ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59932— 2021

ОБЪЕКТЫ ДОБЫЧИ УРАНА МЕТОДАМИ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО И КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Нормы технологического проектирования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Ведущий проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт промышленной технологии» (АО «ВНИПИпромтехнологии»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 322 «Атомная техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 декабря 2021 г. № 1717-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2021

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 3
4 Сокращения 6
5 Общие положения 7
6 Геологическое строение 9
7 Скважинное подземное выщелачивание 16
8 Бурение скважин 29
9 Раствороподъем и транспортировка технологических растворов. Технологические сети и сооружения 35
10 Переработка продуктивных растворов 39
11 Кучное выщелачивание 43
12 Автоматизация технологических процессов 52
13 Организация труда и управление производством 54
14 Безопасность труда. Взрывопожарная и пожарная безопасность 55
Приложение А (рекомендуемое) Рекомендации по исследованию керна, подземных вод и растворов 59
Приложение Б (рекомендуемое) Рекомендуемое оборудование при выполнении работ по бурению скважин и при погрузочно-разгрузочных и монтажных работах 60
Приложение В (рекомендуемое) Определение толщины стенок трубопроводов 61
Приложение Г (рекомендуемое) Стационарные насосные станции 65
Библиография 66

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ОБЪЕКТЫ ДОБЫЧИ УРАНА МЕТОДАМИ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО И КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Нормы технологического проектирования

Uranium production enterprises by leaching downhole and heap leaching.Technological process design norms

Дата введения — 2022—01—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на объекты, осуществляющие добычу и переработку урана методами скважинного подземного и кучного выщелачивания (далее — объекты), и устанавливает нормы технологического проектирования таких объектов.

1.2 Настоящий стандарт предназначен для применения при разработке раздела «Технологические решения» в проектной документации в соответствии с положением [1], а также основных технологических разделов в составе технического проекта согласно требованиям [2] вновь проектируемых, или сооружаемых, или расширяемых, и/или реконструируемых объектов.

1.3 Настоящий стандарт не распространяется на проектирование ремонтно-складского хозяйства, складов, ремонтных пунктов, ремонтно-механических мастерских, пунктов по очистке и дезактивации подлежащего ремонту оборудования (а также транспортных средств, инструмента и металлолома), установок для сжигания горючих отходов производства, средств механизации, а также на разработку организации ремонтно-складской службы проектируемого объекта, средств и способов ремонта в рамках технических решений ремонтно-складского хозяйства.

1.4 В настоящем стандарте не рассматриваются нормы и требования в области охраны окружающей среды, экологической безопасности и вывода из эксплуатации, т. к. настоящий стандарт предназначен для целей разработки раздела «Технологические решения» проектной документации в соответствие с положением [1].

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.005 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.007 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.0 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.1 Система стандартов безопасности труда. Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.3 Система стандартов безопасности труда. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.6 Система стандартов безопасности труда. Аппараты коммутационные низковольтные. Требования безопасности

Издание официальное

ГОСТ 12.2.007.8 Система стандартов безопасности труда. Устройства электросварочные и для плазменной обработки. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.9 (МЭК 519-1—84) Безопасность электротермического оборудования. Часть 1. Общие требования

ГОСТ 12.2.007.10 Система стандартов безопасности труда. Установки, генераторы и нагреватели индукционные для электротермии, установки и генераторы ультразвуковые. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.11 Система стандартов безопасности труда. Преобразователи электроэнергии полупроводниковые. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.12 Система стандартов безопасности труда. Источники тока химические. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.14 Система стандартов безопасности труда. Кабели и кабельная арматура. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.088 Система стандартов безопасности труда. Оборудование наземное для освоения и ремонта скважин. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.108 Система стандартов безопасности труда. Установки для бурения геологоразведочных и гидрогеологических скважин. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.232 Система стандартов безопасности труда. Оборудование буровое наземное. Требование безопасности

ГОСТ 721 Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения свыше 1000 В

ГОСТ 1581 Портландцементы тампонажные. Технические условия

ГОСТ 2184 Кислота серная техническая. Технические условия

ГОСТ 3826 Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия

ГОСТ 6697 Системы электроснабжения, источники, преобразователи и приемники электрической энергии переменного тока. Номинальные частоты от 0,1 до 10000 Гц и допускаемые отклонения

ГОСТ 6827 Электрооборудование и приемники электрической энергии. Ряд номинальных токов

ГОСТ 8732 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент

ГОСТ 9941 Трубы бесшовные холодно- и теплодеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия

ГОСТ 10354 Пленка полиэтиленовая. Технические условия

ГОСТ 17433 (СТ СЭВ 1704-79) Промышленная чистота. Сжатый воздух. Классы загрязненности

ГОСТ 18599 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия

ГОСТ 19185 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 31861 Вода. Общие требования к отбору проб

ГОСТ 32144 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ГОСТ 32569—2013 Трубопроводы технологические стальные. Требования к устройству и эксплуатации на взрывопожароопасных и химически опасных производствах

ГОСТ Р 2.601 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы

ГОСТ Р 51232 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества

ГОСТ Р 52543 Гидроприводы объемные. Требования безопасности

ГОСТ Р 52745 Комплексная система контроля качества. Оценка соответствия материалов, полуфабрикатов и иной продукции, используемых при изготовлении изделий авиационной и иной техники гражданского, оборонного и двойного применения, на предприятиях-поставщиках. Общие требования

ГОСТ Р 52869 Пневмоприводы. Требования безопасности

ГОСТ Р 54362 Геофизические исследования скважин. Термины и определения

СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования

СП 18.13330.2011 «СНиП II-89-80* Генеральные планы промышленных предприятий»

СП 31.13330.2012 «СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»

СП 33.13330.2012 «СНиП 2.04.12-86* Расчет на прочность стальных трубопроводов»

СП 43.13330.2012 «СНиП 2.09.03-85* Сооружения промышленных предприятий»

СП 44.13330.2011 «СНиП 2.09.04-87* Административные и бытовые здания»

СП 91.13330.2012 «СНиП II-94-80* Подземные горные выработки»

СП 112.13330.2011 «СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений»

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 19185, ГОСТ Р 54362, СП 91.13330.2012, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **балансовые запасы:** Запасы твердых полезных ископаемых, разработка которых на момент оценки согласно технико-экономическим расчетам экономически эффективна.

