделены глинистым водоупором на два подгоризонта, верхне- и нижнеканжуганский, по которым развиваются самостоятельные зоны пластового окисления. Глубина их залегания от 260 до 320 м.

Разрез подгоризонтов осложнен маломощными (до 1,5 м.) линзами глин, алевропелитов, лигнитов, глинистых окатышей. Их протяженность до первых сотен метров, ширина – десятки метров. Суммарная мощность песчаных отложений в подгоризоне – от 20 до 45 м. В песках доминируют мелко- среднезернистые классы (до 68%), глинистые частицы составляют не более 17,9%.

Среди рудных тел, составляющих залежь, преобладают замковые («мешковые») шириной 50-200 м. Среднее содержание урана в них – 0,041% на мощность 3,87 м, удельная продуктивность 2,526 кг/м² (по утвержденным кондициям). Редкие линзы-останцы нижнего крыла ролла по ширине не превышают 50-100 м. Верхнее крыло практически отсутствует. Залежь 10к разбурена скважинами по сети 200х50 м.

Другие, более мелкие залежи, оценены по сети 400х50-100 м и реже.

2.6. Урановая минерализация, вещественный состав руд и вмещающих пород

На месторождении Канжуган рудовмещающими являются канжуганский и уюкский горизонты. Оруденение локализуется в рыхлом и слабоуплотненных хорошо проницаемых мелко- и среднезернистых песках серого и темно-серого цвета, преимущественно полевошпат-кварцевым по составу, нередко обогащенным углефицированным детритом и сульфидами.

Вещественный состав рудных образований от безрудных практически не отличается.

Обломочный материал в песках продуктивных горизонтов - средней сортировки, полуокатан, представлен кварцем, полевыми шпатами (ортоклазом, микроклином, альбитом), обломками кремнистых пород, листочками слюды, обломками детрита. Содержание обломочного материала - 85-90%. Цементация песков слабая, в воде они легко размокают. Цементом служит глинисто-алевритовый материал, количество которого составляет 10-15%. В составе алевритистой фракции цемента преобладают мелкие зерна кварца, полевых шпатов, пирита, кальцита. Поровое пространство между алевритовыми частицами заполнено глинистыми материалами – каолинитом,

монтмориллонитом и гидрослюдами. Аксессуарные минералы для песков всех залежей одинаковы и составляют в среднем 0,4% от веса породы; они представлены ильменитом, лейкоксом, турмалином, эпидотом, ставролитом, гранатом, цирконом, дистеном, андалузитом, редко – рутилом, анатазом, сфеном, монацитом.

Руды в водопроницаемых отложениях относятся к силикатному типу – содержание SiO_2 – 82,06-88,33%, содержание вредных кислотоёмких примесей (CaO -0,17-1,20%, P_2O_5 – 0,02-0,06%) - низкое.

Таблица 2.1.

Минеральный состав рудных песков

Минералы	Уюкский горизонт				Канжуганский горизонт			
	неизмененные сероцветные пески	серые рудные пески	окисленные пески	непроницаемые породы	неизмененные сероцветные пески	серые рудные пески	окисленные пески	непроницаемые породы
Нерастворимые								
кварц	78,11	78,06	77,33	44,34	82,30	81,11	82,23	38,20
аксессуарные	0,45	0,45	0,41	0,28	0,53	0,42	0,37	0,50
кремнистые обломки	1,72	1,69	2,00	1,80	1,31	1,39	1,26	1,75
Итого:	80,28	80,20	79,74	46,42	84,14	82,92	84,86	40,45
Труднорастворимые								
полевые шпаты	9,80	7,25	9,08	6,05	6,46	5,60	5,88	3,90
монтмориллонит	1,80	2,68	2,70	16,4	1,27	1,15	0,98	8,40
каолинит	2,71	3,07	2,61	16,4	3,87	5,04	3,95	22,10
гидрослюды	0,83	1,23	1,23	8,0	0,84	1,44	0,85	11,05
хлорит	-	0,01	-	1,25	0,24	0,14	0,24	2,65
мушкет	3,65	2,78	3,71	3,08	2,56	2,54	2,51	4,80
орг. вещес.	0,44	1,49	0,28	1,04	0,23	0,30	0,19	4,30
Итого:	19,23	18,51	19,61	52,22	15,47	16,21	14,60	57,20
Растворимые								
карбонаты	0,07	0,08	0,05	0,36	0,25	0,30	0,26	1,22
сульфиды	0,38	1,08	0,14	0,52	0,13	0,47	0,08	0,95
лимонит	0,04	0,04	0,45	0,32	0,01	0,01	0,10	0,10
фосфаты	-	0,01	0,01	0,15	-	-	-	-
урановые минералы	-	0,08	-	0,01	-	0,09	-	0,08
Итого:	0,49	1,29	0,65	1,36	0,39	0,87	0,54	2,35
Всего:	100	100	100	100	100	100	100	100

Урановая минерализация на месторождении приурочена к рыхлым и слабоуплотненным хорошо проницаемым мелко- и среднезернистым пескам

серого и темно-серого цвета, преимущественно полевошпат-кварцевым по составу, нередко обогащенным углефицированным детритом и сульфидами. Минерализация представлена коффинитом, настураном, урановыми чернями, урансодержащими сульфидами, урансодержащей органикой. Основными урановыми минералами являются коффинит (среднее содержание 49,6%, при варьировании от 26 до 78,4%) и настуран (среднее содержание 42%, при варьировании от 17,6 до 58%). По содержанию урана руды бедные и рядовые (в среднем 0,030-0,040%).

Условия локализации уранового оруденения и его качество в значительной мере определяются геохимическим типом пород с установленной зональностью: 1) зона пластового окисления (лимонитизации) с подзонами: полного (послойного) окисления и внутрислойного окисления; 2) зона уранового оруденения; 3) зарудная зона неокисленных пород.

2.7. О нецелесообразности извлечения попутных полезных компонентов из урановых руд месторождения Канжуган

К попутным полезным ископаемым (ППК) относятся компоненты, образующие собственные минералы, накапливающиеся в продуктах обогащения основного компонента, не имеющие самостоятельного промышленного значения.

Изучение и геолого-экономическая оценка попутных полезных ископаемых и компонентов проводится на всех стадиях геологоразведочных работ в процессе освоения месторождений и в ходе добычи урана, базирующей на данных разведки. Поскольку основной целью служит добыча урана, оценка ППК проводится только в объёме контуров эксплуатационных урановых блоков. Таким образом, перспективы могут быть связаны с элементами-спутниками, имеющими схожие с ураном геохимические характеристики и возможности миграции в кислой среде.

Содержания рения, на месторождении соответствуют нормальному геохимическому фону для Шу-Сарысуйской провинции без видимого накопления на геохимическом барьере.

На месторождении Акдала АО «Волковгеология» были проведены опытные работы по извлечению рения с целью оценки целесообразности его извлечения при дальнейшей отработке месторождения. По результатам работ был осуществлен детальный анализ технико-экономических показателей извлечения рения за весь срок промышленной добычи урановых руд и сделано заключение о нерентабельности добычи рения. ГКЗ РК согласилось с выводами авторов (протоколы ГКЗ РК №288-04-У от 13.01.2004 г. и №315-04-С от 03.06.2004 г.).

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.

Руды месторождения Канжуган являются мономинеральными. Результаты анализа материалов показывают, что в рудных песках и вмещающих породах элементов-спутников нет, за исключением рения в рудных песках канжуганского горизонта, где содержание рения в серых рудных песках – 0,00005%, в серых безрудных – 0,00002%. Рений встречается редко и приурочен обычно к участкам с аномальными содержаниями германия и молибдена.

Содержание сопутствующих элементов на уровне кларковых. В рудных залежах спорадически встречаются аномальные концентрации никеля, кобальта, вольфрама и некоторые другие, которые приурочены обычно к углистому материалу, желвакам и скоплениям сульфида железа, глинисто-алевритистым катунам. Эти аномалии могут представлять лишь научный интерес.

До настоящего времени многочисленные полупромышленные и промышленные испытания по извлечению попутных полезных компонентов в качестве отдельного концентрата (рениевого, редкоземельного), проведенные практически на всех рудниках АО «НАК «Казатомпром», не дали положительных результатов ввиду трудозатратности, связанной с реконструкцией существующих заводов по переработке урановой руды, низкой степени извлечения ППК и качества такого концентрата в условиях рыночной экономики, так как он имеет радиоактивный фон выше допустимых санитарными и техническими требованиями значений, поэтому вовлечение их в отработку настоящим Проектом не предусматривается. В соответствии с существующими современными технологиями, переработка таких ППК, в настоящее время считается экономически не выгодной.

3. Запасы урана месторождения Канжуган

По подсчитанным запасам месторождение Канжуган относится к средним урановорудным объектам с благоприятными для отработки способом ПВ горно-геологическими и геотехнологическими условиями. Общие запасы месторождения Канжуган (Протокол ГКЗ № 763-08-К от 05.11.2008 г.) приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Балансовые запасы урана на месторождении Канжуган по состоянию на 01.07.2007 г.

Показатели	Ед. изм.	Балансовые запасы по категориям		
		C ₁	C ₂	C ₁ +C ₂
уран	т	27295	6543	33838
Среднее содержание	%	0,039	0,040	0,039

Согласно состоянию балансовых запасов (форма 1-ТПИ) на 01.01.2025 г. и плановых показателей предприятия на 2025 г. состояние балансовых запасов на 01.01.2026 г. следующие:

Таблица 3.2.

Показатели	Ед. изм.	Балансовые запасы по категориям по состоянию на 01.01.2025 г.			Балансовые запасы по категориям по состоянию на 01.01.2026 г.		
		C ₁	C ₂	C ₁ +C ₂	C ₁	C ₂	C ₁ +C ₂
уран	т	9241,235	5055,646	14296,881	8957,335	4933,946	13891,281

4. Стратегия отработки

Работы по добыче урана способом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) на контрактной территории ТОО «Казатомпром-SaUran» месторождения Канжуган проектируются до полной отработки месторождения Канжуган до 2047 года включительно. Производительность полигона предусматривает объем добычи урана 365 т U/год в виде закиси-окиси урана (ЗОУ) с плановым снижением добычи до конца разработки в 2047 году. Развитие геотехнологических полигонов будет вестись исходя из потребности вскрытия запасов и согласно производственной программы для достижения добычных показателей.

Производственная программа добычи урана на месторождении Канжуган представлена в таблице 4.1.

Производственная программа ТОО "Казатомпром-SaUran" по месторождению Канжуган на 2026-2047 г.г.

Наименование показателя	Ед. изм.	Всего	2 026	2 027	2 028	2 029	2 030	2 031	2 032	2 033	2 034	2 035	2 036	2 037	2 038	2 039	2 040	2 041	2 042	2 043	2 044	2 045	2 046	2 047	
<i>Добыча урана:</i>																									
Объем продуктивных растворов	тыс. м ³	278 250,8	13 434,5	13 388,3	13 251,7	12 858,1	13 342,5	12 649,4	12 649,4	12 608,4	13 342,5	12 943,5	12 608,4	12 368,3	11 005,6	10 389,3	10 389,3	10 473,1	11 560,8	13 766,8	14 813,7	14 984,6	13 555,6	11 867,0	
Содержание U в продуктивных растворах	мг/дм ³	30,2	29,0	29,1	29,4	30,3	29,2	30,8	30,8	30,9	29,2	30,1	30,9	31,5	35,4	37,5	37,5	37,2	33,7	28,3	26,3	26,0	25,2	23,3	
Количество U в продуктивных растворах	т	8 410,1	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	389,6	341,6	276,5
Коэффициент извлечения U из ПР	%	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	93,7	
Добыча урана (ТД)	т	7 879,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	320,0	259,0
Коэффициент извлечения U из ТД	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Добыча урана (ГП)	т	7 879,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	320,0	259,0
<i>Горно-подготовительные работы:</i>																									
Бурение технологических скважин	шт	4 660	313	281	283	202	268	231	292	301	278	179	230	267	256	167	338	312	274	188					
	п.м.	1 398 000	93 900	84 300	84 900	60 600	80 400	69 300	87 600	90 300	83 400	53 700	69 000	80 100	76 800	50 100	101 400	93 600	82 200	56 400					
откачных	шт	1 391	99	89	79	55	81	73	79	78	90	59	62	84	77	54	99	99	81	55					
	п.м.	417 300	29 700	26 700	23 700	16 500	24 300	21 900	23 700	23 400	27 000	17 700	18 600	25 200	23 100	16 200	29 100	29 700	24 300	16 500					
закачных	шт	3 079	201	180	192	139	175	148	199	210	178	111	160	172	168	106	229	204	182	125					
	п.м.	923 700	60 300	54 000	57 600	41 700	52 500	44 400	59 700	63 000	53 400	33 300	48 000	51 600	50 400	31 800	68 700	61 200	54 600	37 500					
наблюдательных	шт	190	13	12	12	8	12	10	14	13	10	9	8	11	11	7	12	9	11	8					
	п.м.	57 000	3 900	3 600	3 600	2 400	3 600	3 000	4 200	3 900	3 000	2 700	2 400	3 300	3 300	2 100	3 600	2 700	3 300	2 400					
Отношение количества зак./отк.		2,2	2,0	2,0	2,4	2,5	2,2	2,0	2,5	2,7	2,0	1,9	2,6	2,0	2,2	2,0	2,4	2,1	2,2	2,3					
Бурение экспло-разведочных скважин	шт	1 000	80	80	80	80	80	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50					
	п.м.	300 000	24 000	24 000	24 000	24 000	24 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000					
Бурение контрольных скважин	шт	500	0	0	0	0	0	0	0	0	40	40	40	40	40	40	40	40	30	30	30	30	30	30	30
	п.м.	150 000	0	0	0	0	0	0	0	0	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	
<i>Движение запасов</i>																									
Вскрытые запасы на начало года	т		1061,4	1077,8	1105,3	1132,7	1152,2	1180,6	1209,1	1234,5	1256,0	1279,4	1296,8	1325,3	1347,7	1369,2	1396,6	1417,1	1441,5	1462,0	1454,4	1048,8	643,3	287,7	
Подготовленные запасы на начало года	т		945,9	945,3	969,8	988,2	968,7	965,1	1001,6	1028,0	1047,9	1084,3	1144,8	1164,2	1188,7	1203,1	1236,6	1261,0	1281,5	1281,5	1251,9	1048,8	643,3	287,7	
Готовые запасы на начало года	т		881,3	880,7	905,2	923,6	904,1	900,5	937,0	975,4	1009,9	1045,3	1079,7	1117,2	1103,6	1137,1	1170,5	1188,0	1216,4	1240,9	1202,3	1048,8	643,3	287,7	
Прирост вскрытых запасов	т	7 693,00	422,0	433,0	433,0	425,0	434,0	434,0	431,0	427,0	429,0	423,0	434,0	428,0	427,0	433,0	426,0	430,0	426,0	398,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Прирост подготовленных запасов	т	7 808,50	405,0	430,0	424,0	386,0	402,0	442,0	432,0	398,0	433,0	442,0	466,0	425,0	430,0	420,0	439,0	430,0	426,0	376,0	202,5	0,0	0,0	0,0	
Прирост готовых к добыче запасов	т	7 873,10	405,0	430,0	424,0	386,0	402,0	442,0	444,0	440,0	441,0	440,0	443,0	392,0	439,0	439,0	423,0	434,0	430,0	367,0	252,1	0,0	0,0	0,0	
Погашено запасов	т	8 754,44	405,6	405,6	405,6	405,6	405,6	405,6	405,6	405,6	405,6	405,6	405,6	405,6	405,6	405,6	405,6	405,6	405,6	405,6	405,6	405,6	355,6	287,8	
Готовые запасы на конец года	т		880,7	905,2	923,6	904,1	900,5	937,0	975,4	1 009,9	1 045,3	1 079,7	1 117,2	1 103,6	1 137,1	1 170,5	1 188,0	1 216,4	1 240,9	1 202,3	1 048,8	643,3	287,7	0,0	
Коэфф. обеспеченности ГЗ на конец года			2,2	2,2	2,3	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,0	2,6	1,8	1,0	0,0	
<i>Потребность в серной кислоте</i>																									
<i>Закисление</i>																									
Количество закисляемой ГРМ	тыс. т	55 418,0	4374,0	3676,0	2938,0	2046,0	3177,0	2780,0	2537,0	3554,0	3359,0	1490,0	2972,0	3141,0	3817,0	1832,0	3213,0	4389,0	2813,0	2128,0	1182,0				
Объем растворов на закисление	тыс. м ³	11 083,6	874,8	735,2	587,6	409,2	635,4	556,0	507,4	710,8	671,8	298,0	594,4	628,2	763,4	366,4	642,6	877,8	562,6	425,6	236,4				
Удельный расход кислоты (100%)	кг/т ГРМ	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80				
	кг/кг U	33,79	51,84	41,03	33,26	25,44	37,93	30,19	27,43	38,77	36,56	16,25	32,20	38,46	41,73	20,03	36,46	48,54	31,40	27,83	22,51				
Количество кислоты на закисление (100%)	т	266 006,4	20995,20	17644,80	14102,40	9820,80	15249,60	13344,00	12177,60	17059,20	16123,20	7152,00	14265,60	15076,80	18321,60	8793,60	15422,40	21067,20	13502,40	10214,40	5673,60				
Удельный расход кислоты (92,5%)	кг/т ГРМ	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19				
	кг/кг U	36,53	56,04	44,36	35,96	27,51	41,01	32,64	29,65	41,91	39,52	17,57	34,81	41,58	45,12	21,66	39,42	52,48	33,95	30,09	24,33				
Количество кислоты на закисление (92,5%)	т	287 574,6	22 697,5	19 075,5	15 245,8	10 617,1	16 486,1	14 425,9	13 165,0	18 442,4	17 430,5	7 731,9	15 422,3	16 299,2	19 807,1	9 506,6	16 672,9	22 775,4	14 597,2	11 042,6	6 133,6				
<i>Выщелачивание</i>																									
Объем выщелачивающих растворов	тыс. м ³	278 250,8	13434,5	13388,3	13251,7	12858,1	13342,5	12649,4	12649,4	12608,4	13342,5	12943,5	12608,4	12368,3	11005,6	10389,3	10389,3	10473,1	11560,8	13766,8	14813,7	14984,6	13555,6	11867,0	
Удельный расход кислоты (100%)	кг/кг U	136,4	147,2	146,7	145,2	140,9	146,2	138,6	138,6	138,2	146,2	141,8	138,2	135,5	120,6	113,9	113,9	114,8	126,7	150,9	162,3	164,2	127,1	91,6	
Количество кислоты на выщелачивание (100%)	т	1 075 665,4	53 728,0	53 545,5	52 998,0	51 428,5	53 363,0	50 589,0	50 589,0	50 443,0	53 363,0	51 757,0	50 443,0	49 457,5	44 019,0	41 573,5	41 573,5	41 902,0	46 245,5	55 078,5	59 239,5	59 933,0	40 672,0	23 724,4	
Количество кислоты на выщелачивание (92,5%)	т	1 162 881,3	58 084,3	57 887,0	57 295,1	55 598,4	57 689,7	54 690,8	54 690,8	54 533,0	57 689,7	55 953,5	54 533,0	53 467,6	47 588,1	44 944,3	44 944,3	45 299,5	49 995,1	59 544,3	64 042,7	64 792,4	43 969,7	25 648,0	
Удельный расход кислоты (92,5%)	кг/кг U	147,6	159,1	158,6	157,0	152,3	158,1	149,8	149,8	149,4	158,1	153,3	149,4	146,5	130,4	123,1	123,1	124,1	137,0	163,1	175,5	177,5	137,4	99,0	
Всего кислоты (100%)	т	1 341 671,8	74 723,2	71 190,3	67 100,4	61 249,3	68 612,6	63 933,0	62 766,6	67 502,2	69 486,2	58 909,0	64 708,6	64 534,3	62 340,6										

5. Проектируемые работы

Подземное скважинное выщелачивание является способом разработки рудных месторождений без поднятия руды на поверхность путем избирательного перевода 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 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.