3.2 **бедные продуктивные растворы:** Продуктивные растворы с пониженным содержанием урана, но выше минимально промышленного.

3.3 **водоупорные породы:** Пространственно-выдержанные непроницаемые породы или части разреза месторождения, ограничивающие водоносный горизонт или разделяющие его на подгоризонты.

3.4 **вскрытые запасы:** Часть промышленных запасов в эксплуатационных блоках скважинного подземного выщелачивания, разбуренная технологическими скважинами согласно проекту.

3.5 **выщелачивающий [возвратный] раствор:** Раствор, пригодный (после добавления выщелачивающих реагентов) для повторной подачи в продуктивные (рудовмещающие) горизонты в качестве рабочего раствора.

3.6 **выемочная единица:** Участок месторождения с однородными горно-геологическими условиями, в пределах которого применяется одна система разработки и технологическая схема выемки, определены запасы и возможен первичный учет извлечения полезных компонентов.

3.7 **горнорудная масса:** Масса объема выщелачиваемых пород.

3.8 **готовая продукция:** Материал (вещество), насыщенный(ое) ураном после локальной сорбционной установки или после центральной перерабатывающей установки.

3.9 **дебит скважины:** Объем жидкости, извлекаемый из скважины в единицу времени.

3.10 **декольматация:** Устранение последствий процесса кольматации.

3.11 **денитрация:** Технологический процесс ионного обмена ионов из сорбента на ионы, содержащиеся в денитрирующем растворе.

3.12 **доукрепление растворов:** Процесс доведения концентраций реагентов в возвратных растворах (растворах орошения) до регламентируемых параметров.

3.13 **забалансовые запасы:** Запасы твердых полезных ископаемых, разработка которых на момент оценки согласно технико-экономическим расчетам экономически неэффективна (убыточна), а также запасы, отвечающие требованиям, предъявляемым к балансовым запасам, но использование которых на момент оценки невозможно в связи с расположением в пределах водоохранных зон, населенных пунктов, сооружений, сельскохозяйственных объектов, заповедников, памятников природы, истории и культуры.

3.14 **закачные скважины:** Скважины, через которые в рудные тела подаются закисляющие и рабочие растворы.

3.15 **закисление горнорудной массы:** Процесс подачи в реакционную зону растворов с повышенными содержаниями кислоты в промежуток времени, соответствующий времени стабилизации кислотной среды в зоне выщелачивания.

3.16 **закисляющий раствор:** Технологический раствор, содержащий необходимые реагенты для закисления горнорудной массы и предназначенный для закачки в продуктивные (рудовмещающие) горизонты на этапе подготовки к выщелачиванию урана из руды.

3.17 **кислотопровод:** Трубопровод, транспортирующий растворы с массовой концентрацией кислоты более 15 %.

3.18 **кольматация:** Заполнение поровых каналов (фильтров) химическими осадками (химическая кольматация), частицами породы, увлекаемыми потоком жидкости при суффозионных явлениях или в результате подачи в пласт загрязненных растворов (механическая кольматация), а также свободным газом, выделяющимся при химических реакциях или под действием снижения гидростатического давления (газовая кольматация).

3.19 **контрольные скважины:** Скважины, предназначенные для вскрытия в заданном месте отрабатываемого рудного тела с целью контроля степени извлечения урана и исследования техногенных изменений руд и вмещающих пород с помощью отбора керновых проб и геофизических исследований.

3.20 **кучное выщелачивание:** Геотехнологический процесс получения полезных компонентов растворением подготовленного и уложенного в штабель минерального сырья с их последующим выделением (осаждением) из продуктивных растворов.

3.21 **локальная сорбционная установка:** Передвижной либо стационарный комплекс сорбционного извлечения урана, включающий в себя узел сорбционного концентрирования урана, без получения товарной продукции.

3.22 **маточник сорбции** (маточный раствор): Технологический раствор, из которого извлечен уран, используемый в качестве рабочего после доукрепления выщелачивающими реагентами.

3.23 **метод скважинного подземного выщелачивания:** Метод добычи урана с помощью раствора реагентов без извлечения руды на поверхность через систему технологических скважин.

3.24 **минимальная промышленная концентрация урана:** Содержание урана в продуктивных растворах, определяющее экономическую целесообразность ведения процесса выщелачивания.

3.25 **морфогенетическая модель месторождения** (залежи, рудного тела, блока): Геологическая (геолого-математическая) модель, в которой морфология рудных тел определена рудоформирующими эпигенетическими процессами, развитыми в рудовмещающей толще.

3.26 **наблюдательные скважины:** Скважины, предназначенные для наблюдения за процессом выщелачивания или режимом подземных вод в выщелачиваемой горной массе, а также за ее пределами [за контуром технологических блоков продуктивного (рудовмещающего) горизонта, в надрудных (подрудных) водоносных горизонтах].

Примечание — Наблюдения выполняют посредством измерения уровней подземных вод и отбора проб.

3.27 **накопители** (технологических растворов): Наземные или заглубленные сооружения (открытые емкости) предназначенные:

а) для приема технологических растворов при опорожнении трубопроводов;

б) усреднения расходов технологических растворов;

в) осаждения взвесей (илов) из технологических растворов.

3.28 **нормативы потерь:** Технологически и технически неизбежные и экономически обоснованные потери полезного ископаемого (компонентов) при добыче.

Примечание — Нормативы потерь твердых полезных ископаемых при добыче рассчитывают по конкретным местам образования потерь при проектировании горных работ и утверждают недропользователем в составе проектной документации, подготовленной и согласованной в соответствии с законом [3].