После отработки рудных тел происходит постепенное восстановление естественных 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:

- сооружение эксплуатационных геотехнологических блоков;
- подача в недра слабых растворов серной кислоты (выщелачивающих растворов) для перевода урана в раствор;
- электронасосный раствороподъем урансодержащих (продуктивных) растворов из скважин;
- сбор продуктивных растворов с добычного полигона (геотехнологических блоков);
- транспортировка продуктивных растворов по технологическому трубопроводу в пескоотстойники ПР и далее на УППР;
- переработка продуктивных растворов на УППР с целью получения товарного десорбата для дальнейшей переработки и получения закиси-оксида урана (ЗОУ);
- транспортировка возвратных растворов по трубопроводам на полигоны ПСВ;
- «подкисление» возвратных растворов серной кислотой, с целью получения выщелачивающих растворов;
- закачивание выщелачивающих растворов в скважины добычного полигона.

5.1. Прогноз основных технологических параметров

Основные технологические параметры добычи для проектирования приняты на основе фактических данных ТО-25 и плановых показателей предприятия на 2025 год.

Предлагаемые параметры для проектирования отражены в таблице 5.1.

Таблица 5.1.

Проектные технологические параметры

Наименование показателей	Единицы измерения	Величина показателя
Коэф. извлечения из недр	%	0,90
Коэф. извл. на сорбции (из расчета 2 мг/л U в ВР)	%	0,94
Дебит откачной скважины	м ³ /ч	6,0
Ж/Т _{ВР} общ. (закисл. + выщел.):	Ед.	3,2
в т.ч. закисление	Ед.	0,2
в т.ч. выщелачивание	Ед.	3,0
Уд. расход кислоты на закисление (92,5%)	кг/т ГРМ	5,19
Ср. содержание кислоты в ВР на закисление	г/л	25,0
Ср. содержание кислоты в ВР на выщелачивание	г/л	5,0
Уд. расход кислоты выщелачивание (92,5%)	кг/кг U	147,6
Время работы блоков всего:	лет	3,0
в т.ч. закисление	дней	69
в т.ч., выщелачивание	лет	2,8

В эксплуатацию Контрактной территории месторождения Канжуган проектом включаются все геологические блоки с запасами урана категорий С1 и С2.

В результате вскрытия балансовых запасов технологическим бурением (в т.ч. эксплоразведкой) возможна корректировка форм и размеров рудных тел, а также количества запасов технологических блоков. ***В зависимости от этого допускается корректировка количества технологических скважин и геотехнологических параметров, относительно приведенных в проекте.***

Отражение фактического состояния результатов геотехнологических работ и соответствия проекту представляется в геолого-производственном отчете добычного предприятия за год, текущее состояние – в отчетности по кварталам, а также в Анализе разработки месторождения с периодичностью 1 раз в 3 года.

5.2. Обоснование схемы вскрытия технологических блоков

На геотехнологических полях Контрактной территории ТОО «Казатомпром-SaUran» месторождения Канжуган применяется система отработки урана способом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ).

В соответствии с морфологией и гидрогеологическими условиями рудных залежей, основной предусматривается линейная (рядная) схема расположения технологических скважин и лишь частично ячеистая.

Линейная (рядная) схема – представляет собой последовательное чередование рядов откачных и закачных скважин продольным или поперечным расположением этих рядов. При этом элементарная ячейка состоит из трех скважин: двух закачных и одной откачной, принадлежащих к трем последовательно (параллельно) расположенным рядам. Рядной схемой вскрытия хорошо отрабатываются как узкие, так и широкие рудные тела, независимо от соотношения дебита к приёмистости, при этом выщелачивающие растворы перемещаются единым фронтом, оставляя меньше застойных зон. Рядная схема позволяет более точно оконтурить рудное тело. Также на стадии доработки блоков рядная схема вскрытия позволяет использовать косые потоки для отработки застойных зон, что сложно сделать при гексагональной схеме вскрытия без добурирования скважин. Расстояние между рядами составляет 40÷50 метров, между откачными скважинами в ряду 30÷40 метров, между закачными скважинами в ряду 20÷25 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.

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.

5.3. Вскрытие и подготовка технологических блоков

Вскрытие намеченных к отработке запасов рудных тел осуществляется 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.

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 установки раствороподъемного оборудования и закисления блок готов к эксплуатации. В разрезе рудного тела эксплуатационные скважины оборудуются фильтрами для приёма или подачи выщелачивающих растворов.

Длина фильтровой части колонны, размер отверстий (щелей), скважность определяются морфологией и коэффициентом фильтрации вскрываемых рудных тел, гранулометрическим составом руд и вмещающих пород, оптимальной проектной производительностью. Проектом предусматриваются широко применяемые в последние годы на рудниках ПСВ каркасно-дисковые фильтры ЩКДФ-118.

Размещение фильтровых частей колонн скважин в продуктивном горизонте зависит от морфологии рудной залежи (пласт, серия линз), её положения относительно подстилающих водоупоров.

Во всех случаях посадкой фильтров должна быть достигнута максимальная эффективность потока растворов в рудном теле, минимизация потерь растворов и, соответственно, кислоты вследствие растекания в плане и гравитационного проседания в разрезе.

Для наблюдения за движением выщелачивающих растворов, как в процессе закисления, так и в процессе эксплуатации блока, сооружаются наблюдательные скважины (внутриконтурные, приконтурные).

Для ведения мониторинга за состоянием подземных вод на месторождении, как в процессе эксплуатации, так и после отработки рудных залежей, часть скважин (из числа технологических и наблюдательных), по принятой методике, определяются «мониторинговыми».

Геотехнологические показатели по проектным эксплуатационным блокам, представленные в проекте, рассчитаны с применением методики, изложенной в инструкции по геотехнологии добычи урана НАК "Казатомпром" по статистическим формулам, приведенным в "Геотехнологии металлов" и на основании многолетних данных отработки месторождений методом ПСВ.

Распределение запасов урана в технологических блоках и их геотехнологические характеристики, результаты прогнозных расчётов основных геотехнологических параметров отработки проектируемых блоков представлены в таблице 5.2.

Распределение запасов урана в проектируемых технологических блоках и их геотехнологические показатели.

Номер техн. блока	Рудная площадь блока (Sp), тыс. м ²	Удельная продуктивность (ρ), кг/м ²	Запасы урана (P), т	Эффективная мощность блока (M _э), м.	Объем закисляемой массы блока (V _{пр}), тыс. м ³	Вес закисляемой массы, тыс.т (ГРМ)	Принятое ж/т на закисление	Принятое Ж/Т на выщелачивание	Объем растворов на закисление, тыс.м ³	Объем растворов на выщелачивание, тыс.м ³	Извлечение из недр, %	Извлекаемые запасы урана, т	Среднее содержание урана в продуктивных растворах, мг/л	Кол-во откачных скважин, шт.	Кол-во закачных скважин, шт.	Кол-во наблюдательных скважин, шт.	Всего скважин, шт.	Отношение Nзак/Ноткач	Проектный дебитоткачных скважин, м ³ в час	Проектное время закисления, дней	Проектное время отработки, лет
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
735с	30,0	2,40	72,0	14,00	420,0	659,0	0,20	3,0	131,8	1977,0	90,0	64,8	32,8	13	20	2	35	1,50	6,0	70	3,5
733н	73,0	1,80	131,0	9,00	657,0	1077,0	0,20	3,0	215,4	3231,0	90,0	117,9	36,5	27	57	2	86	2,10	6,0	69	2,8
8у-3-1	4,0	1,79	7,0	12,00	48,0	79,0	0,20	3,0	15,8	237,0	90,0	6,3	26,6	2	7	0	9	3,50	6,0	69	2,7
742	35,0	1,30	46,0	11,00	385,0	631,0	0,20	3,0	126,2	1893,0	90,0	41,4	21,9	13	21	2	36	1,60	6,0	84	3,4
737с	56,0	1,37	77,0	11,00	616,0	1010,0	0,20	3,0	202,0	3030,0	90,0	69,3	22,9	20	30	2	52	1,50	6,0	88	3,5
8у-6-1	20,0	1,42	28,0	10,00	200,0	328,0	0,20	3,0	65,6	984,0	90,0	25,2	25,6	7	22	2	31	3,10	6,0	81	3,3
9у-7а-1	36,0	1,22	44,0	10,00	360,0	590,0	0,20	3,0	118,0	1770,0	90,0	39,6	22,4	13	29	2	44	2,20	6,0	79	3,2
7у-5-1	9,0	1,88	17,0	10,00	90,0	148,0	0,20	3,0	29,6	444,0	90,0	15,3	34,5	4	15	1	20	3,80	6,0	64	2,6
9у-7а-2	39,0	1,23	48,0	10,00	390,0	640,0	0,20	3,0	128,0	1920,0	90,0	43,2	22,5	16	25	2	43	1,60	6,0	69	2,8
10к-1-1	11,0	2,45	27,0	10,00	110,0	180,0	0,20	3,0	36,0	540,0	90,0	24,3	45,0	7	14	1	22	2,00	6,0	45	1,8
7у-5-2	3,0	2,08	6,0	10,00	30,0	49,0	0,20	3,0	9,8	147,0	90,0	5,4	36,7	2	4	0	6	2,00	6,0	43	1,7
10к-2-2	13,0	1,76	23,0	10,00	130,0	213,0	0,20	3,0	42,6	639,0	90,0	20,7	32,4	6	8	1	15	1,30	6,0	62	2,5
24к-4-1	46,0	3,88	178,0	8,00	368,0	604,0	0,20	3,0	120,8	1812,0	90,0	160,2	88,4	15	38	2	55	2,50	6,0	70	2,8
10к-3-2	7,0	1,88	13,0	12,00	84,0	138,0	0,20	3,0	27,6	414,0	90,0	11,7	28,3	3	8	1	12	2,70	6,0	80	3,2
9у-8-4	50,0	1,20	60,0	10,00	500,0	820,0	0,20	3,0	164,0	2460,0	90,0	54,0	22,0	18	27	2	47	1,50	6,0	79	3,2
9у-8-3	49,0	1,18	58,0	11,00	539,0	884,0	0,20	3,0	176,8	2652,0	90,0	52,2	19,7	18	44	2	64	2,40	6,0	85	3,4
10к-4-1	10,0	2,00	20,0	8,00	80,0	131,0	0,20	3,0	26,2	393,0	90,0	18,0	45,8	4	12	1	17	3,00	6,0	57	2,3
9у-8-1	25,0	4,24	106,0	11,00	275,0	451,0	0,20	3,0	90,2	1353,0	90,0	95,4	70,5	13	38	2	53	2,90	6,0	60	2,4
9у-13-1	39,0	0,92	36,0	8,00	312,0	512,0	0,20	3,0	102,4	1536,0	90,0	32,4	21,1	14	35	2	51	2,50	6,0	63	2,5
7у-6-1	5,0	2,07	10,0	11,00	55,0	90,0	0,20	3,0	18,0	270,0	90,0	9,0	33,3	3	9	0	12	3,00	6,0	52	2,1
9у-9-2	25,0	1,92	48,0	11,00	275,0	451,0	0,20	3,0	90,2	1353,0	90,0	43,2	31,9	11	18	2	31	1,60	6,0	71	2,8
7у-6-3	2,0	2,00	4,0	8,00	16,0	26,0	0,20	3,0	5,2	78,0	90,0	3,6	46,2	1	2	0	3	2,00	6,0	45	1,8
9у-8-2	29,0	4,03	117,0	11,00	319,0	523,0	0,20	3,0	104,6	1569,0	90,0	105,3	67,1	14	30	2	46	2,10	6,0	65	2,6
7у-6-2	5,0	2,03	10,0	8,00	40,0	66,0	0,20	3,0	13,2	198,0	90,0	9,0	45,5	2	6	0	8	3,00	6,0	57	2,3
10к-9-1	10,0	0,28	3,0	6,00	60,0	98,0	0,20	3,0	19,6	294,0	90,0	2,7	9,2	3	11	1	15	3,70	6,0	57	2,3
9у-9-1	36,0	1,94	70,0	10,00	360,0	590,0	0,20	3,0	118,0	1770,0	90,0	63,0	35,6	13	29	2	44	2,20	6,0	79	3,2
10к-10-1	12,0	2,41	29,0	10,00	120,0	197,0	0,20	3,0	39,4	591,0	90,0	26,1	44,2	5	14	1	20	2,80	6,0	68	2,7
24к-5-1	39,0	3,29	128,0	10,00	390,0	640,0	0,20	3,0	128,0	1920,0	90,0	115,2	60,0	14	40	2	56	2,90	6,0	79	3,2
24к-6-1	33,0	2,56	84,0	9,00	297,0	487,0	0,20	3,0	97,4	1461,0	90,0	75,6	51,7	12	27	2	41	2,30	6,0	70	2,8
24к-5-2	44,0	3,29	145,0	10,00	440,0	722,0	0,20	3,0	144,4	2166,0	90,0	130,5	60,2	16	44	2	62	2,80	6,0	78	3,1
10к-7-1	25,0	2,73	68,0	14,00	350,0	574,0	0,20	3,0	114,8	1722,0	90,0	61,2	35,5	13	28	2	43	2,20	6,0	77	3,1
9у-12-1	42,0	1,54	65,0	8,00	336,0	551,0	0,20	3,0	110,2	1653,0	90,0	58,5	35,4	15	35	2	52	2,30	6,0	64	2,6
9у-12-2	31,0	1,54	48,0	8,00	248,0	407,0	0,20	3,0	81,4	1221,0	90,0	43,2	35,4	11	19	2	32	1,70	6,0	64	2,6
9у-10-2	30,0	2,66	80,0	10,00	300,0	492,0	0,20	3,0	98,4	1476,0	90,0	72,0	48,8	11	33	2	46	3,00	6,0	78	3,1
9у-5а-1	44,0	0,93	41,0	8,00	352,0	577,0	0,20	3,0	115,4	1731,0	90,0	36,9	21,3	16	34	2	52	2,10	6,0	63	2,5
24к-6-2	39,0	2,56	100,0	9,00	351,0	576,0	0,20	3,0	115,2	1728,0	90,0	90,0	52,1	14	24	2	40	1,70	6,0	71	2,9
24к-6-3	39,0	2,56	100,0	9,00	351,0	576,0	0,20	3,0	115,2	1728,0	90,0	90,0	52,1	14	30	2	46	2,10	6,0	71	2,9

Продолжение табл. 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
24к-6-5	54,0	2,59	140,0	9,00	486,0	797,0	0,20	3,0	159,4	2391,0	90,0	126,0	52,7	20	39	2	61	2,00	6,0	69	2,8
9у-11-1	42,0	1,71	72,0	10,00	420,0	689,0	0,20	3,0	137,8	2067,0	90,0	64,8	31,3	15	34	2	51	2,30	6,0	80	3,2
10к-8-1	6,0	2,50	15,0	7,00	42,0	69,0	0,20	3,0	13,8	207,0	90,0	13,5	65,2	2	6	1	9	3,00	6,0	60	2,4
24к-6-4	44,0	2,61	115,0	9,00	396,0	649,0	0,20	3,0	129,8	1947,0	90,0	103,5	53,2	16	37	2	55	2,30	6,0	70	2,8
10к-11-1	10,0	1,42	14,0	6,00	60,0	98,0	0,20	3,0	19,6	294,0	90,0	12,6	42,9	3	8	1	12	2,70	6,0	57	2,3
9у-6-1	47,0	1,65	78,0	8,00	376,0	617,0	0,20	3,0	123,4	1851,0	90,0	70,2	37,9	17	24	2	43	1,40	6,0	63	2,5
24к-7-1	32,0	5,68	182,0	7,00	224,0	367,0	0,20	3,0	73,4	1101,0	90,0	163,8	148,8	9	35	2	46	3,90	6,0	71	2,8
5у-5-1	3,0	1,76	5,0	11,00	33,0	54,0	0,20	3,0	10,8	162,0	90,0	4,5	27,8	2	4	0	6	2,00	6,0	47	1,9
24к-8-1	28,0	1,16	32,0	10,00	280,0	459,0	0,20	3,0	91,8	1377,0	90,0	28,8	20,9	12	42	2	56	3,50	6,0	66	2,7
1к-7-3	10,0	1,80	18,0	14,00	140,0	230,0	0,20	3,0	46,0	690,0	90,0	16,2	23,5	8	19	2	29	2,40	6,0	50	2,0
9у-15-2	31,0	2,38	74,0	14,00	434,0	712,0	0,20	3,0	142,4	2136,0	90,0	66,6	31,2	17	31	2	50	1,80	6,0	73	2,9
9у-14-1	23,0	1,26	29,0	7,00	161,0	264,0	0,20	3,0	52,8	792,0	90,0	26,1	33,0	8	20	2	30	2,50	6,0	57	2,3
9у-15-1	31,0	2,09	65,0	10,00	310,0	508,0	0,20	3,0	101,6	1524,0	90,0	58,5	38,4	13	26	2	41	2,00	6,0	68	2,7
9у-13-2	29,0	0,89	26,0	8,00	232,0	380,0	0,20	3,0	76,0	1140,0	90,0	23,4	20,5	10	22	2	34	2,20	6,0	66	2,6
9у-10-1	28,0	1,90	53,0	10,00	280,0	459,0	0,20	3,0	91,8	1377,0	90,0	47,7	34,6	12	36	2	50	3,00	6,0	66	2,7
9у-16-1	46,0	1,60	74,0	10,00	460,0	754,0	0,20	3,0	150,8	2262,0	90,0	66,6	29,4	17	39	2	58	2,30	6,0	77	3,1
9у-15-3	29,0	2,09	61,0	9,00	261,0	428,0	0,20	3,0	85,6	1284,0	90,0	54,9	42,8	10	24	2	36	2,40	6,0	74	3,0
1к-7-2	20,0	1,80	36,0	7,00	140,0	230,0	0,20	3,0	46,0	690,0	90,0	32,4	47,0	7	17	2	26	2,40	6,0	57	2,3
1к-7-1	36,0	1,80	65,0	9,00	324,0	531,0	0,20	3,0	106,2	1593,0	90,0	58,5	36,7	13	37	2	52	2,80	6,0	71	2,8
1к-8-1	15,0	1,21	18,0	11,00	165,0	271,0	0,20	3,0	54,2	813,0	90,0	16,2	19,9	9	27	1	37	3,00	6,0	52	2,1
24к-9-1	20,0	6,02	120,0	14,00	280,0	459,0	0,20	3,0	91,8	1377,0	90,0	108,0	78,4	10	30	2	42	3,00	6,0	80	3,2
9у-16-2	45,0	1,64	74,0	11,00	495,0	812,0	0,20	3,0	162,4	2436,0	90,0	66,6	27,3	18	28	2	48	1,60	6,0	78	3,1
24к-3-2	13,0	2,92	38,0	12,00	156,0	256,0	0,20	3,0	51,2	768,0	90,0	34,2	44,5	7	15	1	23	2,10	6,0	63	2,5
6у-19-2	16,0	3,39	54,0	15,00	240,0	394,0	0,20	3,0	78,8	1182,0	90,0	48,6	41,1	13	17	0	30	1,30	6,0	53	2,1
24к-3-1	3,0	2,66	8,0	12,00	36,0	59,0	0,20	3,0	11,8	177,0	90,0	7,2	40,7	2	6	0	8	3,00	6,0	51	2,0
6у-19-1	6,0	3,44	21,0	11,00	66,0	108,0	0,20	3,0	21,6	324,0	90,0	18,9	58,3	3	5	0	8	1,70	6,0	63	2,5
9у-19-1	28,0	1,11	31,0	10,00	280,0	459,0	0,20	3,0	91,8	1377,0	90,0	27,9	20,3	12	27	2	41	2,30	6,0	66	2,7
9у-17-1	21,0	1,64	34,0	10,00	210,0	344,0	0,20	3,0	68,8	1032,0	90,0	30,6	29,7	9	22	1	32	2,40	6,0	66	2,7
2у-6-1	12,0	2,76	33,0	10,00	120,0	197,0	0,20	3,0	39,4	591,0	90,0	29,7	50,3	6	16	1	23	2,70	6,0	57	2,3
6у-14-1	14,0	1,41	20,0	12,00	168,0	276,0	0,20	3,0	55,2	828,0	90,0	18,0	21,7	7	15	1	23	2,10	6,0	68	2,7
6у-11-1	29,0	4,00	116,0	12,00	348,0	571,0	0,20	3,0	114,2	1713,0	90,0	104,4	60,9	13	27	2	42	2,10	6,0	76	3,1
24к-7-2	44,0	5,68	250,0	7,00	308,0	505,0	0,20	3,0	101,0	1515,0	90,0	225,0	148,5	14	24	2	40	1,70	6,0	63	2,5
5у-6-1	14,0	1,47	21,0	6,00	84,0	138,0	0,20	3,0	27,6	414,0	90,0	18,9	45,7	5	15	1	21	3,00	6,0	48	1,9
9у-19-2	32,0	1,09	35,0	10,00	320,0	525,0	0,20	3,0	105,0	1575,0	90,0	31,5	20,0	13	19	2	34	1,50	6,0	70	2,8
9у-4-1	24,0	1,33	32,0	9,00	216,0	354,0	0,20	3,0	70,8	1062,0	90,0	28,8	27,1	10	22	2	34	2,20	6,0	61	2,5
9у-4-2	34,0	2,50	85,0	13,00	442,0	725,0	0,20	3,0	145,0	2175,0	90,0	76,5	35,2	17	31	2	50	1,80	6,0	74	3,0
9у-18-1	44,0	2,20	97,0	10,00	440,0	722,0	0,20	3,0	144,4	2166,0	90,0	87,3	40,3	16	50	2	68	3,10	6,0	78	3,1
24к-2-6	38,0	4,89	186,0	9,00	342,0	561,0	0,20	3,0	112,2	1683,0	90,0	167,4	99,5	12	34	2	48	2,80	6,0	81	3,2
2у-5-1	4,0	2,05	8,0	13,00	52,0	85,0	0,20	3,0	17,0	255,0	90,0	7,2	28,2	3	8	0	11	2,70	6,0	49	2,0
9у-4-4	31,0	1,87	58,0	13,00	403,0	661,0	0,20	3,0	132,2	1983,0	90,0	52,2	26,3	16	43	2	61	2,70	6,0	72	2,9
24к-1-2	44,0	1,93	85,0	9,00	396,0	649,0	0,20	3,0	129,8	1947,0	90,0	76,5	39,3	15	25	2	42	1,70	6,0	75	3,0
9у-3-4	19,0	1,78	34,0	8,00	152,0	249,0	0,20	3,0	49,8	747,0	90,0	30,6	41,0	7	16	1	24	2,30	6,0	62	2,5
24к-1-3	53,0	1,93	102,0	9,00	477,0	782,0	0,20	3,0	156,4	2346,0	90,0	91,8	39,1	17	27	2	46	1,60	6,0	80	3,2
24к-1-4	36,0	1,94	70,0	8,00	288,0	472,0	0,20	3,0	94,4	1416,0	90,0	63,0	44,5	13	21	2	36	1,60	6,0	63	2,5
24к-1-5	17,0	1,88	32,0	8,00	136,0	223,0	0,20	3,0	44,6	669,0	90,0	28,8	43,0	7	18	1	26	2,60	6,0	55	2,2
5у-4-1	8,0	1,37	11,0	8,00	64,0	105,0	0,20	3,0	21,0	315,0	90,0	9,9	31,4	4	8	1	13	2,00	6,0	46	1,8
24к-1-1	48,0	1,93	93,0	9,00	432,0	708,0	0,20	3,0	141,6	2124,0	90,0	83,7	39,4	17	37	2	56	2,20	6,0	72	2,9
9у-4-3	33,0	2,51	83,0	13,00	429,0	704,0	0,20	3,0	140,8	2112,0	90,0	74,7	35,4	18	42	2	62	2,30	6,0	68	2,7
6у-24-1	2,0	1,72	3,0	8,00	16,0	26,0	0,20	3,0	5,2	78,0	90,0	2,7	34,6	1	3	0	4	3,00	6,0	45	1,8
9у-3-2	27,0	1,77	48,0	8,00	216,0	354,0	0,20	3,0	70,8	1062,0	90,0	43,2	40,7	11	28	2	41	2,50	6,0	56	2,2
9у-2-3	46,0	1,80	83,0	11,00	506,0	830,0	0,20	3,0	166,0	2490,0	90,0	74,7	30,0	19	40	2	61	2,10	6,0	76	3,0

Продолжение табл. 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
9у-4-5	49,0	1,32	65,0	9,00	441,0	723,0	0,20	3,0	144,6	2169,0	90,0	58,5	27,0	17	34	2	53	2,00	6,0	74	3,0
9у-3-3	36,0	1,77	64,0	8,00	288,0	472,0	0,20	3,0	94,4	1416,0	90,0	57,6	40,7	15	19	2	36	1,30	6,0	55	2,2
5у-3-1	16,0	1,24	20,0	10,00	160,0	262,0	0,20	3,0	52,4	786,0	90,0	18,0	22,9	7	22	1	30	3,10	6,0	65	2,6
24к-2-4	30,0	4,89	147,0	9,00	270,0	443,0	0,20	3,0	88,6	1329,0	90,0	132,3	99,5	12	22	2	36	1,80	6,0	64	2,6
2у-8-1	4,0	1,71	7,0	13,00	52,0	85,0	0,20	3,0	17,0	255,0	90,0	6,3	24,7	3	8	0	11	2,70	6,0	49	2,0
9у-3-5	31,0	1,77	55,0	8,00	248,0	407,0	0,20	3,0	81,4	1221,0	90,0	49,5	40,5	11	22	2	35	2,00	6,0	64	2,6
24к-2-5	43,0	4,89	210,0	9,00	387,0	635,0	0,20	3,0	127,0	1905,0	90,0	189,0	99,2	18	34	2	54	1,90	6,0	61	2,4
2у-1-1	3,0	5,22	16,0	8,00	24,0	39,0	0,20	3,0	7,8	117,0	90,0	14,4	123,1	2	7	0	9	3,50	6,0	34	1,4
24к-2-1	15,0	4,89	73,0	9,00	135,0	221,0	0,20	3,0	44,2	663,0	90,0	65,7	99,1	6	16	1	23	2,70	6,0	64	2,6
24к-2-2	12,0	4,89	59,0	9,00	108,0	177,0	0,20	3,0	35,4	531,0	90,0	53,1	100,0	6	13	2	21	2,20	6,0	51	2,0
2у-7-1	5,0	2,61	13,0	16,00	80,0	131,0	0,20	3,0	26,2	393,0	90,0	11,7	29,8	4	9	0	13	2,30	6,0	57	2,3
2у-9-1	4,0	3,02	12,0	9,00	36,0	59,0	0,20	3,0	11,8	177,0	90,0	10,8	61,0	2	6	0	8	3,00	6,0	51	2,0
9у-2-4	39,0	1,82	71,0	11,00	429,0	704,0	0,20	3,0	140,8	2112,0	90,0	63,9	30,3	17	36	2	55	2,10	6,0	72	2,9
9у-2-1	28,0	2,71	76,0	19,00	532,0	872,0	0,20	3,0	174,4	2616,0	90,0	68,4	26,1	20	44	2	66	2,20	6,0	76	3,0
9у-2-5	36,0	1,83	66,0	11,00	396,0	649,0	0,20	3,0	129,8	1947,0	90,0	59,4	30,5	16	38	2	56	2,40	6,0	70	2,8
9у-2-6	20,0	1,85	37,0	11,00	220,0	361,0	0,20	3,0	72,2	1083,0	90,0	33,3	30,7	10	27	2	39	2,70	6,0	63	2,5
9у-3-1	43,0	1,76	76,0	10,00	430,0	705,0	0,20	3,0	141,0	2115,0	90,0	68,4	32,3	16	28	2	46	1,80	6,0	76	3,1
9у-1-4	27,0	3,25	88,0	15,00	405,0	664,0	0,20	3,0	132,8	1992,0	90,0	79,2	39,8	16	50	2	68	3,10	6,0	72	2,9
9у-2-2	51,0	1,80	92,0	10,00	510,0	836,0	0,20	3,0	167,2	2508,0	90,0	82,8	33,0	17	32	2	51	1,90	6,0	85	3,4
9у-1-1	49,0	1,88	92,0	14,00	686,0	1125,0	0,20	3,0	225,0	3375,0	90,0	82,8	24,5	25	51	2	78	2,00	6,0	78	3,1
9у-1-2	46,0	1,88	86,0	14,00	644,0	1056,0	0,20	3,0	211,2	3168,0	90,0	77,4	24,4	23	48	2	73	2,10	6,0	80	3,2
9у-1-3	40,0	3,32	133,0	15,00	600,0	984,0	0,20	3,0	196,8	2952,0	90,0	119,7	40,5	24	46	2	72	1,90	6,0	71	2,8
4к-1-2	12,0	2,23	27,0	14,00	168,0	276,0	0,20	3,0	55,2	828,0	90,0	24,3	29,3	10	27	1	38	2,70	6,0	48	1,9
2к-7-1	27,0	2,50	68,0	15,00	405,0	664,0	0,20	3,0	132,8	1992,0	90,0	61,2	30,7	16	42	2	60	2,60	6,0	72	2,9
4к-1-1	6,0	2,20	13,0	14,00	84,0	138,0	0,20	3,0	27,6	414,0	90,0	11,7	28,3	4	8	0	12	2,00	6,0	60	2,4
24к-2-3	32,0	4,89	156,0	9,00	288,0	472,0	0,20	3,0	94,4	1416,0	90,0	140,4	99,2	13	23	2	38	1,80	6,0	63	2,5
2к-9-2	17,0	1,97	33,0	10,00	170,0	279,0	0,20	3,0	55,8	837,0	90,0	29,7	35,5	10	21	2	33	2,10	6,0	48	1,9
2у-9-3	15,0	2,98	45,0	9,00	135,0	221,0	0,20	3,0	44,2	663,0	90,0	40,5	61,1	7	16	1	24	2,30	6,0	55	2,2
2к-9-1	28,0	1,97	55,0	10,00	280,0	459,0	0,20	3,0	91,8	1377,0	90,0	49,5	35,9	14	29	2	45	2,10	6,0	57	2,3
2у-10-1	30,0	1,26	38,0	9,00	270,0	443,0	0,20	3,0	88,6	1329,0	90,0	34,2	25,7	14	38	2	54	2,70	6,0	55	2,2
4у-3-1	5,0	3,61	18,0	10,00	50,0	82,0	0,20	3,0	16,4	246,0	90,0	16,2	65,9	3	5	0	8	1,70	6,0	47	1,9
4у-6-1	17,0	6,79	115,0	12,00	204,0	335,0	0,20	3,0	67,0	1005,0	90,0	103,5	103,0	9	18	1	28	2,00	6,0	65	2,6
4у-9-1	15,0	1,00	15,0	14,00	210,0	344,0	0,20	3,0	68,8	1032,0	90,0	13,5	13,1	10	23	2	35	2,30	6,0	60	2,4
2у-4-1	7,0	8,19	57,0	11,00	77,0	126,0	0,20	3,0	25,2	378,0	90,0	51,3	135,7	4	8	1	13	2,00	6,0	55	2,2
2у-9-4	8,0	3,02	24,0	9,00	72,0	118,0	0,20	3,0	23,6	354,0	90,0	21,6	61,0	4	11	1	16	2,80	6,0	51	2,0
6у-10-1	47,0	3,51	165,0	11,00	517,0	848,0	0,20	3,0	169,6	2544,0	90,0	148,5	58,4	17	36	2	55	2,10	6,0	87	3,5
5у-4-3	4,0	1,36	5,0	12,00	48,0	79,0	0,20	3,0	15,8	237,0	90,0	4,5	19,0	3	12	0	15	4,00	6,0	46	1,8
5у-4-2	8,0	1,29	10,0	12,00	96,0	157,0	0,20	3,0	31,4	471,0	90,0	9,0	19,1	5	11	1	17	2,20	6,0	55	2,2
5у-3-2	6,0	1,22	7,0	10,00	60,0	98,0	0,20	3,0	19,6	294,0	90,0	6,3	21,4	3	6	0	9	2,00	6,0	57	2,3
Итого	3325,0	2,31	7693,0	10,00	33811,0	55415,0	0,20	3,0	11083,0	166245,0	90,0	6923,7	41,6	1391	3079	190	4660	2,20	6,0	69	2,8

5.4. Горно-подготовительные работы

В соответствии с производственной программой ТОО «Казатомпром - SaUran» (табл. 4.1), настоящим проектом предусматривается график проведения горно-подготовительных работ.

График проведения ГПР включает в себя следующие виды работ:

- бурение и сооружение скважин;
- обвязку технологических блоков полигона добычных скважин трубопроводами и внутриблочную обвязку скважин;
- закисление вновь вводимых в работу блоков;
- собственно добычу урана.

График ГПР составлен с учётом:

- положений Рабочей программы к Контракту;
- планируемой мощности перерабатывающего комплекса;
- необходимости бурения и сооружения технологических и наблюдательных скважин для прироста запасов, которые обеспечат выполнение производственной программы;

Ниже приведены проектные графики ГПР до 2044 года включительно (таблица 5.3).

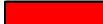
Таблица № 5.3.

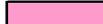
Проектный график проведения горно-подготовительных работ на 2026-2044 г.г.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2026 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	735с	13	20	2	35												
2	733н	27	57	2	86												
3	8у-3-1	2	7	0	9												
4	742	13	21	2	36												
5	737с	20	30	2	52												
6	8у-6-1	7	22	2	31												
7	9у-7а-1	13	29	2	44												
8	7у-5-1	4	15	1	20												
Итого		99	201	13	313												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2027 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	7у-5-1																
2	9у-7а-2	16	25	2	43												
3	10к-1-1	7	14	1	22												
4	7у-5-2	2	4	0	6												
5	10к-2-2	6	8	1	15												
6	24к-4-1	15	38	2	55												
7	10к-3-2	3	8	1	12												
8	9у-8-4	18	27	2	47												
9	9у-8-3	18	44	2	64												
10	10к-4-1	4	12	1	17												
Итого					281												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2028 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	9у-8-3																
2	10к-4-1																
3	9у-8-1	13	38	2	53												
4	9у-13-1	14	35	2	51												
5	7у-6-1	3	9	0	12												
6	9у-9-2	11	18	2	31												
7	7у-6-3	1	2	0	3												
8	9у-8-2	14	30	2	46												
9	7у-6-2	2	6	0	8												
10	10к-9-1	3	11	1	15												
11	9у-9-1	13	29	2	44												
12	10к-10-1	5	14	1	20												
Итого		79	192	12	283												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2029 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	10к-10-1																
2	24к-5-1	14	40	2	56												
3	24к-6-1	12	27	2	41												
4	24к-5-2	16	44	2	62												
5	10к-7-1	13	28	2	43												
Итого		55	139	8	202												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2020 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	24к-5-2																
2	10к-7-1																
3	9у-12-1	15	35	2	52												
4	9у-12-2	11	19	2	32												
5	9у-10-2	11	33	2	46												
6	9у-5а-1	16	34	2	52												
7	24к-6-2	14	24	2	40												
8	24к-6-3	14	30	2	46												
Итого		81	175	12	268												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2021 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	24к-6-3																
2	24к-6-5	20	39	2	61												
3	9у-11-1	15	34	2	51												
4	10к-8-1	2	6	1	9												
5	24к-6-4	16	37	2	55												
6	10к-11-1	3	8	1	12												
7	9у-6-1	17	24	2	43												
Итого		73	148	10	231												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2022 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	10к-11-1																
2	9у-6-1																
3	24к-7-1	9	35	2	46												
4	5у-5-1	2	4	0	6												
5	24к-8-1	12	42	2	56												
6	1к-7-3	8	19	2	29												
7	9у-15-2	17	31	2	50												
8	9у-14-1	8	20	2	30												
9	9у-15-1	13	26	2	41												
10	9у-13-2	10	22	2	34												
Итого		79	199	14	292												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2023 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	9у-14-1																
2	9у-15-1																
3	9у-13-2																
4	9у-10-1	12	36	2	50												
5	9у-16-1	17	39	2	58												
6	9у-15-3	10	24	2	36												
7	1к-7-2	7	17	2	26												
8	1к-7-1	13	37	2	52												
9	1к-8-1	9	27	1	37												
10	24к-9-1	10	30	2	42												
Итого		78	210	13	301												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2024 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	1к-7-1																
2	1к-8-1																
3	24к-9-1																
4	9у-16-2	18	28	2	48												
5	24к-3-2	7	15	1	23												
6	6у-19-2	13	17	0	30												
7	24к-3-1	2	6	0	8												
8	6у-19-1	3	5	0	8												
9	9у-19-1	12	27	2	41												
10	9у-17-1	9	22	1	32												
11	2у-6-1	6	16	1	23												
12	6у-14-1	7	15	1	23												
13	6у-11-1	13	27	2	42												
Итого		90	178	10	278												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