3.29 **нормы технологического проектирования:** Количественные или качественные ограничения на характеристики здания или сооружения, процесса их строительства, эксплуатации или ликвидации, определяющие основные требования к проектированию технологических процессов, исходя из требований безопасности и технологической целесообразности.

3.30 **остаточные растворы:** Растворы, не представляющие коммерческого интереса, на завершающем этапе подземного либо кучного выщелачивания при отработке блоков, штабелей и всего месторождения в целом.

3.31 **окомкование:** Процесс превращения мелких фракций рудной массы в гранулы с заданными свойствами для их более эффективного использования и предотвращения кольматации.

3.32 **откачные скважины:** Скважины, через которые из продуктивного (рудовмещающего) горизонта поступает на поверхность продуктивный раствор.

3.33 **отношение Ж:Т:** Количество (масса) рабочего раствора (Ж), приходящегося на единицу выщелачиваемой горной массы (Т) при заданной степени извлечения.

3.34 **площадная продуктивность:** Количество (масса) полезного компонента, приходящегося на 1 $м^2$ площади месторождения, залежи, блока.

3.35 **подготовленные запасы:** Часть вскрытых запасов участков, в пределах которых выполнены все подготовительные работы, предусмотренные проектом отработки (сооружение технологических скважин, обвязка блоков и скважин поверхностными коммуникациями, оснащение их контрольно-измерительными приборами и аппаратурой и оборудование технологических скважин средствами растворо-подъема, закисление блоков).

3.36 **полезный компонент:** Металлы и другие химические элементы, их соединения или минералы, определяющие промышленную значимость месторождения, т. е. возможность его рентабельной отработки без учета стоимости прочих (попутных) компонентов.

3.37 **попутные полезные компоненты:** Минералы, металлы и другие химические соединения, которые переходят в продуктивный раствор и могут быть рентабельно извлечены из него в ходе отработки месторождения.

3.38 **потери полезного ископаемого:** Часть балансовых запасов полезного ископаемого, не извлеченная из недр при разработке месторождений, а также извлеченная из недр и потерянная при переработке продуктивных растворов.

3.39 **приемистость скважины:** Объем жидкости, поступающий в закачную скважину в единицу времени.

3.40 **продуктивный [рудовмещающий] горизонт:** Водоносный горизонт или часть его (подгоризонт, пласт), в котором локализованы рудные залежи.

3.41 **продуктивный раствор:** Раствор, сформировавшийся в результате физико-химического взаимодействия рабочего раствора с выщелачиваемой горнорудной массой и содержащий уран с массовой концентрацией, равной или превышающей минимальную промышленную.

3.42 **пьезометрическая поверхность:** Условная поверхность подземных (напорных) вод, соединяющая пьезометрические уровни одного водоносного горизонта.

Примечание — Каждая точка пьезометрической поверхности показывает уровень поднятия напорных вод при вскрытии верхнего водоупора горной выработкой.

3.43 **пьезометрический [напорный] уровень:** След (уровень) от пересечения пьезометрической поверхности вертикальной плоскостью.

3.44 **рабочий раствор:** Технологический раствор, содержащий необходимые для растворения урана реагенты и предназначенный для закачки в продуктивные (рудовмещающие) горизонты или орошения руды в штабелях при кучном выщелачивании.

3.45 **разведочные скважины:** Скважины, сооружаемые с целью подсчета запасов полезных компонентов и изучения морфологии и вещественного состава руд и пород, слагающих месторождение.

3.46 **реверсирование:** Изменение направления движения технологических растворов в продуктивном горизонте до 180°.

3.47 **резервные скважины:** Скважины, сооружаемые взамен ликвидированных по техническим причинам скважин.

3.48 **рециркуляция растворов:** Процесс возврата части бедных продуктивных растворов на орошение штабеля без извлечения из них урана с целью донасыщения.

3.49 **рудоподготовка:** Комплекс процессов по сортировке, дроблению, окомкованию руд, поступающих на кучное выщелачивание, т. е. совокупность процессов обработки руды разнообразными методами для получения гранулометрического и вещественного составов, определяемых требованиями последующих переделов или нормативами на готовую продукцию.

3.50 **сорбент:** Жидкое или твердое вещество, избирательно поглощающее (сорбирующее) определенные растворенные вещества из раствора.

3.51 **сорбция:** Технологический процесс селективного извлечения урана из продуктивного раствора, сопровождающийся концентрированием извлекаемого урана в сорбенте.

3.52 **степень [коэффициент] извлечения полезного ископаемого [полезного компонента] из недр:** Массовая доля извлеченного из недр полезного ископаемого (полезного компонента) относительно исходных балансовых запасов, выражаемая в процентах или долях единицы.

3.53 **степень [коэффициент] извлечения полезного ископаемого [полезного компонента] при переработке продуктивных растворов:** Массовая доля полезного ископаемого (полезного компонента), извлеченного в готовую продукцию, относительно его количества в поступивших на переработку продуктивных растворах, выражаемая в процентах или долях единицы.

3.54 **технологические потери:** Потери полезного ископаемого (полезного компонента), образующиеся при переработке продуктивных растворов.

3.55 **технологические растворы:** Водные растворы реагентов и продуктов их взаимодействия с вмещающей средой.

Примечание — Технологические растворы подразделяют на закисляющие, возвратные, рабочие, продуктивные, маточные, остаточные

3.56 **технологические скважины:** Закачные и откачные скважины.

3.57 **технологический забаланс:** Запасы полезного компонента в недрах, не принимаемые к отработке способом подземного выщелачивания по условиям слабой проницаемости или недоступности рудных минералов для технологических растворов.

3.58 **технологический регламент:** Документ, определяющий технологический режим, порядок проведения операций технологического процесса, обеспечивающий выпуск продукции требуемого качества, а также безопасные условия эксплуатации производства.

3.59 **универсальные скважины:** Скважины, предназначенные для вскрытия рудных тел и ведения процесса добычи при реверсировании потока технологических растворов с изменением назначения технологических скважин.