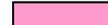
Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2025 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	2у-6-1				0												
2	6у-14-1				0												
3	6у-11-1				0												
4	24к-7-2	14	24	2	40												
5	5у-6-1	5	15	1	21												
6	9у-19-2	13	19	2	34												
7	9у-4-1	10	22	2	34												
8	9у-4-2	17	31	2	50												
Итого		59	111	9	179												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2036 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	9у-19-2																
2	9у-4-1																
3	9у-4-2																
4	9у-18-1	16	50	2	68												
5	24к-2-6	12	34	2	48												
6	2у-5-1	3	8	0	11												
7	9у-4-4	16	43	2	61												
8	24к-1-2	15	25	2	42												
Итого		62	160	8	230												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2037 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	9у-4-4																
2	24к-1-2																
3	9у-3-4	7	16	1	24												
4	24к-1-3	17	27	2	46												
5	24к-1-4	13	21	2	36												
6	24к-1-5	7	18	1	26												
7	5у-4-1	4	8	1	13												
8	24к-1-1	17	37	2	56												
9	9у-4-3	18	42	2	62												
10	6у-24-1	1	3	0	4												
Итого		84	172	11	267												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2038 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	24к-1-1																
2	9у-4-3																
3	6у-24-1																
4	9у-3-2	11	28	2	41												
5	9у-2-3	19	40	2	61												
6	9у-4-5	11	22	2	35												
7	9у-3-3	12	22	2	36												
8	5у-3-1	7	22	1	30												
9	24к-2-4	17	34	2	53												
Итого		77	168	11	256												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2019 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	5у-3-1																
2	24к-2-4																
3	2у-8-1	3	8	0	11												
4	9у-3-5	15	19	2	36												
5	24к-2-5	18	34	2	54												
6	2у-1-1	2	7	0	9												
7	24к-2-1	6	16	1	23												
8	24к-2-2	6	13	2	21												
9	2у-7-1	4	9	0	13												
Итого		54	106	7	167												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2040 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	2у-1-1																
2	24к-2-1																
3	24к-2-2																
4	2у-7-1																
5	2у-9-1	2	6	0	8												
6	9у-2-4	17	36	2	55												
7	9у-2-1	20	44	2	66												
8	9у-2-5	16	38	2	56												
9	9у-2-6	10	27	2	39												
10	9у-3-1	16	28	2	46												
11	9у-1-4	16	50	2	68												
Итого		97	229	12	338												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2041 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	9у-2-6																
2	9у-3-1				0												
3	9у-1-4				0												
4	9у-2-2	17	32	2	51												
5	9у-1-1	25	51	2	78												
6	9у-1-2	23	48	2	73												
7	9у-1-3	24	46	2	72												
8	4к-1-2	10	27	1	38												
Итого		99	204	9	312												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2042 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	9у-1-3																
2	4к-1-2																
3	2к-7-1	16	42	2	60												
4	4к-1-1	4	8	0	12												
5	24к-2-3	13	23	2	38												
6	2к-9-2	10	21	2	33												
7	2у-9-3	7	16	1	24												
8	2к-9-1	14	29	2	45												
9	2у-10-1	14	38	2	54												
10	4у-3-1	3	5	0	8												
Итого		81	182	11	274												

 бурение

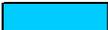
 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2043 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	2к-9-2																
2	2у-9-3																
3	2к-9-1																
4	2у-10-1																
5	4у-3-1																
6	4у-6-1	9	18	1	28												
7	4у-9-1	10	23	2	35												
8	2у-4-1	4	8	1	13												
9	2у-9-4	4	11	1	16												
10	6у-10-1	17	36	2	55												
11	5у-4-3	3	12	0	15												
12	5у-4-2	5	11	1	17												
13	5у-3-2	3	6	0	9												
Итого		55	125	8	188												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

Продолжение табл. 5.3.

№ п/п	Техн. блок	количество скважин				2044 год											
						I - кв			II - кв			III - кв			IV - кв		
		отк.	закач.	набл.	Всего	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	6у-10-1																
2	5у-4-3																
3	5у-4-2																
4	5у-3-2																
Итого		0	0	0	0												

 бурение

 обвязка

 закисление

 добыча

5.5. Бурение и сооружение скважин

На месторождении Канжуган предусматривается сооружение технологических скважин, которые по своему целевому назначению подразделяются:

- откачные скважины для, подъёма продуктивных растворов из закисленного рудного тела на поверхность;
- закачные скважины, для подачи выщелачивающих растворов (ВР) в рудное тело;
- наблюдательные скважины, для контроля процесса ПСВ и мониторинга состояния природных вод.

Сооружение технологических скважин будет проводиться буровыми станками ЗИФ-1200.

Средняя глубина скважин на проектируемом участке промышленной добычи, составляет 300 м

Помимо бурения технологических скважин Проектом предусмотрено бурение 1000-и скважин эксплуатационной разведки и 500 контрольных скважин.

График проведения буровых работ

Исходя из средней глубины технологических и наблюдательных скважин, геологических свойств разреза месторождения и прогнозируемой плановой производительности сооружения скважин (4 скв./мес.), в соответствии с графиком бурения определена ориентировочная потребность в буровых агрегатах на технологическое бурение.

Проектный график бурения технологических и наблюдательных скважин с разбивкой по годам, назначению и объёмам приведен в таблице № 5.4.

Таблица № 5.4.

Проектный график бурения скважин

Ед. измер.	Количество технологических скважин			Всего	Эксплуатационная разведка	Контрольные скважины	Итого
	откачные	закачные	наблюдательные				
1	2	3	4	5	6	7	8
2026 год							
скважин	99	201	13	313	80	0	393
пог. м.	29700	60300	3900	93900	24000	0	117900
Потребность в буровых агрегатах				6,0	2,0	0,0	8,0
2027 год							
скважин	89	180	12	281	80	0	361
пог. м.	26700	54000	3600	84300	24000	0	108300
Потребность в буровых агрегатах				6,0	2,0	0,0	8,0
2028 год							
скважин	79	192	12	283	80	0	363
пог. м.	23700	57600	3600	84900	24000	0	108900
Потребность в буровых агрегатах				6,0	2,0	0,0	8,0
2029 год							
скважин	55	139	8	202	80	0	282
пог. м.	16500	41700	2400	60600	24000	0	84600
Потребность в буровых агрегатах				4,0	2,0	0,0	6,0
2030 год							
скважин	81	175	12	268	80	0	348
пог. м.	24300	52500	3600	80400	24000	0	104400
Потребность в буровых агрегатах				6,0	2,0	0,0	8,0
2031 год							
скважин	73	148	10	231	50	0	281
пог. м.	21900	44400	3000	69300	15000	0	84300
Потребность в буровых агрегатах				5,0	1,0	0,0	6,0
2032 год							
скважин	79	199	14	292	50	0	342
пог. м.	23700	59700	4200	87600	15000	0	102600
Потребность в буровых агрегатах				6,0	1,0	0,0	7,0

Продолжение табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8
2033 год							
скважин	78	210	13	301	50	0	351
пог. м.	23400	63000	3900	90300	15000	0	105300
Потребность в буровых агрегатах				6,0	1,0	0,0	7,0
2034 год							
скважин	90	178	10	278	50	40	368
пог. м.	27000	53400	3000	83400	15000	12000	110400
Потребность в буровых агрегатах				6,0	1,0	1,0	8,0
2035 год							
скважин	59	111	9	179	50	40	269
пог. м.	17700	33300	2700	53700	15000	12000	80700
Потребность в буровых агрегатах				4,0	1,0	1,0	6,0
2036 год							
скважин	62	160	8	230	50	40	320
пог. м.	18600	48000	2400	69000	15000	12000	96000
Потребность в буровых агрегатах				5,0	1,0	1,0	7,0
2037 год							
скважин	84	172	11	267	50	40	357
пог. м.	25200	51600	3300	80100	15000	12000	107100
Потребность в буровых агрегатах				5,0	1,0	1,0	7,0
2038 год							
скважин	77	168	11	256	50	40	346
пог. м.	23100	50400	3300	76800	15000	12000	103800
Потребность в буровых агрегатах				5,0	1,0	1,0	7,0
2039 год							
скважин	54	106	7	167	50	40	257
пог. м.	16200	31800	2100	50100	15000	12000	77100
Потребность в буровых агрегатах				3,0	1,0	1,0	5,0
2040 год							
скважин	97	229	12	338	50	40	428
пог. м.	29100	68700	3600	101400	15000	12000	128400
Потребность в буровых агрегатах				7,0	1,0	1,0	9,0
2041 год							
скважин	99	204	9	312	50	40	402
пог. м.	29700	61200	2700	93600	15000	12000	120600
Потребность в буровых агрегатах				6,0	1,0	1,0	8,0

Продолжение табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8
2042 год							
скважин	81	182	11	274	50	30	354
пог. м.	24300	54600	3300	82200	15000	9000	106200
Потребность в буровых агрегатах				6,0	1,0	1,0	8,0
2043 год							
скважин	55	125	8	188	0	30	218
пог. м.	16500	37500	2400	56400	0	9000	65400
Потребность в буровых агрегатах				4,0	0,0	1,0	5,0
2044 год							
скважин	0	0	0	0	0	30	30
пог. м.	0	0	0	0	0	9000	9000
Потребность в буровых агрегатах				0,0	0,0	1,0	1,0
2045 год							
скважин	0	0	0	0	0	30	30
пог. м.	0	0	0	0	0	9000	9000
Потребность в буровых агрегатах				0,0	0,0	1,0	1,0
2046 год							
скважин	0	0	0	0	0	30	30
пог. м.	0	0	0	0	0	9000	9000,0
Потребность в буровых агрегатах				0,0	0,0	1,0	1,0
2047 год							
скважин	0	0	0	0	0	30	30
пог. м.	0	0	0	0	0	9000	9000
Потребность в буровых агрегатах				0,0	0,0	1,0	1,0
Всего за период 2026-2047 г.г.							
скважин	1391	3079	190	4660	1000	500	6160
пог. м.	417300	923700	57000	1398000	300000	150000	1848000

Типы и конструкции скважин

Конструктивно скважины представляют собой колонну, состоящую из оголовка, обсадной колонны, фильтра и отстойника (Рис. 3).

При сооружении скважин используются:

- для откачных скважин обсадные колонны из ПВХ-195x14 мм, общей длиной ≈ 70 м, далее ПВХ-90x8 мм с фильтрами ЩКДФ-118/0,5;

- для закачных и наблюдательных скважин обсадные колонны из ПВХ-90x8 мм с фильтрами ЩКДФ-118/0,5.

Длина фильтра технологических скважин зависит от рудной мощности добычного блока и определяется геолого-технологической службой рудника для каждой скважины на основе результатов ГИС и с учетом динамики движения технологических растворов, включая гравитационное опускание. Учитывая общий опыт работ ПСВ, оптимальная длина - работающего фильтра должна быть в пределах 6 м.

Предложенные конструкции скважин могут быть изменены в ходе выполнения ГПР. Это будет определяться результатами по совершенствованию технологии бурения.

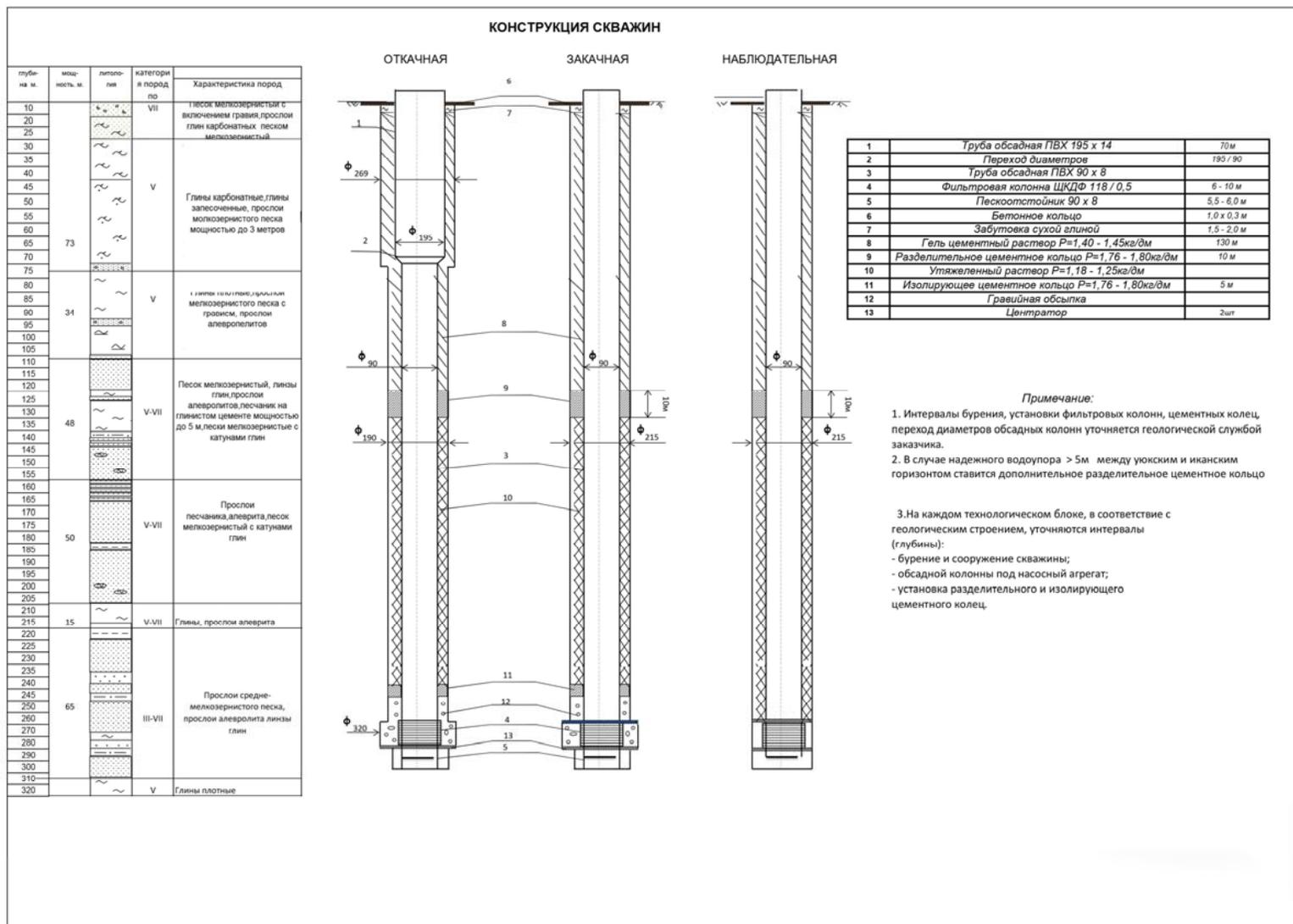


Рис. 3. Конструкция откачной, закачной и наблюдательной скважины.

Процесс сооружения скважин

Технология бурения и сооружения технологических (откачных, закачных) и наблюдательных скважин производится по следующим регламентам.

РЕГЛАМЕНТ

сооружения и освоения откачной, закачной (наблюдательной) скважин

Таблица 5.5.

Этапы работ, основные требования	Последовательность и технология выполняемых работ	Примечания
1. Подготовка площадки под буровой агрегат	Исполнитель собственными силами подготавливает, горизонтальную площадку для бурового агрегата и каротажной станции, буровые зумпфы для промывочной жидкости, из трех изолированных частей, общим объемом не менее полуторного объема скважины.	Работы выполняются вспомогательной службой экспедиции № 5
2. Установка бурового агрегата на скважину	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 центровку бурового агрегата, устройство устья скважины, циркуляционной системы, приведение в рабочее состояние механизмов и оборудования.	Размещение оборудования проводятся согласно схемы
3. Бурение пилот скважины. Допустимое отклонение оси скважины от вертикали 1градус tg угла на 100м.	0-25м интервал бурение производится гидромониторным пикобуром \varnothing -161мм, при этом применяется следующая компоновка бурильной колонны (УБТ- 73, 89мм, длиной 6-12 метров, СБТМ-50мм. Ребристая штанга до уверенного входа породы глины не применяется. Режимы бурения: Р-200÷300 кгс п-85,5÷104 об/мин, Q-200÷250 л/мин. В качестве промывочной жидкости в интервале 0-25м, используется глинистый раствор взятый с предыдущей скважины в объеме 8м ³ , с параметрами: g-1,14÷1,2 г/см ³ , В-25÷30 см ³ /30мин, Т-37-40сек, П<4%. Внимание: на залеже 4у в интервале 8-12м. возможно поглощение бурового раствора. Строго следить за параметрами бурового раствора. После бурения верхних отложений производится последовательная разбурка данного интервала до диаметра -190мм. Для совершения повторной центровки.	

	<p>Производится перецентрировка бурового агрегата.</p> <p>С 25м.-до проектной глубины интервал бурение производится ПРИ П/Б-161мм или БИТ-161мм. при этом применяется следующая компоновка бурильной колонны (УБТ- 73, 89мм, длиной 6-12 метров, ребристая штанга, диаметр ребристой штанги Ø-159мм, L-10-14м. Режимы бурения: Р-200÷400 кгс n-166÷203 об/мин, Q-200÷250 л/мин. В процессе бурения в наработанный глинистый раствор периодически добавляется техническая вода для поддержания следующих параметров глинистого раствора g-1,06÷1,10 г/см³, В-25÷30 см³/30мин, Т-30÷35сек, П<4%. Внимание: в интервале чаганских (набухающих) глин запрещается использование технической воды, во избежании осложнения.</p>	
4.Первичные геофизические исследования в скважине	<p>Перед проведением первичных ГИС скважина промывается глинистым раствором, с параметрами g-1,1÷1,12 г/см³, В-20÷25 см³/30мин, Т-32÷37сек, П<4% и прорабатывается в местах возможного образования глинистых сальников.</p>	<p>Контроль отклонения скважины, уточнение интервалов рудной зоны и установка цем кольца.</p>
5.Поэтапное разбуривание ствола пилот скважины до проектной глубины.	<p>Разбурка пилот – скважины производится шарошечным долотом типа М или С. На закачных скважинах Ø-190мм. разбуривается интервал 0-300 м.</p> <p>На откачных скважинах Ø-269мм. Под трубы ПВХ-190/14мм. разбуривается интервал 0-70 м.</p> <p>В качестве промывочной жидкости - глинистый раствор с параметрами:g-1,06÷1,12 г/см³, В-25÷30 см³/30мин, Т- 32÷35 сек, П<4.</p> <p>Для поддержания выше указанных параметров глинистого раствора, в зумпф добавляется техническая вода. Избыточный глинистый раствор вывозится на шлам хранилище. Разбурка ведётся в режимах: Р-400÷500 кг/с n-166÷203 об/мин, Q-200÷250 л/мин.</p>	

<p>6.Расширение фильтровой зоны технологической скважины</p>	<p>Перед расширением перейти на малоглинистый раствор с параметрами: $\gamma=1,07-1,09\text{г/см}^3$, $T=30-35\text{сек}$; $V=25-30\text{ см}^3/30\text{ мин}$. $\Pi<4\%$.</p> <p>Расширение производить шести лопастным разбурником $\varnothing-190$ или двух секционными пяти лопастным расширителем с боковой промывкой $\varnothing-173-189\text{мм}$ при $P=200-300\text{ кгс}$, $Q=200-250\text{ л/мин}$, $N=200-260\text{ об/мин}$ по схеме «сверху-вниз». Очистка глинистого раствора производится через зумпф-ловушку.</p> <p>Состав компоновки шести лопастной разбурник $\varnothing-190$, СБТМ-50мм без УБТ.</p>	<p>Интервал зоны расширения выдаётся геологической службой заказчика.</p>
<p>7. ГИС Кавернометрия. Проверка качества формирования камеры фильтровой зоны цилиндрической формы d не менее 320мм. определение объема обсыпки.</p>	<p>Проверка качества формирования камеры фильтровой зоны цилиндрической формы диаметром не менее 320 мм., для улучшения качества образования гравийного фильтра с сокращением времени контакта промывочной жидкости с продуктивным горизонтом и уменьшение зоны кольматации приствольной части технологической скважины.</p> <p>Объем гравийной обсыпки определяется по формуле:</p> $V_f = h_1 \frac{\pi(D_1^2 - D_0^2)}{4} + h_2 \frac{\pi(D_2^2 - D_0^2)}{4} + h_3 \frac{\pi(D_3^2 - D_\phi^2)}{4}, \text{ м}^3 \text{ где:}$ <p>h_1 – высота обсыпки гравием над фильтровой зоны, м.; D_1 – диаметр скважины над фильтровой зоны, м.; D_0 – диаметр обсадных труб, м.; h_2 – высота обсыпки гравием под фильтровой зоны, м.; D_2 – диаметр скважины под фильтровой зоны, м.; D_0 – диаметр обсадных труб отстойника, м.; h_3 – высота обсыпки гравием фильтровой зоны, м.; D_3 – диаметр скважины в фильтровой зоне, м.; D_ϕ – диаметр фильтров, м.</p> <p>Расход гравия на обсыпку определяется по формуле:</p> $V_f \cdot \gamma_f \cdot K_2, \text{ т.}$ <p>где: V_f – объем зоны гравийной обсыпки, м^3; γ_f – плотность гравия, т/м^3; K_2 – коэффициент кавернозности - 1,3</p>	
<p>8. Обсадка скважины Колонной обсадных труб. Допустимое отклонение фактического интервала установки фильтров от заданного – 1 м. Скорость спуска</p>	<p>Конструкция обсадной колонны и интервал установки фильтров задаются Заказчиком после обработки данных первичного каротажа. Для обсадки скважины применяются трубы ПВХ-90/8 и ПВХ-190/14, фильтра ЩКДФ-118/90 Перед обсадкой скважину тщательно проработать ш/д-190мм, промыть глинистым раствором с параметрами $\gamma=1,08-1,12\text{г/см}^3$, $T=32-35\text{сек}$; $V=30-35\text{ см}^3/30\text{ мин}$.</p> <p>Все составляющие обсадной колонны, отстойник, фильтр, обсадные трубы, переходники должны быть промерены по длине,</p>	

<p>Обсадной колонны не более 0,3-0,5 м/сек.</p>	<p>пронумерованы в порядке спуска в скважину и результаты занесены в буровой журнал. Спуск труб в скважину производить в строгой последовательности от первой до последней согласно нумерации. Перед обсадкой скважины проводится визуальный осмотр обсадных труб и фильтров с целью выявления видимых дефектов, проверка внутреннего диаметра труб ПВХ 90/8 шаблоном \varnothing-65мм длиной 300мм(муфта замка \varnothing-50), трубы ПВХ-190/14 калибром \varnothing125мм длиной 3000мм.</p> <p>Резьбовые соединения труб обсадной колонны герметизируются клей герметиком «Тангит» или герметиком – полиизобутилен. Отстойник колонны закрывается в нижней части герметично заглушкой. Длина отстойника технологических скважин, не зависимо от назначения по режиму эксплуатации, должна быть от 5,5м до 6м. Открытость отстойника должна быть не менее -4м, нижняя часть отстойника должна быть закрыта заглушкой из ПНД \varnothing110мм.</p> <p>Технологическая колонна на откачных: 0-70 м. - ПВХ-190/14; 70м- 300м.-ПВХ-90/8.</p> <p>На закачных: 0-300 м. - ПВХ-90/8.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ: Глубины бурения пилот скважин, интервалы установки фильтровых колонн, обсадных колонн отстойников в процессе работы уточняется службой Заказчика работ и отображается в ГТН. В приконтактных частях над и под фильтровой колонной на обсадных трубах устанавливаются полиэтиленовые центраторы (с целью центрирования положения фильтровой колонны в стволе скважины). После установки фильтровой колонны и обсадных труб в заданном интервале, обсадная колонна закрепляется с помощью хомута на устье скважины. Срез обсадной колонны должен быть снабжён заглушкой и выступать над поверхностью не менее чем на 0,3м. Размер щели между дисками 0,5 - 0,7мм. Обсадка производится под руководством бурового мастера, отвечающего за качество установки обсадной колонны.</p>	
<p>9. Геофизические исследования скважины. Проверка Целостности колонн, Проверка интервала установки фильтров.</p>	<p>Производится токовый каротаж сразу после установки обсадной и фильтровой колонн.</p>	<p>При наличии любых утечек тока выше 10% электрических параметров в обсадной и фильтровой колонне, обсадные трубы сразу извлекаются на</p>

		дневную поверхность.
10. Обсыпка фильтровой колонны Кислотостойким гравием, производится на откачных и закачных Скважинах сооружаемые на верхний 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 водоупоре (глинах) над фильтровой колонной, промыть затрубное пространство. Далее заглубить буровой снаряд до отстойника и промыть фильтровую зону в течении 10-15мин. Промывку затрубного пространства проводить до уравнивания давления растворов в затрубном пространстве и буровом снаряде. Нижняя часть бурильной колонны длиной 14м должна быть гладкоствольной, конец снаряда – закругленным. Затрубное пространство промывать гл. раствором с параметрами: $\rho=1,02-1,03\text{г/см}^3$; $T=28-30\text{сек}$. Обсыпку проводить через гидроэлеватор в три этапа снизу вверх поэтапно от низа фильтров. Интервал обсыпки 2-3 метров выше и ниже интервала установки фильтров (в соответствии с заданием). По окончании процесса обсыпки–3 часа ООГ.(ожидание оседания гравия).	
11. Установка цементного кольца для гидроизоляции водоносных горизонтов. Приготовление цементного раствора производится с применением ускорителя хлористого кальция (CaCl_2).	Установка цементного кольца производится в интервал, установленный Заказчиком через буровой снаряд, спущенный параллельно обсадной колонны (буровой снаряд опускается на 2 - 3 м ниже верхней границы ц/к). Перед установкой цементного кольца обсадную колонну доверху долить МГР, верх обсадной колонны глушится глухой пробкой. После установки цементного кольца необходимо промыть буровой снаряд и обвязку грязевого насоса НБ-32 технической водой.	Добавка CaCl_2 от массы сухого цемента 2% - 8 кг (1 ведро). Расход необходимого сухого цемента на скважину составляет 350 - 400 кг. Ожидание затвердевания цемента (ОЗЦ) с применением ускорителя - 12 часов. Ожидание затвердевания цемента (ОЗЦ) без применения ускорителя - 17 часов. Во время закачки цементного раствора, устье скважины должно

		быть закрыто глухой пробкой.
12. Геофизические исследования качества цементного кольца.	Производится термометрическим методом после 8 - 12 часов ОЗЦ с применением ускорителя. Определение качества и мощности цементного кольца.	Отклонение от заданных границ гидроизоляции не более 10 м.
13. Гидроизоляция затрубного пространства	Гидроизоляция затрубного пространства в закачных и откачных скважинах осуществляется путём закачивания через буровой снаряд гель-цементной смеси: g (плотность) 1,5 г/см ³ .	
14. Промывка скважины.	Обсадная колонна промываются поэтапно при спуске бурильных труб d-50мм до отстойника, путём подачи тех. воды буровым насосом. Промывка обсадной колонны производится с буровым агрегатом или установкой УОС и далее освоение с передвижной компрессорной установкой для закачных и наблюдательных скважин 24часа, для откачных скважин 36часов	
15. Демонтаж. Рекультивация участка скважины.	В соответствии с - «Регламентом обращения с технологическими отходами...» проводится необходимый комплекс радиозэкологического контроля (замеры МЭД и отбор проб). После сдачи скважины зумпфы откачиваются и засыпаются, производится планирование поверхности с уборкой от посторонних предметов, устье обсадной колонны закрывается пробкой, на колонне закрепляется табличка с номером скважины. Производится обсыпка за трубного пространства местным грунтом. Устье скважины оборудуется бетонным от мостком 1,0 x 1,0 x 0,5 м на глубине 1,5 м (на стыке труб ПВХ и ПНД).	

Требования к эксплуатационным параметрам технологических скважин

Сооружение технологических скважин осуществляется в соответствии с требованиями СТ НАК 35-2022, основные из которых сформулированы ниже:

- допустимое отклонение оси ствола скважины от вертикали в проекции на горизонтальную плоскость на проектной глубине не более 1,5% от глубины скважины.

- конструктивные элементы обсадной колонны должны быть выполнены из коррозионностойких материалов по отношению к 0.1-5% раствору серной кислоты и кратковременному воздействию других кислот и солей. Герметичность обсадной колонны (обсадных труб) и их соединений проверяется физическими и электрическими методами (токовый каротаж, опрессовка). Резьбовые соединения труб обсадной колонны герметизируются герметиком или склеиваются специальным кислотостойким клеем.

- вскрытие рудного горизонта должно производиться промывочной жидкостью, исключаяющей его кольматацию глинистым материалом в процессе сооружения скважины и обеспечивающей полную очистку фильтра и прифильтровой зоны в процессе освоения скважины.

- интервал установки фильтра определяется по данным каротажа по каждой скважине. Интервал установки фильтра фиксируется относительными отметками по глубине верхней и нижней кромок фильтра методом токового каротажа. Допустимое отклонение фактического интервала посадки фильтровой колонны от заданного – не более 10 % от длины фильтра.

- фактическая термоаномалия должна составлять не менее 1,8 град С относительно естественной геотермы в заданных интервалах цементации. Границы не должны превышать отклонения от проектных более 10 м.

- промывка скважины осуществляется чистой водой буровым насосом через снаряд с применением специальных насадок, обеспечивающих полную очистку фильтровой колонны и прифильтровой зоны от бурового раствора.

- содержание твердых взвесей в откачиваемой воде оценивается весовым методом в мг/дм³. Обработка проб производится лабораторией.

- длина отстойника технологических скважин независимо от назначения по режиму эксплуатации – не менее 8 м.

- минимальная открытость отстойника – не менее 85 %.

- отсутствие посторонних предметов в отстойнике скважины.

- нижняя часть отстойника закрывается заглушкой.

- в откачных скважинах производится шаблонирование эксплуатационной колонны до переходника шаблоном длиной 300 см. Диаметр шаблона для скважин с установкой шестидюймовых насосов – 160 мм.

- все технологические скважины должны быть снабжены металлическими табличками с четкой нумерацией или с маркировкой краской на теле обсадной колонны.

– устья скважин должны быть обсыпаны грунтом и утрамбованы, а также оборудованы бетонным отмостком с размерами $0.5 \times 0.5 \times 0.3$ метра, выступающим над поверхностью земли не менее 0,1 м.

– отклонение фактического устья скважины от проектного должно быть не более 1 м.

– срез обсадной колонны должен быть с резьбой, снабжен заглушкой и выступать над поверхность земли не – менее чем на 0.3 м.

- максимальное значение аномалий, выявленных на кривой токового каротажа, не должно превышать 10 % от значения электрических параметров в открытой части колонны (фильтров)

– качество и интервал цементации проверяется термометрией. Интервал гидроизоляции затрубного пространства определяется ГТН и уточняется геологической службой.

– регламент освоения скважины должен обеспечивать проектный дебит (приемистость). Освоение состоит из 2-х этапов: 1 этап – промывка скважины технической водой буровым насосом через буровой снаряд до пробки отстойника и до выхода чистой воды, затраты времени 8-10 часов; 2 этап – освоение скважины эрлифтом, допустимая запесоченность отстойника 20 % от его длины, освоение закачных скважин по времени не менее 24 часов, откачных – 36 часов. Проводить освоение не позднее 10-12 дней после окончания бурения.

- При проведении освоения на скважинах, осветленные водные растворы и технологические растворы должны через передвижную емкость, насосом по трубопроводам 63 мм подаваться в сборный трубопровод РВР, а далее в пескоотстойник. Ёмкость для прокачки обеспечивает сбор мех. взвесей и осветление растворов полученных при освоении скважин.

– при прокачке технологических скважин на площади действующих блоков запрещается сброс песчано-водяной пульпы на дневную поверхность: пульпа должна собираться в специальную емкость, после чего отстоявшийся раствор должен быть слит в сбросной трубопровод ПР полигона или буферную емкость (пескоотстойник), песок и ил захоронены или складированы на руднике в специально оборудованном для этого месте (могильнике).

– применяемые материалы и технологии должны обеспечивать безаварийную работу скважин в части целостности обсадной колонны, отсутствие перетоков в затрубном пространстве в течение всего периода эксплуатации скважины.

- производится засыпка буровых зумпфов, планировка дневной поверхности и обеспечивается отсутствие посторонних предметов на буровой площадке.

5.6. Геофизические исследования в скважинах

Выполнение геофизических исследований на технологическом полигоне будут производиться привлеченной Подрядной организацией, имеющей соответствующие лицензии.

На 1-ом этапе (сразу после бурения) геофизическими методами решаются следующие задачи:

- уточнение геологического разреза;
- оценка фильтрационных свойств пород, слагающих толщу;
- определение параметров рудного тела для подсчёта запасов;
- литологическое расчленение пород рудовмещающего горизонта;
- уточнение фильтрационных свойств пород рудовмещающего и других горизонтов.

На 2-ом этапе (подготовка скважин к эксплуатации) геофизическими методами решаются следующие задачи:

- оценка технического состояния скважин и определения целостности колонн;
- положения цементного кольца в затрубном пространстве;
- интервал установки фильтров и др.

На 3-ем этапе (в процессе эксплуатации скважин) основные задачи геофизических работ, следующие:

- контроль за техническим состоянием скважин;
- контроль за растеканием рабочих растворов;

Эти задачи решаются инструментальными геофизическими методами, т.е. методами непосредственного наблюдения в скважине.

Для решения этих задач предусматривается проведение геофизических методов исследования.

На первом этапе (в открытом стволе после бурения пилот-скважины):

- гамма-каротаж (определение параметров уранового орудинения, зоны посадки фильтров);
- электрокаротаж КС, ПС (литологическое расчленение разреза, зоны посадки фильтров);
- кавернометрия (определение среднего диаметра скважины и его изменения по стволу скважины);
- инклинометрия (отклонение положения забоя скважины от устья в горизонтальной проекции);
- КНД-м (каротаж по мгновенным нейтронам деления, прямое определение урана);
- индукционный каротаж (определение первичной электропроводимости горных пород).

На втором этапе (сооружение скважины):

- термокаротаж (интервал гидроизоляции);
- токовый каротаж, каротаж сопротивления в обсадке (интервал установки фильтра, целостность обсадной колонны, длина свободного от механических взвесей отстойника);

На третьем этапе (в процессе эксплуатации скважин) по закачным, откачным, наблюдательным:

- токовый каротаж, каротаж сопротивления в обсадке (целостность обсадной колонны, длина свободного от механических взвесей отстойника);
- индукционный каротаж (контроль зоны закисления).

Методика выполнения работ непосредственно на скважинах по каждому методу определяется соответствующими инструкциями и указаниями.

Виды и объемы ГИС при технологическом бурении блоков и эксплуатации технологического полигона приведены в таблицах 5.6 – 5.7.

Виды и объёмы ГИС при проведении горно-подготовительных работ в 2026-2047 г.г.

Год	Ед. изм.	Средняя глубина скважин	Объём бурения					Виды и объёмы ГИС								
			всего:	в том числе:				ГК	КС+ПС	ИН	КМ	ИК	ТК	ТМ	КНД-м	
				откачные	закачные	наблюдательные	эксплоразведочные									контрольные
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Проектные объёмы ГИС при ГПР																
2026 г.	СКВ.	300	393	99	201	13	80	0	393	393	393	393	393	313	313	38
	П.М		117 900	29700	60300	3900	24000	0	117 900	117 900	117 900	117 900	117 900	117 900	187 800	93 900
2027 г.	СКВ.	300	361	89	180	12	80	0	361	361	361	361	361	281	281	35
	П.М		108 300	26700	54000	3600	24000	0	108 300	108 300	108 300	108 300	108 300	108 300	168 600	84 300
2028 г.	СКВ.	300	363	79	192	12	80	0	363	363	363	363	363	283	283	35
	П.М		108 900	23700	57600	3600	24000	0	108 900	108 900	108 900	108 900	108 900	108 900	169 800	84 900
2029 г.	СКВ.	300	282	55	139	8	80	0	282	282	282	282	282	202	202	27
	П.М		84 600	16500	41700	2400	24000	0	84 600	84 600	84 600	84 600	84 600	84 600	121 200	60 600
2030 г.	СКВ.	300	348	81	175	12	80	0	348	348	348	348	348	268	268	34
	П.М		104 400	24300	52500	3600	24000	0	104 400	104 400	104 400	104 400	104 400	104 400	160 800	80 400
2031 г.	СКВ.	300	281	73	148	10	50	0	281	281	281	281	281	231	231	27
	П.М		84 300	21900	44400	3000	15000	0	84 300	84 300	84 300	84 300	84 300	84 300	138 600	69 300
2032 г.	СКВ.	300	342	79	199	14	50	0	342	342	342	342	342	292	292	33
	П.М		102 600	23700	59700	4200	15000	0	102 600	102 600	102 600	102 600	102 600	102 600	175 200	87 600
2033 г.	СКВ.	300	351	78	210	13	50	0	351	351	351	351	351	301	301	34
	П.М		105 300	23400	63000	3900	15000	0	105 300	105 300	105 300	105 300	105 300	105 300	180 600	90 300
2034 г.	СКВ.	300	368	90	178	10	50	40	368	368	368	368	368	318	318	32
	П.М		110 400	27000	53400	3000	15000	12000	110 400	110 400	110 400	110 400	110 400	110 400	190 800	95 400
2035 г.	СКВ.	300	269	59	111	9	50	40	269	269	269	269	269	219	219	22
	П.М		80 700	17700	33300	2700	15000	12000	80 700	80 700	80 700	80 700	80 700	80 700	131 400	80 700
2036 г.	СКВ.	300	320	62	160	8	50	40	320	320	320	320	320	270	270	27
	П.М		96 000	18600	48000	2400	15000	12000	96 000	96 000	96 000	96 000	96 000	96 000	162 000	96 000
2037 г.	СКВ.	300	357	84	172	11	50	40	357	357	357	357	357	307	307	31
	П.М		107 100	25200	51600	3300	15000	12000	107 100	107 100	107 100	107 100	107 100	107 100	184 200	107 100
2038 г.	СКВ.	300	346	77	168	11	50	40	346	346	346	346	346	296	296	30
	П.М		103 800	23100	50400	3300	15000	12000	103 800	103 800	103 800	103 800	103 800	103 800	177 600	103 800
2039 г.	СКВ.	300	257	54	106	7	50	40	257	257	257	257	257	207	207	21
	П.М		77 100	16200	31800	2100	15000	12000	77 100	77 100	77 100	77 100	77 100	77 100	124 200	77 100
2040 г.	СКВ.	300	428	97	229	12	50	40	428	428	428	428	428	378	378	38
	П.М		128 400	29100	68700	3600	15000	12000	128 400	128 400	128 400	128 400	128 400	128 400	226 800	128 400
2041 г.	СКВ.	300	402	99	204	9	50	40	402	402	402	402	402	352	352	35
	П.М		120 600	29700	61200	2700	15000	12000	120 600	120 600	120 600	120 600	120 600	120 600	211 200	120 600
2042 г.	СКВ.	300	354	81	182	11	50	30	354	354	354	354	354	304	304	31
	П.М		106 200	24300	54600	3300	15000	9000	106 200	106 200	106 200	106 200	106 200	106 200	182 400	106 200
2043 г.	СКВ.	300	218	55	125	8	0	30	218	218	218	218	218	218	218	18
	П.М		65 400	16500	37500	2400	0	9000	65 400	65 400	65 400	65 400	65 400	65 400	130 800	65 400
2044 г.	СКВ.	300	30	0	0	0	0	30	30	30	30	30	30	30	30	0
	П.М		9 000	0	0	0	0	9000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	18 000	9 000
2045 г.	СКВ.	300	30	0	0	0	0	30	30	30	30	30	30	30	30	0
	П.М		9 000	0	0	0	0	9000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	18 000	9 000
2046 г.	СКВ.	300	30	0	0	0	0	30	30	30	30	30	30	30	30	0
	П.М		9 000	0	0	0	0	9000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	18 000	9 000
2047 г.	СКВ.	300	30	0	0	0	0	30	30	30	30	30	30	30	30	0
	П.М		9 000	0	0	0	0	9000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	18 000	9 000

Примечания: при горно-подготовительных работах ГК, КС, ПС, ИК выполняются при сооружении всех скважин; КМ и ИН - выполняются в каждой скважине; ТК выполняется дважды – после установки обсадных колонн и после освоения скважины; ТМ выполняется после сооружения каждой скважины; КНД-м выполняется по требованию геологической службы в пределах рудной зоны (20 м, 10 % от общего количества скважин)

Таблица № 5.7.