3.60 **центральная перерабатывающая установка:** Стационарный производственный комплекс переработки продуктивных растворов, сорбента и товарных регенератов, в том числе с локальных сорбционных установок, с получением готовой продукции.

3.61 **эксплуатационный блок скважинного подземного выщелачивания:** Группа эксплуатационных ячеек, одновременно вводимых в эксплуатацию и отрабатываемых в едином технологическом режиме.

3.62 **эксплуатационная ячейка:** Часть рудного тела, отрабатываемая закачной и откачной скважинами.

3.63 **эксплуатационно-разведочные скважины:** Скважины, сооружаемые для уточнения контуров рудных залежей, а также геотехнологических параметров руд и рудовмещающих отложений.

3.64 **эксплуатационные потери:** Потери полезного ископаемого (полезного компонента) при добыче, технологически связанные с принятой схемой и технологией разработки месторождения.

3.65 **эксплуатационный блок:** Часть рудной залежи, вскрытая по оптимальной схеме технологическими скважинами, одновременно запускаемая и выводимая из эксплуатации при скважинном подземном выщелачивании.

3.66 **эффективная мощность:** Часть продуктивного (рудовмещающего) горизонта без водоупорных пород, активная в фильтрационном отношении при проведении скважинного подземного выщелачивания.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ВР — выщелачивающий раствор;

ЗНП — задание на проектирование;

КВ — кучное выщелачивание;

КИПиА — контрольно-измерительные приборы и аппаратура;

ЛСУ — локальная сорбционная установка;

ПВ — подземное выщелачивание;

ПР — продуктивный раствор;

РКС — рудоконтрольная станция;

РР — рабочий раствор;

СИЗ — средства индивидуальной защиты;

СПВ — скважинное подземное выщелачивание;

УППР — установка по переработке продуктивных растворов.

5 Общие положения

5.1 Основание, состав и содержание проектных работ по разработке урановых месторождений методами скважинного подземного и кучного выщелачиваний

5.1.1 Разработку месторождений (добычу) урана методами СПВ и КВ выполняют на основании технических проектов и проектной документации, связанной с пользованием недрами, в соответствии с [3] (статья 23.2), [4] (статья 8).

5.1.2 Состав и содержание раздела «Технологические решения» в проектной документации должны соответствовать требованиям положения [1] (раздел 5, подраздел 7).

5.1.3 Структура и оформление основных технологических разделов (геологическое строение, технические решения) в составе технического проекта разработки урановых месторождений выполняют в соответствии с требованиями [2], (глава I).

5.1.4 Порядок разработки, согласования и утверждения технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с пользованием недр (далее — проектная документация), по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами определен положением [5].

5.1.5 Решение о подготовке изменений (дополнений, корректировок) к техническим проектам разработки месторождений пользователь недр принимает самостоятельно. Количество таких изменений к техническим проектам не ограничивается.

Изменения (корректировки) подготавливают к последней утвержденной проектной документации в случаях:

- прироста (списания) запасов месторождения;
- отклонений фактической годовой добычи и календарного плана добычных работ от проектных значений, превышающих установленный диапазон допустимых отклонений;
- изменения способа разработки месторождения;
- технологической потребности выхода за границы участка недр, предоставленного в пользование по лицензии;
- корректировки главных параметров объекта проектирования в связи с изменением первичных исходных данных (горно-геологических и горнотехнических условий, техническом перевооружении, реконструкции, расширении предприятия).

В остальных случаях изменения отдельных проектных решений оформляют при подготовке годовых планов горных работ либо дополнений к ним.

5.2 Исходные данные и документы для технологического проектирования

5.2.1 Проектную документацию, включающую разделы «Геологическое строение», «Скважинное подземное выщелачивание», «Буровые работы», «Технологические решения поверхностного комплекса СПВ и КВ», «Переработка продуктивных растворов», разрабатывают в соответствии со следующими документами:

- ЗНП;
- техническое задание для технического проекта разработки месторождения урана;
- техническое задание на разработку технического проекта на добычу подземных вод для водоснабжения проектируемого объекта капитального строительства (при необходимости);
- отчеты по результатам инженерных изысканий;
- лицензия на право пользования участком недр со всеми дополнениями и приложениями к ней;
- протоколы и экспертные заключения государственной экспертизы на технико-экономическое обоснование временных или постоянных кондиций и подсчет запасов;
- отчеты геологоразведочных и изыскательских организаций с описанием результатов геологических, гидрогеологических, геофизических и инженерных исследований месторождения;
- подготовленная ранее проектная документация и протоколы ее согласования в установленном порядке.

5.2.2 Правоустанавливающими документами на земельный участок, отведенный под строительство объекта капитального строительства, являются:

- градостроительный план земельного участка;
- договор аренды земельного участка между правообладателем земельного участка и собственником проектируемого объекта капитального строительства;

- договор аренды лесного участка (при необходимости) между правообладателем лесного участка и собственником проектируемого объекта капитального строительства.

5.2.3 Исходными данными для разработки глав «Геологическое строение» и «Скважинное подземное выщелачивание» в составе подраздела «Технологические решения» согласно требованиям [2] являются:

а) отчет о геологическом изучении месторождения;

б) отчет с подсчетом запасов урана;

в) отчет о результатах работ на опытном участке с учетом добычи по состоянию на период, предшествующий началу разработки проектной документации и включающий сведения о химическом составе ПР, содержании и составе механических примесей в ПР, химическом составе маточников сорбции;

г) сведения о состоянии и изменении запасов твердых полезных ископаемых за прошедший период;

д) отчет о моделировании геотехнологических процессов, выполненный на основе трехмерных морфогенетических моделей месторождения (рудных залежей, геологических блоков), для обоснования схемы вскрытия и геотехнологических показателей отработки с рекомендациями, включая следующие параметры:

1) схема размещения эксплуатационных скважин,

2) дебиты откачных и закачных скважин,

3) сроки отработки эксплуатационных блоков до заданного уровня извлечения;

е) разрезы и планы подсчета запасов, геологическая и гидрогеологическая карты месторождения, топооснова;

ж) отчет о лабораторных исследованиях фильтрационного выщелачивания урана и попутных полезных компонентов;

1) отчет о полевом опробовании продуктивного (рудовмещающего) горизонта,

2) производительность объекта по урану;

и) съем растворов с 1 т горнорудной массы на стадии закисления горнорудной массы и на стадии выщелачивания урана из руды;

к) содержание реагентов в технологических растворах на стадии закисления горнорудной массы и на стадии выщелачивания урана из руды;

л) оптимальная остаточная кислотность ПР;

м) рекомендуемый коэффициент извлечения урана из недр в ПР и его изменение в зависимости от количества (массы) РР, приходящегося на единицу выщелачиваемой горнорудной массы (отношение Ж:Т);

н) рекомендуемый удельный расход реагентов и их изменение в зависимости от количества (массы) РР, приходящейся на единицу выщелачиваемой горнорудной массы.

5.2.4 Исходными данными для разработки главы «Бурение скважин» в составе подраздела «Технологические решения» согласно требованиям [2] являются:

- горнотехнические условия месторождения (рудной залежи);
- количество технологических скважин;
- календарный план добычи;
- практический опыт бурения и сооружения технологических скважин в конкретных условиях.

5.2.5 Рекомендациями для проектирования технологических решений полигонов СПВ являются:

- рекомендации по раствороподъемным средствам (погружные насосы, эрлифты);
- рекомендации по прокладке магистральных и рядных трубопроводов (материалы трубопроводов, материалы эстакад);
- рекомендации по материалам накопителей технологических растворов, оборудованию перекачных насосных станций;
- рекомендации по кислотоснабжению (резервуары, насосное оборудование, трубопроводы);
- рекомендации по воздухоснабжению (компрессорные, воздухопроводные сети).

5.2.6 Исходными данными для разработки глав «Переработка продуктивных растворов» и «Кучное выщелачивание» в составе подраздела «Технологические решения» согласно требованиям [2] являются:

- технологическая схема переработки растворов;
- технологический регламент переработки ПР;

- отчеты по результатам научно-исследовательских работ и проведенным полупромышленным и промышленным испытаниям;
- содержание твердых взвесей в ПР;
- рекомендации по аппаратурному оформлению технологических процессов.

6 Геологическое строение

6.1 Запасы полезных ископаемых

6.1.1 К проектированию принимают балансовые запасы категорий В, С1, С2 в соответствии с классификацией [6], утвержденные государственной комиссией по запасам полезных ископаемых и подсчитанные по кондициям с учетом отработки месторождения методом СПВ.

6.1.2 По месторождениям, отработка которых предусмотрена методом СПВ, а запасы подсчитаны и утверждены по кондициям для горного способа отработки, проводят пересчет запасов по кондициям для метода СПВ.

Принятые для метода СПВ кондиции и подсчитанные по ним запасы подлежат повторному рассмотрению и утверждению государственной комиссией по запасам полезных ископаемых.

Пересчет и переутверждение запасов проводят по инициативе недропользователя, а также контрольных и надзорных органов в установленном порядке в случаях, предусмотренных рекомендациями [7] (приложение 5).

При изменении запасов полезного ископаемого в результате их пересчета недропользователь обязан подготовить новую или внести изменения в действующую проектную документацию.

6.1.3 Соотношение запасов категорий В, С1 и С2, достаточное для передачи месторождения (участка) в промышленное освоение установлено классификацией [6] и рекомендациями [7].

6.1.4 Использование запасов категории С2 при проектировании их отработки устанавливаются при утверждении запасов с учетом рекомендаций государственной комиссии по запасам полезных ископаемых.

6.1.5 В проектах должны быть определены балансовые и эксплуатационные запасы.

6.1.6 Списание балансовых запасов или перевод их в забалансовые осуществляют в соответствии с порядком [8].

6.1.6.1 Балансовыми считаются запасы, утвержденные государственной комиссией по запасам полезных ископаемых для метода СПВ и поставленные на государственный баланс полезных ископаемых.

6.1.6.2 Эксплуатационные запасы определены балансовыми запасами с учетом эксплуатационных потерь.

6.1.6.3 Эксплуатационные потери определяют в зависимости от коэффициентов извлечения полезного компонента из недр в ПР.

6.1.6.4 Извлечение запасов руды при добыче методом СПВ не происходит. Однако для проектных расчетов необходимо определить объем прорабатываемого растворами пространства недр (рудовмещающего горизонта).

6.1.6.5 Эксплуатационные запасы руды (горнорудной массы) в недрах $Q_э$, т, вычисляют для каждой выемочной единицы (блок, участок, залежь, полигон СПВ, месторождение в целом) по формуле

$$Q_э = S_э \cdot M_э \cdot \gamma_п , \quad (1)$$

где $S_э$ — площадь выемочной единицы, м^2;

$M_э$ — эффективная (эксплуатационная) мощность, м;

$\gamma_п$ — средняя объемная масса руд и вмещающих пород, т/м^3.

6.1.6.6 Эксплуатационные запасы урана в недрах $P_{э.н}$, т, определяют как сумму балансовых запасов и количества (массы) урана в разубоживающей массе, учитывающих параметры рудных интервалов по принятым кондиционным лимитам, не вошедших в подсчет балансовых запасов (забалансовые пересечения, отдельные рудные интервалы).

Примечание — Разубоживающая масса — масса горной породы с содержанием полезного компонента (урана) в концентрации ниже кондиционного (менее 0,01 %).

6.1.6.7 Эксплуатационные запасы урана, извлекаемые в ПР $P_{э.р}$, т, вычисляют по формуле

$$P_{э.р} = P_{э.н} \cdot \varepsilon_1, \quad (2)$$

где $P_{э.н}$ — эксплуатационные запасы урана в недрах, т;

ε_1 — коэффициент извлечения урана из недр в ПР, определяемый расчетным путем по данным разведочных, лабораторных, опытных работ и технологического регламента выщелачивания урана из руды, массовая доля.