Виды и объёмы работ ГИС при эксплуатации скважин в 2026-2047 гг.

Год	Един. измер.	Сред. глубина скважин	Фонд скважин				Виды и объёмы ГИС при добыче	
			всего	в т.ч.:			ТК	ИК
				откачные	закачные	наблюдат.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2026 г.	СКВ.		940	280	616	45	896	940
	П.М.	300	282 125	83 966	184 724	13 435	537 380	282 125
2027 г.	СКВ.		937	279	614	45	893	937
	П.М.	300	281 154	83 677	184 089	13 388	535 532	281 154
2028 г.	СКВ.		928	276	607	44	883	928
	П.М.	300	278 286	82 823	182 211	13 252	530 068	278 286
2029 г.	СКВ.		900	268	589	43	857	900
	П.М.	300	270 020	80 363	176 799	12 858	514 324	270 020
2030 г.	СКВ.		934	278	612	44	890	934
	П.М.	300	280 193	83 391	183 459	13 343	533 700	280 193
2031 г.	СКВ.		885	264	580	42	843	885
	П.М.	300	265 637	79 059	173 929	12 649	505 976	265 637
2032 г.	СКВ.		885	264	580	42	843	885
	П.М.	300	265 637	79 059	173 929	12 649	505 976	265 637
2033 г.	СКВ.		883	263	578	42	841	883
	П.М.	300	264 776	78 803	173 366	12 608	504 336	264 776
2034 г.	СКВ.		934	278	612	44	890	934
	П.М.	300	280 193	83 391	183 459	13 343	533 700	280 193
2035 г.	СКВ.		906	270	593	43	863	906
	П.М.	300	271 814	80 897	177 973	12 944	517 740	271 814
2036 г.	СКВ.		883	263	578	42	841	883
	П.М.	300	264 776	78 803	173 366	12 608	504 336	264 776
2037 г.	СКВ.		866	258	567	41	825	866
	П.М.	300	259 734	77 302	170 064	12 368	494 732	259 734
2038 г.	СКВ.		770	229	504	37	734	770
	П.М.	300	231 118	68 785	151 327	11 006	440 224	231 118
2039 г.	СКВ.		727	216	476	35	693	727
	П.М.	300	218 175	64 933	142 853	10 389	415 572	218 175
2040 г.	СКВ.		727	216	476	35	693	727
	П.М.	300	218 175	64 933	142 853	10 389	415 572	218 175
2041 г.	СКВ.		733	218	480	35	698	733
	П.М.	300	219 935	65 457	144 005	10 473	418 924	219 935
2042 г.	СКВ.		809	241	530	39	771	809
	П.М.	300	242 777	72 255	158 961	11 561	462 432	242 777
2043 г.	СКВ.		964	287	631	46	918	964
	П.М.	300	289 103	86 043	189 294	13 767	550 672	289 103
2044 г.	СКВ.		1037	309	679	49	988	1037
	П.М.	300	311 088	92 586	203 688	14 814	592 548	311 088
2045 г.	СКВ.		1049	312	687	50	999	1049
	П.М.	300	314 677	93 654	206 038	14 985	599 384	314 677
2046 г.	СКВ.		949	282	621	45	904	949
	П.М.	300	284 668	84 723	186 390	13 556	542 224	284 668
2047 г.	СКВ.		831	247	544	40	791	831
	П.М.	300	249 207	74 169	163 171	11 867	474 680	249 207

Примечание: в процессе эксплуатации скважин (при добыче) выполняется следующий комплекс методов ГИС: ТК - во всех технологических скважинах - 1 раз в год; ИК - во всех технологических и наблюдательных скважинах - 1 раз в год.

Требования к передаче геофизической информации в цифровой форме

Организация передачи данных в цифровой форме и сбора информации в процессе горно-подготовительных работ, а также решение технических вопросов, связанных с информационным обеспечением регламентированы стандартом СТ НАК 16.2-2020.

Настоящий стандарт передачи данных включает:

- перечень передаваемых данных;
- перечень документов, которые фиксируют состояние передаваемой в цифровой форме информации;
- минимально необходимый состав реквизитов документов.

Передача и ввод данных геолого-геофизической и геотехнологической информации в базу данных осуществляется специализированным ПО.

Местом хранения и основным источником передаваемых геофизических данных является база данных управляемая СУБД.

Управление доступом к базам данных осуществляется на уровне администраторов баз данных через специализированные приложения.

Контроль полноты и достоверности данных, для их передачи, выполняется в базах данных систем.

Порядок проведения передачи данных контролируют службы или лица, ответственные за контроль качества передаваемой информации.

Передачу данных проводят в соответствии с форматами данных, определяемых специализированными приложениями баз данных.

Для передачи данных используются следующие форматы и программы:
- геолого-геофизическая информация – файлы Giklet, файлы *.xml, las, .dat, файлы Альфа (Excel), программа Alpha.

Поставщик информации обязан провести основной контроль качества, обработку и увязку передаваемой информации и подготовить документы, фиксирующие ее состояние.

Передаваемые данные должны быть загружены в базу данных в цифровом формате ответственными лицами.

Потребитель информации обязан: провести дополнительный контроль качества информации, а также принять и проверить информацию в базе данных и в документах, фиксирующих состояние информации в цифровой форме.

При обоснованном изменении информации, необходимо провести полную замену информации на достоверную.

Обработку и увязку передаваемой информации, расчет параметров и контроль качества расчетов выполняется с помощью программ, реализующих расчетные алгоритмы в соответствии с Инструкцией МВИ (МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ) по гамма-каротажу на месторождениях урана пластово-инфильтрационного типа № KZ.07.00.03328-2016 г., Алматы, 2016г.

6. Добычные работы

6.1. Режим отработки участков (блоков)

Работа технологических блоков и полигона в целом, в процессе скважинного подземного выщелачивания подразделяется на несколько стадий:

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

Выделение этих стадий обусловлено конкретными изменениями геотехнологических режимов, связанных, в основном, с подачей выщелачивающего реагента. При этом, стадия закисления, как правило, относится к горно-подготовительным работам, поэтому затраты на неё учитываются соответствующим образом.

Закисление - непрерывный во времени технологический процесс, направленный на замещение технологическими растворами пластовой воды и формирование в рудовмещающем водоносном горизонте геохимической обстановки, обеспечивающей перевод урана в раствор, создание оптимального гидродинамического режима (градиента напора) для движения технологического раствора.

Режимы закисления эксплуатационных блоков должны определяться в каждом конкретном случае, с учётом основных геолого-геотехнологических факторов, принятой схемы расположения технологических скважин, обосновываться планом развития горных работ и отражаться в паспортах эксплуатационных блоков.

С учётом морфологических параметров рудных тел, принятой сети расположения скважин, вещественного состава руд и вмещающих пород, водно-физических характеристик продуктивного горизонта, закисление будет осуществляться выщелачивающими растворами с концентрацией серной кислоты ~ 25 г/дм³ до получения продуктивных растворов с промышленной концентрацией урана выше 30 мг/дм³ и величиной рН на уровне 1,8-2 ед.

Исходя из геологических и гидрохимических особенностей продуктивного горизонта, проектом предусмотрен пассивный режим закисления, который, как правило, проводится в два этапа. На первом этапе закисление проводится через откачные скважины технологического блока, либо скважины с наиболее высоким положением рудного тела в пределах эффективной мощности, относительно нижнего водоупора и наивысшим положением верхней границы интервала установки фильтровых колонн. Закислению на первом этапе подвергаются 50%-70% объема от расчетного закисляемого ГРМ. По завершении первого этапа, подача кислоты в скважины, которые участвовали в первом этапе закисления, останавливается. Вторым этапом закисление ведется через

оставшиеся скважины, как правило, это краевые закачные скважины, до 100% закисления объема расчетной закисляемой ГРМ блока.

Перед запуском блоков в работу в режиме закисления, при необходимости, возможно проведение прокачек всех технологических скважин.

На этом этапе необходимо определять дебиты откачных скважин и приёмистость закачных и приводить работу блоков в баланс по растворам, а также осуществлять проверку технологических сетей и оборудования на наличие неисправностей.

Исходя из результатов опытных и эксплуатационных работ на месторождении - дебит откачных скважин принят, в среднем, $6 \text{ м}^3/\text{час}$, приёмистость закачных соответственно – $2,1 \text{ м}^3/\text{час}$.

Стадия активного выщелачивания характеризуется интенсивным переходом урана в продуктивный раствор и переносом его к откачным скважинам.

Концентрация рабочих растворов по серной кислоте на этой стадии для условий месторождения Жалпак должна поддерживаться на уровне $\sim 5 \text{ г/дм}^3$, при этом, необходимо поддерживать рН в продуктивных растворах на уровне 1,8-2,0 ед. и Eh – 400-500 мВ.

Режим работы закачных и откачных скважин: подача выщелачивающих растворов в закачные скважины производится одновременно с непрерывной откачкой продуктивных растворов из откачных скважин с соблюдением общего по блоку баланса растворов.

Выщелачивание урана осуществляется рабочими растворами, получаемыми доукреплением серной кислотой до заданной концентрации оборотных и/или маточных растворов.

Как в период закисления, так и на стадии активного выщелачивания необходимо соблюдать гидродинамическое равновесие (баланс объёмов закачиваемых и откачиваемых растворов) по отдельным эксплуатационным блокам. При соблюдении указанного условия, система скважин на блоках работает в стационарном режиме фильтрации, чем обеспечивается локализация зоны циркуляции растворов в плане и разрезе рудовмещающего горизонта, а также минимальное разубоживание продуктивных растворов и управляемость процесса в целом.

Раствороподъём на участках геотехнологических полигонов осуществляется насосным способом, в зависимости от фактически достигнутой производительности, при помощи погружных электронасосных агрегатов.

Доработка эксплуатационного блока - процесс, завершающий отработку запасов блока, характеризующийся, как правило, устойчивым снижением содержания урана в продуктивных растворах. К доработке приступают при достижении извлечения запасов из недр до уровня 70-80 %.

На этой стадии концентрация рабочих растворов по кислоте должна неуклонно 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.

Допускается временное отключение или вывод из эксплуатации отдельных откачных или закачных скважин из системы блока по причине низкого содержания урана в растворах и для изменения направления потока технологических растворов с целью отработки застойных зон после составления соответствующего акта (регламента), утвержденного техническим руководством рудника.

Отработка блока считается завершённой при необратимом снижении содержания урана в продуктивных растворах до уровня ниже минимально-промышленного – $20 \div 25$ мг/дм³.

Вывод блока из эксплуатации определяется экономической целесообразностью его дальнейшей отработки. При выводе добычного блока (блоков) из эксплуатации производится замещение технологических растворов выщелоченного участка недр пластовыми водами до уровня допустимых ПДК, применяемых в технологии добычи урана.

Решение о выводе блока (участка) 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 (участка) оформляется актом, к которому прилагаются: план участка с отражением контура балансовых геологических и эксплуатационных запасов, с привязкой технологических, наблюдательных, эксплуатационно-разведочных и контрольных скважин.

Предусмотренные утвержденной программой мероприятия по ликвидации блоков со сроками их выполнения и физическими объёмами включаются в годовой проект основной деятельности предприятия.

6.2. Контроль производства и управление технологическим процессом

Таблица № 6.1.

Контроль производства и управление технологическим процессом.

Технологический процесс	Контролируемый параметр	Периодичность	Метод контроля	Нормы и технические показатели	Метод управления технологическим процессом (операции)	Методы испытания и средства контроля	Контролирующее подразделение
1 Закисление	рН	2 раза в смену	Приборный	Не более 2	АСУТП	рН-метр	
	Остаточная кислотность, г/л	2 раза в смену	Пробоотбор	Не более 3	Аналитический	МВИ	
	Кислотность ВР, г/л	2 раза в смену	Пробоотбор	20-25	Аналитический	МВИ	
	Проба ПР – химический анализ на содержание урана в растворе, мг/дм ³	см. таблицу 13	Пробоотбор	Не менее 30	Аналитический	МВИ	
	Окислительно – восстановительный потенциал, мВ	1 раз в 3 дня	Приборный	Не более 300	АСУТП	еН-метр	
	Проба ПР – химический анализ на содержание железа в растворе, г/дм ³	см. таблицу 13	Пробоотбор	Fe ²⁺ - 0,25-1,5 Fe ³⁺ - 0,03-1,3	Аналитический	МВИ	
	Проба ВР - химический анализ на содержание урана в растворе, мг/дм ³	см. таблицу 13	Пробоотбор	Не более 2	Аналитический	МВИ	
2 Активное выщелачивание	рН	2 раза в смену	Приборный	1,5-2,0	АСУТП	рН-метр	
	Остаточная кислотность, г/л	2 раза в смену	Пробоотбор	Не более 3	Аналитический	МВИ	
	Кислотность ВР, г/л	2 раза в смену	Пробоотбор	10 - 20	Аналитический	МВИ	
	Окислительно – восстановительный потенциал, мВ	1 раз в 7 дней	Приборный	300-450	АСУТП	еН-метр	
	Проба ПР – химический анализ на содержание урана в растворе, мг/дм ³	см. таблицу 13	Пробоотбор	30-1500	Аналитический	МВИ	
	Проба ПР – химический анализ на содержание железа в растворе, г/дм ³	см. таблицу 13	Пробоотбор	Fe ²⁺ - 0,8-4,5 Fe ³⁺ - 0,12-1,0	Аналитический	МВИ	
	Проба ПР - сокращённый химический анализ (NO ₃ ⁻ ; SO ₄ ²⁻ ; H ₂ SO ₄ ; механические примеси)	см. таблицу 13	Пробоотбор	-	Аналитический	МВИ	

	Проба ВР - химический анализ на содержание урана в растворе, мг/дм ³	см. таблицу 13	Пробоотбор	1-3	Аналитический	МВИ
3 Выщелачивание	рН	2 раза в смену	Приборный	1,5-2,0	АСУТП	рН-метр
	Остаточная кислотность, г/л	2 раза в смену	Пробоотбор	Не более 3	Аналитический	МВИ
	Кислотность ВР, г/л	2 раза в смену	Пробоотбор	6 - 10	Аналитический	МВИ
	Окислительно – восстановительный потенциал, мВ	1 раз в 10 дней	Приборный	450-500	АСУТП	еН-метр
	Проба ПР – химический анализ на содержание урана в растворе, мг/дм ³	см. таблицу 13	Пробоотбор	60-200	Аналитический	МВИ
	Проба ПР – химический анализ на содержание железа в растворе, г/дм ³	см. таблицу 13	Пробоотбор	Fe ²⁺ - 0,8-4,5 Fe ³⁺ - 0,12-1,0	Аналитический	МВИ
	Проба ПР - сокращённый химический анализ (NO ₃ ⁻ ; SO ₄ ²⁻ ; H ₂ SO ₄ ; механические примеси)	см. таблицу 13	Пробоотбор	-	Аналитический	МВИ
	Проба ВР - химический анализ на содержание урана в растворе, мг/дм ³	см. таблицу 13	Пробоотбор	1-3	Аналитический	МВИ
4 Доработка	рН	Постоянный контроль	Приборный	Не менее 2	АСУТП	рН-метр
	Кислотность ВР, г/л	2 раза в смену	Пробоотбор	3 – 6	Аналитический	МВИ
	Окислительно – восстановительный потенциал, мВ	1 раз в 10 дней	Приборный	450-500	АСУТП	еН-метр
	Проба ПР – химический анализ на содержание урана в растворе, мг/дм ³	см. таблицу 13	Пробоотбор	30-60	Аналитический	МВИ
	Проба ВР - химический анализ на содержание урана в растворе, мг/дм ³	см. таблицу 13	Пробоотбор	1-3	Аналитический	МВИ

6.3. Режимно-балансовые наблюдения и опробование

Наблюдение за работой скважин, движением и состоянием рабочих растворов, подаваемых в рудный пласт, осуществляется на всех стадиях проведения опыта от закисления до рекультивации блоков.

В состав стационарных наблюдений входит:

- замер уровня подземных вод в наблюдательных и технологических скважинах;
- отбор проб растворов из наблюдательных и технологических скважин;
- геофизические исследования в наблюдательных и технологических скважинах.

Периодичность отбора проб, приводится ниже в таблице 6.2.

6.4. Опробование ПР и ВР

Для определения состояния физико-химических свойств продуктивных растворов (ПР) и выщелачивающих растворов (ВР): твердых взвесей, рН, Eh в процессе опыта необходимо соблюдать требования по опробованию в соответствии с п. 3.2 «Типовой инструкции по гидрогеологическому обеспечению работ ПСВ, Казатомпром, 2006.»