6.2 Геологоразведочные и эксплуатационно-разведочные работы

6.2.1 При составлении проектной документации предусматривают проведение эксплуатационно-разведочных работ (эксплуатационной разведки), сопровождающих горно-подготовительные работы и проводимых с целью уточнения контуров рудных залежей с детализацией приконтурных частей и зон выклинивания оруденения, оперативного подсчета запасов и управления процессом ПВ.

6.2.2 Эксплуатационную разведку проектируют с учетом плана эксплуатационных работ.

6.2.3 Объемы эксплуатационной разведки требуют проектного обоснования в каждом конкретном случае с учетом геолого-морфологических особенностей оруденения.

Общий объем разведочного бурения в целом по месторождению не должен превышать 5 % от суммарного объема бурения технологических (откачных, закачных) скважин.

6.2.4 Эксплуатационная разведка включает комплекс работ, проводимых при бурении скважин для геофизических, гидрогеологических, гидрогеохимических исследований, который выполняется в период вскрытия участков СПВ технологическими (откачными, закачными) скважинами.

Эксплуатационную разведку с комплексом работ по опробованию керна при бурении скважин проводят в определенных случаях, указанных в ЗНП.

6.2.5 При эксплуатационно-разведочных работах следует предусматривать меры по дальнейшему использованию скважин эксплуатационной разведки в качестве эксплуатационных (откачных, закачных, наблюдательных).

6.2.6 Бурение контрольных скважин с сопровождением фотодокументации керна на отдельных самостоятельно погашенных участках проводят только в случаях отклонения показателя извлечения металла на 50 % от планового или с целью выполнения специальных исследований (минералогических, фильтрационных и других). В других случаях погашение запасов осуществляют по данным товарного учета.

Общий объем контрольного бурения в целом по месторождению не должен превышать 5 % от суммарного объема бурения технологических (откачных, закачных) скважин.

6.3 Геофизические работы

6.3.1 Геофизические работы предназначены для решения следующих задач:

- выявление рудных интервалов с определением их мощности, массовой доли урана и технологического типа руд по проницаемости;
- литологическое расчленение пород разреза;
- контроль технического состояния технологических и наблюдательных скважин при их сооружении и эксплуатации;
- определение фильтрационных характеристик пород продуктивного (рудовмещающего) горизонта с выделением забалансовых по проницаемости рудных интервалов, а также контроль за изменением фильтрационных характеристик пород продуктивного (рудовмещающего) горизонта в процессе отработки месторождения;
- определение фильтрационных характеристик других продуктивных (рудовмещающих) горизонтов, вскрываемых скважинами, выявление перетоков между водоносными горизонтами, вскрытыми технологическими и наблюдательными скважинами;
- определение границ интервалов, подвергшихся техногенному воздействию, в т. ч. оценка степени закисленности пород продуктивного (рудовмещающего) горизонта;
- изучение динамики выщелачивания урана;
- оценка остаточного и техногенно-перераспределенного урана в недрах и степени извлечения урана из недр.

6.3.2 При проектировании геофизических работ должны быть предусмотрены:

- виды (комплексы) и объемы геофизических исследований в процессе бурения и сооружения технологических, наблюдательных, разведочных, эксплуатационно-разведочных и контрольных скважин;
- виды (комплексы) и объемы геофизических исследований в процессе эксплуатации технологических и наблюдательных скважин. В процессе эксплуатации технологических и наблюдательных скважин периодичность контроля не менее одного раза в год на одну скважину;
- аппаратурное оснащение, метрологическое и организационно-техническое обеспечение геофизических работ;
- численность обслуживающего персонала.

6.3.3 Виды, объемы и период геофизических исследований в скважинах отдельно по типам скважин определяют, руководствуясь данными таблицы 1.

Таблица 1 — Геофизические исследования в скважинах

Вид исследований	Решаемая задача	Тип скважины, интервал глубины исследования	Период исследований
Каротаж сопротивления (КС) (электрический каротаж, основанный на измерении кажущегося удельного электрического сопротивления горных пород)	Литологическое расчленение пород разреза по кажущемуся удельному сопротивлению и выделение технологически забалансовых по проницаемости рудных интервалов	Во всех технологических, разведочных, эксплуатационно-разведочных, наблюдательных и контрольных скважинах в открытом стволе, заполненном жидкостью, по всему стволу	Бурение
Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации (ПС) (электрический каротаж, основанный на измерении потенциалов самопроизвольной поляризации)	Литологическое расчленение пород разреза по потенциалам самопроизвольной поляризации и выделение технологически забалансовых по проницаемости рудных интервалов	Во всех технологических, разведочных, эксплуатационно-разведочных, наблюдательных и контрольных скважинах в открытом стволе, заполненном жидкостью, по всему стволу	Бурение
Кавернометрия	Определение изменения диаметра скважины, определение объема затрубного пространства при его цементации, использование при количественной интерпретации гамма-каротажа, каротажа мгновенных нейтронов деления, импульсного нейтрон-нейтронного каротажа и расходометрии	Во всех технологических, разведочных, эксплуатационно-разведочных, наблюдательных и контрольных скважинах в открытом стволе, по всему стволу	Бурение
Инклинометрия	Контроль за отклонением ствола скважины от проектных параметров	Во всех технологических, разведочных, эксплуатационно-разведочных, наблюдательных и контрольных скважинах в открытом стволе, по всему стволу	Бурение
Гамма-каротаж (ГК)	Определение подсчетных параметров рудных интервалов [мощности, массовой доли радия (урана), метропроцента], использование в комплексе с другими методами опробования при определении поправки на «отжатие» радона, коэффициента радиоактивного равновесия (КРР) между ураном и радием	Во всех технологических, разведочных, эксплуатационно-разведочных, наблюдательных и контрольных скважинах в открытом стволе, по всему стволу	Бурение