Опробование продуктивного раствора (ПР) и выщелачивающего раствора (ВР) на содержание механических примесей проводится с целью:

- контроля качества очистки растворов, подаваемых в закачные скважины;
- контроля технического состояния откачных скважин;
- контроля условий эксплуатации погружных насосов.

Пробы отбираются из каждой откачной скважины и на входе в пескоотстойники ПР и ВР, допустимое наличие механических примесей в подаваемых растворах (ВР) до 5 мг/дм³. Объем отбираемой пробы на механические взвеси составляет 1 л.

Отбор проб откачных и закачных растворов для определения величины рН, Eh, кислотности и содержания металла производится с целью оценки степени закисленности рудовмещающих пород, учета перехода в раствор урана, а также определения содержания выщелачиваемого реагента в растворе и возврата урана в недра.

Отбор проб выщелачивающих растворов на кислотность производится на каждом из узлов подкисления согласно карте опробования (Таблица 6.2.). Также осуществляется опробование растворов ПР и ВР на содержание урана, попутных полезных компонентов (ППК): рений, скандий, редкие земли, в т.ч. иттрий, рН, Eh и кислотность согласно карте опробования.

Таблица 6.2

Карта периодичности режимных геотехнологических наблюдений, опробования растворов на уран, сопутствующие ППК и наблюдений за техническим состоянием скважин на полигонах ПСВ месторождения Канжуган

Место опробования	Гидрогеологические наблюдения				Гидрогеохимическое опробование									Контроль технического состояния скважин			
	Время работы	Дебит (приемистость)	Глубина уровня		Закисление			Активное выщелачивание			Довыщелачивание			Геофизический		Содержание мех. взвесей	
			динамического	статического-го	U pH Eh H ₂ SO ₄ HCO ₃ ⁻	Fe ²⁺ Fe ³⁺ NO ₃ ⁻ SO ₄ ²⁻	сокращенный хим. анализ	U pH Eh H ₂ SO ₄ HCO ₃ ⁻	Fe ²⁺ Fe ³⁺	сокращенный хим. анализ	U PH Eh H ₂ SO ₄ HCO ₃ ⁻	Fe ²⁺ Fe ³⁺	сокращенный хим. анализ	целостность обсадных колонн (ТК и ИК)	работа фильтра	в скважинах	оборудова
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Откачные скважины	еже-смен-но	при отборе проб	1 р/мес	до запуска в работу	1р/5 дн	1р/10 дн	1р/мес	1р/мес	1р/мес	1р/кв	1р/мес	1 р/кв	2 р/год	во время ППР, 2 р/год	по мере необходимости	1 р/мес	1 р/кв. во время ППР
Блок ГТП (ПР)		1 р/см	-	-	1р/сут	1р/10 дн	1р/мес	1р/сут - 1р/10 дн	1р/мес	1р/кв	1р/10 дн	1 р/мес	2 р/год	-	-	1 р/мес	-
закачные скважины	еже-смен-но	1 р/мес	1 р/мес	до запуска в работу	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 р/год	во время ППР	-	1 р/кв. во время ППР
Блок ГТП (ВР)		1 р/см	-	-	1р/см	1р/10 дн	1р/мес	1р/см	-	1р/кв	1р/см	-	1 р/кв	-	-	1 р/мес	-
Наблюдательные скважины	внутрикон-турные	-	-	до запуска в работу	1р/5 дн	1р/10 дн	1р/мес	1р/мес	1р/мес	1р/кв	-	-	1 р/кв	2 р/год	-	-	1 р/год
	зако-нт	-	-	1 р/мес	1р/кв	-	-	1р/кв	-	-	1р/кв	-	-	1 р/кв	2 р/год	-	-

Контроль основных элементов (сокращенный хим. анализ) на стадии закисления проводится 1 раз в 10 дней, в период отработки – 1 раз в месяц.

Полный хим. анализ (U, ППК, pH Eh, H₂SO₄, Fe²⁺, Fe³⁺, SO₄²⁻, NO₃⁻, Mg²⁺, Ca²⁺, CO₃⁻, Na⁺, K⁺, Al³⁺, Mn²⁺, V, NH₄⁺, HCO₃⁻, Cl⁻, SiO₂, Ra, RaD, JO, Po, O₂, минерализация) ПР на откачных скважинах и откачных рядах, ВР на закачных скважинах проводится 1 раз/мес. в период закисления и 1 раз/кв. при отработке блока.

Объем отбираемой пробы на хим. анализ составляет 0,5 л.

Отбор проб из откачных, закачных скважин приведен в таблице 6.3.

Таблица 6.3.

Таблица опробования откачных и закачных скважин

Позиция	Место отбора проб	Примечание
Откачные скважины	ТУР (индивидуальные пробоотборники)	Осуществляется разовый пробоотбор со всех работающих скважин
Наблюдательные скважины	Устье скважины	Осуществляется разовый пробоотбор после прокачки
ПР	ТУР (общий пробоотборник)	В течении суток автоматический проотборник собирает композитную пробу в сборную емкость.
МР	Оголовник сорбционной колонны	В течении суток автоматический проотборник собирает композитную пробу в сборную емкость.
ВР	ТУР (общий пробоотборник)	В течении суток автоматический проотборник собирает композитную пробу в сборную емкость.

6.5. Опробование наблюдательных скважин

Состав и периодичность опробования мониторинговых наблюдательных скважин и скважин стационарного наблюдения за растеканием растворов из пескоотстойника, склада реагентов (на верхний проницаемый горизонт) приводятся в таблице 6.4.

Периодичность опробования мониторинговых наблюдательных скважин и скважин стационарного наблюдения за растеканием растворов из пескоотстойника, склада реагентов.

Место опробования	Экспресс анализ	Сокращенный химанализ	Полный химанализ	Уровень грунтовых вод
Пескоотстойники	1р./15 дн.	1р./ мес.	1р./ кв.	1р./ кв.
Склад кислоты	1р./15 дн.	1р./ мес.	1р./ кв.	-

Опробование наблюдательных скважин экологического мониторинга в период добычи урана проводится два раза в год (в весенне-летний и осенне-зимний период).

По наблюдательным технологическим скважинам предусматривается проведение комплекса геофизических и гидрогеологических исследований и наблюдений, который включает:

- отбор водных проб (гидрогеохимическое опробование) на химические анализы;

- замер уровней зеркала подземных вод в скважинах: замер уровня динамического (ЗУД), замер уровня статического (ЗУС);

- индукционный каротаж (ИК);

- токовый каротаж (ТК,);

- аналитическое сопровождение гидрогеохимического опробования (проведение химических и иных видов анализов водных проб):

- химический анализ 1 (далее – ХА-1). Определяемые компоненты: рН, Eh, U, H₂SO₄, SO₄²⁻, NO³⁻,

- химический анализ 2 (далее – ХА-2). Определяемые компоненты: рН, Eh, U, H₂SO₄, Fe²⁺, Fe³⁺;

- химический анализ 3 (далее – ХА-3). Определяемые компоненты: рН, Eh, U, H₂SO₄, Fe²⁺, Fe³⁺, (Na⁺⁺K⁺), Ca²⁺, Mg²⁺, Si⁴⁺, Al³⁺, P⁵⁺, SO₄²⁻, NO³⁻, Cl⁻, сухой остаток (минерализация);

- полный химический анализ (далее – ПХА). Определяемые компоненты: рН, Eh, U, H₂SO₄, Fe²⁺, Fe³⁺, (Na⁺⁺K⁺), Ca²⁺, Mg²⁺, Si⁴⁺, Al³⁺, P⁵⁺, SO₄²⁻, NO³⁻, Cl⁻, HCO³⁻, CO₃²⁻, CO₂, H₂S, сухой остаток (минерализация);

- аналитический контроль выщелачивания ППК – рения, скандия, РЗЭ, в том числе иттрия;

Сооружаются наблюдательные мониторинговые скважины и наблюдательные технологические скважины.

Количество наблюдательных скважин, места их заложения на геотехнологическом полигоне уточняются после проведения технологического бурения.

Периодичность отбора проб и режимных наблюдений в скважинах проводится в соответствии со стандартом СТ НАК 17.4-2021 «Система

стандартов в области охраны природы. Методические указания по организации мониторинга воздействия ПСВ на грунтовые и подземные воды урановых месторождений».

6.6. Ремонтно-восстановительные работы (РВР)

Обслуживание и ремонтно-восстановительные работы (РВР) технологических скважин проводятся, в основном, для восстановления дебита и приемистости скважин, и для предотвращения утечек рабочих растворов при нарушении герметичности обвязки (поверхностный комплекс).

Продуктивный горизонт сложен малоглинистыми гравийно-галечниковыми образованиями с линзами непроницаемых алевроитов, глин и глинистых песков.

В связи с этим, возможно образование песчаной пробки в фильтре, отложение на фильтре и в прифильтровой зоне кольматирующих образований химического и механического происхождения и, как следствие, снижение дебита откачных и приемистости закачных скважин.

Основная задача РВР - восстановление производительности скважин (удаление кольматирующих образований и песчаных пробок из зоны фильтров). Основываясь на опыте работы на скважинных полигонах ПСВ применяются различные методы восстановления дебита и приёмистости, которые дополняют друг друга.

Основными направлениями РВР являются:

- эрлифтная прокачка откачных и закачных скважин с помощью передвижного компрессора или установки освоения скважин УОС;
- промывка фильтровых колонн и отстойников технологических скважин при помощи установки промывки скважин УПС или УОС.
- химические методы раскольматации прифильтровой зоны с применением растворов серной кислоты и других химических соединений с последующей эрлифтной прокачкой передвижным компрессором, узел сернокислотной обработки предусмотрен на каждом технологическом блоке при монтаже ТУЗа;
- импульсные методы восстановления фильтрационных свойств прифильтровой зоны скважин с применением установки «Гидропульс» (пневмомеханическая раскольматация), а также с применением гидро-, пневмо-, электроимпульсных установок;
- в сложных случаях применяется самоходная буровая установка для восстановления фильтрационных свойств прифильтровой зоны откачных скважин:

1) поршневанием (свабированием) с помощью специального поршня (сваба), спускаемого в ствол скважины посредством самоходной буровой установки с последующей эрлифтной прокачкой передвижным компрессором;

2) промывка фильтровых колонн и отстойников технологических скважин при помощи самоходной буровой установки с использованием облегченного бурового раствора и технической воды.

Состояние скважин контролируется методами ГИС.

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.

Таблица 6.5.

Планируемый график проведения РВР в 2026-2046 гг.

Год	Виды и количество РВР				
	Пневмоимпульсная обработка	Эрлифтная прокачка	Тяжелый ремонт (подъем насосов, ремонт колоны скважин)	Гидросвабирование	Реагентная обработка
1	2	3	4	5	6
2026	1612	1612	12	678	509
2027	1615	1615	12	680	510
2028	1615	1615	12	680	510
2029	1551	1551	12	653	490
2030	1547	1547	12	651	488
2031	1566	1566	12	659	494
2032	1438	1438	12	605	454
2033	1572	1572	12	662	496
2034	1448	1448	12	610	457
2035	1481	1481	12	623	467
2036	1472	1472	12	619	464
2037	1433	1433	12	603	452
2038	1240	1240	12	522	391
2039	1213	1213	12	511	383
2040	1211	1211	12	510	382
2041	1215	1215	12	511	384
2042	1373	1373	12	578	433
2043	1660	1660	12	699	524
2044	1686	1686	12	709	532
2045	1102	1102	12	464	348
2046	841	841	12	354	265

Количество проводимых ежегодно РВР по годам может меняться, что будет отражаться в ежегодных ПРГР и отчетах предприятия по основной деятельности (ТО-1/ТО-25).

6.7. Ликвидация полигонов технологических скважин

По завершению отработки запасов урана на эксплуатационных блоках, после погашения их запасов, подтягивание пластовой воды в район отработки запасов и проведенного контрольного бурения участка ПСВ подлежат ликвидации.

Все технологические скважины ликвидируются, за исключением наблюдательных, входящих в режимную сеть многолетних наблюдений за процессом восстановления пластовых вод, в условиях естественной деминерализации. Ликвидация скважин производится по локальному проекту, разрабатываемому на руднике.

На отработанных ликвидируемых участках земная поверхность рекультивируется по специальным проектам, отвечающим требованиям Санитарных Правил и Норм «Проектирование, строительство, эксплуатация, консервация и ликвидация добычных полигонов подземного выщелачивания радиоактивных руд (СНП-ПВ-99)», «Ликвидация, консервация, перепрофилирование предприятий по добыче радиоактивных руд (СП ЛКП-98)».

Сроки ликвидации каждого из участков и рекультивации земель должны определяться графиками, разработанными в составе специальных проектов, согласованных с органами государственного санитарного, экологического, горнотехнического надзора и органами местного государственного управления.

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

Предусмотренные утвержденной программой по ликвидации блоков мероприятия со сроками их выполнения и физическими объемами включаются в годовой проект основной деятельности предприятия.

6.8. Добыча урана

За основу расчёта объёмов добычи урана в 2026-2047 годах принято:

- проектный график проведения горно-подготовительных работ;
- объем добычи урана за предыдущий период;
- состояние запасов;
- средний дебит откачных скважин и их количество на каждом технологическому блоку;
- время добычи по каждому блоку;

▪ коэффициент извлечения урана и его содержание в продуктивных растворах.

Программа добычи урана на месторождении Канжуган на 2026-2047 годы представлена в таблице № 6.6.

Таблица № 6.6.

Программа добычи урана на 2026-2047 гг.

Год	Продуктивные растворы			Выщелачивающие растворы			Коэфф. извл. урана из ПР	Добыча Q _{доб.}	Коэфф. извл. урана из ТД	Выпуск ГП Q _{ГП}
	V _{ПР}	C _{ПР}	Q _{ПР}	V _{ВР}	C _{ВР}	Q _{ВР}				
	тыс. м ³	мг/л	т	тыс. м ³	мг/л	т	%	т	%	т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2026	13434,5	29,0	389,60	13434,5	2,0	26,9	93,7	365,0	100	365,0
2027	13388,3	29,1	389,60	13388,3	2,0	26,8	93,7	365,0	100	365,0
2028	13251,7	29,4	389,60	13251,7	2,0	26,5	93,7	365,0	100	365,0
2029	12858,1	30,3	389,60	12858,1	2,0	25,7	93,7	365,0	100	365,0
2030	13342,5	29,2	389,60	13342,5	2,0	26,7	93,7	365,0	100	365,0
2031	12649,4	30,8	389,60	12649,4	2,0	25,3	93,7	365,0	100	365,0
2032	12649,4	30,8	389,60	12649,4	2,0	25,3	93,7	365,0	100	365,0
2033	12608,4	30,9	389,60	12608,4	2,0	25,2	93,7	365,0	100	365,0
2034	13342,5	29,2	389,60	13342,5	2,0	26,7	93,7	365,0	100	365,0
2035	12943,5	30,1	389,60	12943,5	2,0	25,9	93,7	365,0	100	365,0
2036	12608,4	30,9	389,60	12608,4	2,0	25,2	93,7	365,0	100	365,0
2037	12368,3	31,5	389,60	12368,3	2,0	24,7	93,7	365,0	100	365,0
2038	11005,6	35,4	389,60	11005,6	2,0	22,0	93,7	365,0	100	365,0
2039	10389,3	37,5	389,60	10389,3	2,0	20,8	93,7	365,0	100	365,0
2040	10389,3	37,5	389,60	10389,3	2,0	20,8	93,7	365,0	100	365,0
2041	10473,1	37,2	389,60	10473,1	2,0	20,9	93,7	365,0	100	365,0
2042	11560,8	33,7	389,60	11560,8	2,0	23,1	93,7	365,0	100	365,0
2043	13766,8	28,3	389,60	13766,8	2,0	27,5	93,7	365,0	100	365,0
2044	14813,7	26,3	389,60	14813,7	2,0	29,6	93,7	365,0	100	365,0
2045	14984,6	26,0	389,60	14984,6	2,0	30,0	93,7	365,0	100	365,0
2046	13555,6	25,2	341,60	13555,6	2,0	27,1	93,7	320,0	100	320,0
2047	11867,0	23,3	276,50	11867,0	2,0	23,7	93,7	259,0	100	259,0
Всего за 2026-2047 г.г.										
Итого:	278250,8	30,2	8410,10	278250,8	2,0	557,0	93,7	7879,0	100	7879,0

6.9. Потребность в серной кислоте

Расчёт необходимого количества серной кислоты на закисление и выщелачивание произведен в соответствии с требованием СТ НАК 16.1-2020.

Удельная норма расхода серной кислоты на закисление определяется на основании планируемой кислотности закисляющих растворов.

$$Q_{\text{Выщ.}}^{\text{с.к.}(100\%)} = \frac{(C_{\text{ВР}}^{\text{с.к.}} - C_{\text{М.С.}}^{\text{с.к.}}) \times V^{\text{М.С.}}}{P^U} \text{ кг/кг};$$

$$Q_{\text{Зак.}}^{\text{с.к.}(100\%)} = \frac{(C_{\text{ВР}}^{\text{с.к.}} - C_{\text{М.С.}}^{\text{с.к.}}) \times V^{\text{М.С.}}}{P^{\text{ГРМ}}} \text{ кг/т};$$

где $C_{\text{ВР}}^{\text{с.к.}}$ – концентрация серной кислоты в рабочих (закисляющих) растворах, г/л (кг/м³);

$C_{\text{М.С.}}^{\text{с.к.}}$ – остаточная концентрация серной кислоты в маточниках сорбции, г/л (кг/м³);

$V^{\text{М.С.}}$ – объём закисляющих растворов, м³/час;

P^U – количество готовых к добыче запасов урана, кг;

$P^{\text{ГРМ}}$ – количество ГРМ, тыс. тонн.

Удельная норма расхода серной кислоты на выщелачивание определяется на основании планируемой кислотности выщелачивающих растворов.

$$Q_{\text{выщ}}^{\text{с.к.}(100\%)} = \frac{(C_{\text{ВР}}^{\text{с.к.}} - C_{\text{М.С.}}^{\text{с.к.}}) \times V^{\text{М.С.}}}{Q^U}, \text{ кг/кгU};$$

где:

$C_{\text{ВР}}^{\text{с.к.}}$ – концентрация серной кислоты в выщелачивающих растворах, г/л (кг/м³);

$C_{\text{М.С.}}^{\text{с.к.}}$ – остаточная концентрация серной кислоты в маточниках сорбции, г/л (кг/м³);

$V^{\text{М.С.}}$ – объём выщелачивающих растворов, м³/час;

Q^U – количество добытого урана, кг.

Потребность в серной кислоте на закисление и выщелачивание представлена в таблице № 6.7 и 6.8.

Таблица № 6.7.

Потребность в серной кислоте на закисление.

Год	ГРМ тыс.тонн	Прирост готовых запасов за счет ГПР, тонн	Геотехнологические параметры			Колич-о кислоты 100 % тонн	Удельный расход кислоты, 100 %		Колич-о кислоты 92.5 % тонн	Удельный расход кислоты, 92,5 %	
			принятое Ж/Т на закис-е	Объем раствора тыс.м ³	Конц-я кислоты г/л		на ГРМ кг/тн	Металл кг/кг		на ГРМ кг/тн	Металл кг/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2026	4374,0	405,0	0,20	874,80	25	20995,2	4,80	51,84	22697,5	5,19	56,04
2027	3676,0	430,0	0,20	735,20	25	17644,8	4,80	41,03	19075,5	5,19	44,36
2028	2938,0	424,0	0,20	587,60	25	14102,4	4,80	33,26	15245,8	5,19	35,96
2029	2046,0	386,0	0,20	409,20	25	9820,8	4,80	25,44	10617,1	5,19	27,51
2030	3177,0	402,0	0,20	635,40	25	15249,6	4,80	37,93	16486,1	5,19	41,01
2031	2780,0	442,0	0,20	556,00	25	13344,0	4,80	30,19	14425,9	5,19	32,64
2032	2537,0	444,0	0,20	507,40	25	12177,6	4,80	27,43	13165,0	5,19	29,65
2033	3554,0	440,0	0,20	710,80	25	17059,2	4,80	38,77	18442,4	5,19	41,91
2034	3359,0	441,0	0,20	671,80	25	16123,2	4,80	36,56	17430,5	5,19	39,52
2035	1490,0	440,0	0,20	298,00	25	7152,0	4,80	16,25	7731,9	5,19	17,57
2036	2972,0	443,0	0,20	594,40	25	14265,6	4,80	32,20	15422,3	5,19	34,81
2037	3141,0	392,0	0,20	628,20	25	15076,8	4,80	38,46	16299,2	5,19	41,58
2038	3817,0	439,0	0,20	763,40	25	18321,6	4,80	41,73	19807,1	5,19	45,12
2039	1832,0	439,0	0,20	366,40	25	8793,6	4,80	20,03	9506,6	5,19	21,66
2040	3213,0	423,0	0,20	642,60	25	15422,4	4,80	36,46	16672,9	5,19	39,42
2041	4389,0	434,0	0,20	877,80	25	21067,2	4,80	48,54	22775,4	5,19	52,48
2042	2813,0	430,0	0,20	562,60	25	13502,4	4,80	31,40	14597,2	5,19	33,95
2043	2128,0	367,0	0,20	425,60	25	10214,4	4,80	27,83	11042,6	5,19	30,09
2044	1182,0	252,1	0,20	236,40	25	5673,6	4,80	22,51	6133,6	5,19	24,33
ИТОГО	55418,0	7873,1	0,20	11083,6	25	266006,4	4,80	33,79	287574,6	5,19	36,53

Потребность в серной кислоте на выщелачивание

Год	Добыча урана, тн	Объем ВР, тыс. м3	Средняя концентрация кислоты в ВР, г/л	Всего кислоты, (100 %)	Удельный расход кислоты (100 %), кг/кг U	Всего кислоты, (92.5 %)	Удельный расход кислоты (92.5 %), кг/кг U
1	2	3	4	5	6	7	8
2026	365,0	13434,5	5,0	53728,0	147,2	58084,3	159,1
2027	365,0	13388,3	5,0	53545,5	146,7	57887,0	158,6
2028	365,0	13251,7	5,0	52998,0	145,2	57295,1	157,0
2029	365,0	12858,1	5,0	51428,5	140,9	55598,4	152,3
2030	365,0	13342,5	5,0	53363,0	146,2	57689,7	158,1
2031	365,0	12649,4	5,0	50589,0	138,6	54690,8	149,8
2032	365,0	12649,4	5,0	50589,0	138,6	54690,8	149,8
2033	365,0	12608,4	5,0	50443,0	138,2	54533,0	149,4
2034	365,0	13342,5	5,0	53363,0	146,2	57689,7	158,1
2035	365,0	12943,5	5,0	51757,0	141,8	55953,5	153,3
2036	365,0	12608,4	5,0	50443,0	138,2	54533,0	149,4
2037	365,0	12368,3	5,0	49457,5	135,5	53467,6	146,5
2038	365,0	11005,6	5,0	44019,0	120,6	47588,1	130,4
2039	365,0	10389,3	5,0	41573,5	113,9	44944,3	123,1
2040	365,0	10389,3	5,0	41573,5	113,9	44944,3	123,1
2041	365,0	10473,1	5,0	41902,0	114,8	45299,5	124,1
2042	365,0	11560,8	5,0	46245,5	126,7	49995,1	137,0
2043	365,0	13766,8	5,0	55078,5	150,9	59544,3	163,1
2044	365,0	14813,7	5,0	59239,5	162,30	64042,7	175,5
2045	365,0	14984,6	5,0	59933,0	164,20	64792,4	177,5
2046	320,0	13555,6	4,0	40672,0	127,10	43969,7	137,4
2047	259,0	11867,0	3,0	23724,4	91,60	25648,0	99,0
ИТОГО	7 879,0	278 250,8	4,9	1 075 665,4	136,4	1 162 881,3	147,6

6.10. Потребность в электроэнергии

В основу расчета необходимого количества электроэнергии заложено:

- объем оборотных растворов при закислении;
- объем продуктивных растворов при выщелачивании.

Утвержденные удельные нормы расходов энергоресурсов и потребность в электроэнергии приведены в таблице 6.9.

Таблица № 6.9.

Удельные нормы расходов энергоресурсов на 1 м³ ПР и потребность в электроэнергии.

Годы отработки	Закисление			Выщелачивание			Всего электроэнергия
	Объем растворов	Удельный расход	Электроэнергия	Объем растворов	Удельный расход	Электроэнергия	
	тыс. м ³	кВт·ч/м ³	тыс. кВт·час	тыс. м ³	кВт·ч/м ³	тыс. кВт·час	тыс. кВт·ч
1	2	3	4	5	6	7	8
2026	874,80	1,80	1574,6	13434,50	2,40	32242,8	33817,4
2027	735,20	1,80	1323,4	13388,30	2,40	32131,9	33455,3
2028	587,60	1,80	1057,7	13251,70	2,40	31804,1	32861,8
2029	409,20	1,80	736,6	12858,10	2,40	30859,4	31596,0
2030	635,40	1,80	1143,7	13342,50	2,40	32022,0	33165,7
2031	556,00	1,80	1000,8	12649,40	2,40	30358,6	31359,4
2032	507,40	1,80	913,3	12649,40	2,40	30358,6	31271,9
2033	710,80	1,80	1279,4	12608,40	2,40	30260,2	31539,6
2034	671,80	1,80	1209,2	13342,50	2,40	32022,0	33231,2
2035	298,00	1,80	536,4	12943,50	2,40	31064,4	31600,8
2036	594,40	1,80	1069,9	12608,40	2,40	30260,2	31330,1
2037	628,20	1,80	1130,8	12368,30	2,40	29683,9	30814,7
2038	763,40	1,80	1374,1	11005,60	2,40	26413,4	27787,5
2039	366,40	1,80	659,5	10389,30	2,40	24934,3	25593,8
2040	642,60	1,80	1156,7	10389,30	2,40	24934,3	26091,0
2041	877,80	1,80	1580,0	10473,10	2,40	25135,4	26715,4
2042	562,60	1,80	1012,7	11560,80	2,40	27745,9	28758,6
2043	425,6	1,80	766,1	13766,80	2,40	33040,3	33806,4
2044	236,4	1,80	425,5	14813,70	2,40	35552,9	35978,4
2045				14984,60	2,40	35963,0	35963,0
2046				13555,60	2,40	32533,4	32533,4
2047				11867,00	2,40	28480,8	28480,8
Итого	11 083,6	1,80	19950,4	278 250,8	2,40	667 801,8	687 752,2

6.11. Обоснование потерь урана при добыче

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. После сорбционного извлечения определенного количества урана на ионообменных смолах, оставшаяся в маточных растворах его часть возвращается в недра.

В отработку вовлекается уран, как из рудных балансовых блоков, так и из забалансовых проницаемых руд с содержанием металла менее 0,01%, а также из приконтактных частей глинистых разностей руд, составляющих технологический забаланс. Некоторое количество металла может поступать 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 урана.

После сорбционного извлечения основного количества урана на ионообменные смолы, оставшаяся его часть в маточных растворах, возвращается в недра.

Согласно пункту 2 статьи 175 Кодекса РК «О недрах и недропользовании» «Для целей учета количества добытого урана определяется уран, поднятый на поверхность с продуктивными растворами, за вычетом урана, возвращаемого с выщелачивающими растворами в недра».

В связи с этим провести инструментальное измерение его потерь в недрах не представляется возможным. Поэтому они определяются расчётным путём, по разнице первоначально подсчитанных запасов урана в залежи (блоке) и количеством добытого при её эксплуатации.

Величину потерь, в конечном итоге, следует относить на обособленный объект (залежь, блок) и считать этот объект выемочной единицей. Оперативный расчёт потерь по технологическим блокам совместно с добычей позволяет определять динамику погашения готовых запасов.

Учитывая накопленные статистические данные, в настоящем проекте плановые потери урана принимаются в размере 10 %.

Учет добычи урана и погашения запасов проведен по утвержденному в АО НАК «Казатомпром» стандарту СТ НАК (таблица 6.10).

Таблица № 6.10.

Расчет ожидаемых потерь урана в период 2026-2047 г.г.

Годы отработки	Погашение	Добыча	Потери
1	2	3	4
2026	405,6	365,0	40,6
2027	405,6	365,0	40,6
2028	405,6	365,0	40,6
2029	405,6	365,0	40,6
2030	405,6	365,0	40,6
2031	405,6	365,0	40,6
2032	405,6	365,0	40,6
2033	405,6	365,0	40,6
2034	405,6	365,0	40,6
2035	405,6	365,0	40,6
2036	405,6	365,0	40,6
2037	405,6	365,0	40,6
2038	405,6	365,0	40,6
2039	405,6	365,0	40,6
2040	405,6	365,0	40,6
2041	405,6	365,0	40,6
2042	405,6	365,0	40,6
2043	405,6	365,0	40,6
2044	405,6	365,00	40,6
2045	405,6	365,00	40,6
2046	355,6	320,00	35,6
2047	287,8	259,00	28,8
Всего	8754,4	7879,0	875,4

6.12. Прирост и движение запасов

Состояние запасов на конец отчётных периодов определено с учётом:

- фактического их состояния по степени готовности на начало отчётного периода;
- запроектованного прироста:
 - вскрытых запасов, увязанных с графиком выполнения буровых работ;
 - подготовленных запасов, согласно плану обвязки;
 - готовых к добыче, определённых в соответствии с временем закисления;
- планируемой добычей урана;
- проектной величиной потерь;
- погашения запасов.

Прирост и движение вскрытых, подготовленных и готовых к добыче запасов урана в недрах на месторождении Канжуган в период с 2026 по 2047 годы представлено в таблице № 6.11.

Таким образом, за период отработки в 2026-2047 г.г. запасов урана категорий С1+С2 на геологических блоках, расположенных в границах горного отвода месторождения Канжуган:

- общее извлечение урана из недр составит – 7879,0 т;
- потери – 875,4 т;
- погашение запасов – 8754,4 т.

Таблица № 6.11.

Прирост и движение вскрытых, подготовленных и готовых к добыче запасов.

Год	Состоит на начало года, т			Прирост за год, т			Погашение за год, т			Состоит на конец года, т			Коэффициент обеспеченности, год		
	вскрытых	ПОДГОТОВЛЕН НЫХ	ГОТОВЫХ	вскрытых	ПОДГОТОВЛЕН НЫХ	ГОТОВЫХ	ВСЕГО	добыча	потери	вскрытых	ПОДГОТОВЛЕН НЫХ	ГОТОВЫХ	вскрытых	ПОДГОТОВЛЕН НЫХ	ГОТОВЫХ
2026	1061,4	945,9	881,3	422,0	405,0	405,0	405,6	365,0	40,6	1077,8	945,3	880,7	2,7	2,3	2,2
2027	1077,8	945,3	880,7	433,0	430,0	430,0	405,6	365,0	40,6	1105,3	969,8	905,2	2,7	2,4	2,2
2028	1105,3	969,8	905,2	433,0	424,0	424,0	405,6	365,0	40,6	1132,7	988,2	923,6	2,8	2,4	2,3
2029	1132,7	988,2	923,6	425,0	386,0	386,0	405,6	365,0	40,6	1152,2	968,7	904,1	2,8	2,4	2,2
2030	1152,2	968,7	904,1	434,0	402,0	402,0	405,6	365,0	40,6	1180,6	965,1	900,5	2,9	2,4	2,2
2031	1180,6	965,1	900,5	434,0	442,0	442,0	405,6	365,0	40,6	1209,1	1001,6	937,0	3,0	2,5	2,3
2032	1209,1	1001,6	937,0	431,0	432,0	444,0	405,6	365,0	40,6	1234,5	1028,0	975,4	3,0	2,5	2,4
2033	1234,5	1028,0	975,4	427,0	398,0	440,0	405,6	365,0	40,6	1256,0	1020,5	1009,9	3,1	2,5	2,5
2034	1256,0	1020,5	1009,9	429,0	433,0	441,0	405,6	365,0	40,6	1279,4	1047,9	1045,3	3,2	2,6	2,6
2035	1279,4	1047,9	1045,3	423,0	442,0	440,0	405,6	365,0	40,6	1296,8	1084,3	1079,7	3,2	2,7	2,7
2036	1296,8	1084,3	1079,7	434,0	466,0	443,0	405,6	365,0	40,6	1325,3	1144,8	1117,2	3,3	2,8	2,8
2037	1325,3	1144,8	1117,2	428,0	425,0	392,0	405,6	365,0	40,6	1347,7	1164,2	1103,6	3,3	2,9	2,7
2038	1347,7	1164,2	1103,6	427,0	430,0	439,0	405,6	365,0	40,6	1369,2	1188,7	1137,1	3,4	2,9	2,8
2039	1369,2	1188,7	1137,1	433,0	420,0	439,0	405,6	365,0	40,6	1396,6	1203,1	1170,5	3,4	3,0	2,9
2040	1396,6	1203,1	1170,5	426,0	439,0	423,0	405,6	365,0	40,6	1417,1	1236,6	1188,0	3,5	3,0	2,9
2041	1417,1	1236,6	1188,0	430,0	430,0	434,0	405,6	365,0	40,6	1441,5	1261,0	1216,4	3,6	3,1	3,0
2042	1441,5	1261,0	1216,4	426,0	426,0	430,0	405,6	365,0	40,6	1462,0	1281,5	1240,9	3,6	3,2	3,1
2043	1462,0	1281,5	1240,9	398,0	376,0	367,0	405,6	365,0	40,6	1454,4	1251,9	1202,3	3,6	3,1	3,0
2044	1454,4	1251,9	1202,3	0,0	202,5	252,1	405,6	365,0	40,6	1048,8	1048,8	1048,8	2,6	2,6	2,6
2045	1048,8	1048,8	1048,8	0,0			405,6	365,0	40,6	643,3	643,3	643,3	1,8	1,8	1,8
2046	643,3	643,3	643,3	0,0			355,6	320,0	35,6	287,7	287,7	287,7	1,0	1,0	1,0
2047	287,7	287,7	287,7	0,0			287,8	259,0	28,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Всего				7693,0	7808,5	7873,1	8754,4	7879,0	875,4						

Список использованной литературы

1. Закон Республики Казахстан «О промышленной безопасности на опасных производственных объектах» № 314-ІІ с изменениями и дополнениями от 04.05.2010 г.
2. Кодекс Республики Казахстан «О недрах и недропользовании» № 156-ІV от 24.05.2018 г.
3. СП №2.6.1.758-99 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99).
4. СП «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности» № 6422 от 23 августа 2010г., утв. Приказом Министра Здравоохранения РК от 29 июля 2010 г. № 565.
5. СП №5.01.011-97 «Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами» (СПОРО-97).
6. Санитарные правила эксплуатации урановых рудников (СП-86-118, М.).
7. СанПиН №3792 от 08.07.2005 г. «Санитарно-эпидемиологические требования к проектированию производственных объектов».
8. РНД 211.2.01.06-95 «Временные технические инструкции и правила ликвидации полигонов добычи урана способом подземного выщелачивания».
9. Правила промышленной безопасности при разработке рудных месторождений способами подземного скважинного и кучного выщелачивания от 03.04.2006 г. № 4170, утв. Приказом МЭМР РК 06.2006г. №79.
10. Единые правила охраны недр при разработке месторождений полезных ископаемых в Республике Казахстан от 21.07.99 г. № 1019.
11. Правила выдачи и переоформления геологического и (или) горного отводов, Мин. экологии, геологии и природных ресурсов Р.К., 2021 г.
12. Инструкция по применению классификации запасов к водородным месторождениям урана, утв. приказом МЭМР РК №319 от 26.12.2008 г.
13. Инструкция по отработке водородных месторождений урана способом подземного выщелачивания, Минсредмаш, Ленинабад, 1979.
14. Геотехнологические исследования при разведке металлов. В.А.Грабовников, 1995 г.
15. Геотехнология урана на месторождениях Казахстана. В.Г. Язиков, В.Л. Забазнов, Н.Н.Петров, Е.И. Рогов, А.Е. Рогов, Алматы, 2001 г.
16. Геотехнология металлов. Под ред. д.т.н. Язикова В.Г., Алматы, 2005 г.
17. Инструкция (методические рекомендации) по подземному скважинному выщелачиванию урана. НАК «Казатомпром», Алматы, 01.08.2006 г.
18. Регламент использования наблюдательных скважин за техногенным воздействием процесса ПСВ на подземные воды АО НАК «Казатомпром», Алматы, 2002 г, с дополнением от 04.01.2006 г. к «Регламенту...» на месторождениях Степного РУ
19. Инструкция по проектированию работ по подземному скважинному выщелачиванию урана на месторождениях АО НАК «Казатомпром», Алматы, 2006 г.
20. Требования к сооружаемым технологическим скважинам. АО НАК «Казатомпром», Алматы, 2006 г.

21. Типовая инструкция по геологическому обеспечению работ ПСВ урана, АО НАК «Казатомпром», Алматы, 2006 г.
22. Типовая инструкция по геотехнологии добычи урана на месторождениях, обрабатываемых методом ПСВ АО НАК «Казатомпром», Алматы, 2006 г.
23. Типовая инструкция по гидрогеологическому обеспечению работ ПСВ, АО НАК «Казатомпром», Алматы, 2006 г.
24. Инструкция по геофизическому обеспечению работ ПСВ урана предприятий НАК «Казатомпром», АО НАК «Казатомпром», Алматы, 2006 г.
25. «Проект разработки месторождения урана Канжуган», ТОО ИВТ, 2021 г.
26. СТ НАК 16.1-2020. Разработка ПРГР.
27. СТ НАК 16.2-2020. Требования к передаче геофизической информации в цифровом формате.
28. СТ НАК 16.3-2020. Учёт и движение запасов урана в недрах.
29. СТ НАК 21.1-2020. ГИС в процессе эксплуатации.
30. Стандарт АО «НАК «Казатомпром» – СТ НАК «Учет добычи урана и погашения запасов».