Окончание таблицы 1

Вид исследований	Решаемая задача	Тип скважины, интервал глубины исследования	Период исследований
Каротаж мгновенных нейтронов деления (КМНД)	Определение подсчетных параметров рудных интервалов (мощности, массовой доли урана, метропроцента), оценка остаточного и техногенно-переотложенного урана в недрах при эксплуатации, контроль за динамикой извлечения урана из недр, использование в комплексе с ГК при определении суммарной поправки, учитывающей «отжатие» радона и КРР	В технологических, наблюдательных, разведочных, эксплуатационно-разведочных и контрольных скважинах в интервале продуктивного горизонта	Бурение, эксплуатация
Импульсный нейтроннейтронный каротаж (ИННК)	Литологическое расчленение пород разреза, выделение технологически забалансовых по проницаемости рудных интервалов. Вспомогательный метод для интерпретации данных КМНД	В технологических, наблюдательных, разведочных, эксплуатационно-разведочных и контрольных скважинах в интервале продуктивного горизонта	Бурение, эксплуатация
Термокаротаж	Определение интервалов затрубной цементации при сооружении всех скважин, выявление затрубных перетоков между водоносными горизонтами при эксплуатации скважин по измерению характеристик естественных и искусственных тепловых полей в скважине	В технологических и наблюдательных скважинах после схватывания цементного раствора (при сооружении скважин) либо после остановки и выстойки скважин при эксплуатации. Термокаротаж выполняют по всему стволу обводненной части скважины	Бурение, эксплуатация
Расходометрия	Определение интервалов утечек или притока жидкости в колонне обсадных труб, а также для построения графиков приемистости (расхода) в интервале установки фильтра после сооружения и освоения скважины. Периодические измерения при эксплуатации	Во всех технологических и наблюдательных скважинах при наливе жидкости в скважину либо в условиях самоизлива	Бурение, эксплуатация
Видеокаротаж	Визуальная оценка технического состояния скважин, в которых выявлены нарушения, проверка технического состояния приустьевых участков скважины	В технологических и наблюдательных скважинах	Бурение, эксплуатация
Токовый каротаж (ТК)	Оценка технического состояния скважин, выявление нарушений в конструкции скважины, целостности обсадной колонны и фильтров, оценка состояния отстойника скважин	Во всех технологических и наблюдательных скважинах по всему стволу после установки эксплуатационных колонн труб, после цементации затрубного пространства, по завершении освоения скважины, периодически при эксплуатации	Бурение, эксплуатация
Индукционный каротаж (ИК)	Литологическое расчленение пород разреза по кажущейся удельной электропроводности и определение фоновых характеристик разреза, выделение интервалов проработанных выщелачивающими растворами по сопоставлению с результатами фоновых каротажей	Во всех технологических и наблюдательных скважинах (кроме скважин обсаженных стальными трубами) после цементации и не реже 1 раза в год в период эксплуатации скважины по всему стволу	Бурение, эксплуатация

6.3.4 Рекомендуемые объемы применения метода КМНД:

- наблюдательные и контрольные скважины — 100 %;
- разведочные, эксплуатационно-разведочные и технологические скважины — не менее 30 %.

При проведении режимных наблюдений методом КМНД в наблюдательных и технологических скважинах периодичность наблюдений устанавливается не реже 1 раза в 6 мес.

При проектировании геофизических работ следует руководствоваться рекомендациями [7] и инструкцией [9].

6.4 Опробование, аналитические работы

6.4.1 При проектировании предусматривают:

- опробование керна;
- гидрохимическое опробование подземных вод и технологических растворов;
- проведение режимных гидрогеологических наблюдений.

6.4.2 Объемы кернового опробования вычисляют по запланированному метражу бурения всех видов скважин. Количество анализов керновых проб определяют по количеству запланированных проб. Среднюю длину пробы принимают равной 0,5 м.

6.4.3 В проектах предусматривают виды анализов:

- на основной и попутные полезные компоненты;
- химические (полный и сокращенный);
- радиометрические;
- минералогические и петрографические;
- гранулометрические и специальные виды анализов для изучения водно-физических, фильтрационных и технологических свойств руд и вмещающих пород со средней длиной пробы 2 м.

6.4.4 Объемы опробования керна скважин и виды анализов рекомендуется определять, руководствуясь данными таблицы А.1 (приложение А).

6.4.5 Объемы гидрохимического опробования и виды анализов подземных вод и технологических растворов рекомендуется определять в зависимости от количества сооружаемых или находящихся в эксплуатации скважин, а также устанавливают периодичность отбора проб, руководствуясь данными таблицы А.2 (приложение А).

6.4.6 При проектировании производства СПВ должны быть предусмотрены режимные гидрогеологические наблюдения:

- за дебитом и приемистостью скважин;
- статическим уровнем подземных вод продуктивного и смежных с ним водоносных горизонтов;
- динамическим уровнем подземных вод продуктивного и смежных с ним водоносных горизонтов.

6.5 Расчет потерь урана в недрах при добыче

6.5.1 Расчет потерь полезного компонента при СПВ должен учитывать следующие принципы:

- единство классификации потерь полезных компонентов при добыче;
- нормирование потерь по выемочным единицам;
- нормирование потерь по местам образования, технологически связанным с технологией и технологической схемой разработки месторождения;
- сравнения через выражение показателей в относительных единицах.

6.5.2 Выемочная единица состоит из группы технологических скважин, объединенных системой коммуникаций, приборов контроля и управления процессом ПВ и отрабатываемых в едином геотехнологическом режиме.

6.5.3 При выделении выемочной единицы учитывают следующие геологические и технологические условия:

- технологические типы полезного компонента;
- физико-механические, фильтрационные и геомеханические параметры полезного компонента и вмещающих пород;
- технология и технологическая схема добычных работ;
- достоверность определения извлекаемых запасов и потерь полезного компонента при добыче;
- возможность текущего учета извлечения полезного компонента, исключающего погрешности, связанные с малым размером анализируемого объекта;
- отсутствие взаимного влияния на извлечение полезного компонента из недр;

- измеряемые геологические, технологические и гидродинамические границы;
- наличие и возможность идентификации проектных границ.

Требованиям, предъявляемым к выемочной единице, при скважинном подземном выщелачивании удовлетворяют залежь (часть залежи в границах отработки), добычной полигон (участок) и эксплуатационный блок.

При разработке конкретного месторождения в зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий может быть применен один, два или все три из перечисленных вида выемочных единиц.

6.5.4 Потери при разработке месторождений твердых полезных ископаемых классифицируют по единому признаку — месту их образования.

Эксплуатационные потери определяют в выемочной единице, являющейся технологическим элементом добычных работ.

Классификация нормируемых эксплуатационных потерь полезного компонента при добыче через скважины с поверхности приведена в таблице 2.

Таблица 2 — Эксплуатационные потери в недрах

Потери в процессах	Причина образования
Группа I. Потери полезного компонента в массиве	
В участках залежи (целиках), не доступных РР	Недостатки схемы вскрытия
В руде, в нерастворимой кислотными растворами форме	Структурно-минералогические особенности полезного ископаемого
Группа II. Потери подготовленных запасов полезного компонента	
В застойных гидродинамических зонах	Недостатки схемы вскрытия
В растворах, выносимых на периферию потока	Естественные гидродинамические утечки

Для каждой выемочной единицы, вовлекаемой в отработку, должны быть рассчитаны нормативы потерь полезных ископаемых при добыче и эксплуатационные запасы.

Нормативы потерь при добыче полезного ископаемого рассчитывают в пределах полного технологического цикла добычных работ.

Учет потерь полезного ископаемого при СПВ в связи с отсутствием прямого доступа к рудному телу осуществляют косвенным методом, а именно:

- количество (масса) потерянных полезных ископаемых определяют условно по согласованному нормативу потерь для данной выемочной единицы и количеству (массе) добытых из нее полезных ископаемых в тех случаях, когда при добыче полезных ископаемых прямое определение потерь невозможно, а полная отработка выемочной единицы к концу отчетного периода не закончена;
- окончательное количество (массу) потерянных полезных ископаемых по выемочной единице определяют после ее полной отработки.

При многокомпонентных полезных ископаемых полнота и качество извлечения должны быть определены как по основному, так и по всем попутным компонентам, имеющим промышленное значение.

6.5.5 Расчет норматива эксплуатационных потерь балансовых запасов полезного компонента по выемочным единицам в проектной документации включает анализ геологического материала и технологический регламент выщелачивания полезного компонента из руд.

6.5.6 Норматив эксплуатационных потерь балансовых запасов полезного компонента по выемочной единице при добыче из недр определяют в нижеприведенной последовательности.

6.5.6.1 Эффективную мощность $M_э$, м, вычисляют по формуле

$$M_э = m_р + m_{в.м}, \quad (3)$$

где $m_р$ — рудная мощность выемочной единицы, м;

$m_{в.м}$ — породная мощность, вовлекаемая в процесс выщелачивания и определяемая с учетом данных, полученных в результате опытных, опытно-промышленных работ, моделирования, м.

6.5.6.2 Количество вовлекаемых в выщелачивание вмещающих пород выемочной единицы $Q_{в.м}$, т, вычисляют по формуле

$$Q_{в.м} = S_р \cdot m_{в.м} \cdot \gamma_п, \quad (4)$$

где $S_р$ — площадь выемочной единицы, м^2;

$\gamma_п$ — средняя объемная масса руд и вмещающих пород, т/м^3.

6.5.6.3 Количество (масса) полезного компонента во вмещающих породах выемочной единицы $P_{в.м}$, т, вычисляют по формуле

$$P_{в.м} = 10^{-2} \cdot Q_{в.м} \cdot C_в, \quad (5)$$

где $Q_{в.м}$ — количество (масса) вовлекаемых в выщелачивание вмещающих пород выемочной единицы, т;

$C_в$ — массовая доля полезного компонента во вмещающих породах, %.

6.5.6.4 Рудную массу в контуре выщелачивания выемочной единицы $Q_э$, т, вычисляют по формуле

$$Q_э = Q_{зап} + Q_{вм}, \quad (6)$$

где $Q_{зап}$ — балансовые запасы руды, т;

$Q_{вм}$ — количество (масса) вовлекаемых в выщелачивание вмещающих пород выемочной единицы, т.

6.5.6.5 Запасы полезного компонента в контуре выщелачивания выемочной единицы $P_{э.н}$, т, вычисляют по формуле

$$P_{э.н} = P_{зап} + P_{в.м}, \quad (7)$$

где $P_{зап}$ — балансовые запасы полезного компонента, т;

$P_{в.м}$ — количество полезного компонента во вмещающих породах, т.

6.5.6.6 Массовую долю полезного компонента в контуре выщелачивания выемочной единицы $C_э$, %, вычисляют по формуле

$$C_э = (P_{э.н}/Q_э) \cdot 100, \quad (8)$$

где $P_{э.н}$ — запасы полезного компонента в контуре выщелачивания, т;

$Q_э$ — рудная масса в контуре выщелачивания, т.

6.5.6.7 Извлечение полезного компонента из контура выщелачивания по выемочной единице $\varepsilon_э$, %, вычисляют по формуле

$$\varepsilon_э = K_\varepsilon \cdot (5{,}3 \cdot \ln C_б + 102{,}4), \quad (9)$$

где $C_б$ — массовая доля полезного компонента в балансовых запасах, %;

$K_\varepsilon = 0{,}80—0{,}88$ — корректирующий коэффициент, определяемый по результатам сопоставления прогнозных и фактических показателей отработки.

6.5.6.8 Потери полезного компонента в контуре выщелачивания при добыче по выемочной единице $П_{п.в}$, т, вычисляют по формуле

$$П_{п.в} = 10^{-2} \cdot Q_э \cdot C_э \cdot (1 - \varepsilon_э), \quad (10)$$

где $Q_э$ — рудная масса в контуре выщелачивания, т;

$C_э$ — массовая доля полезного компонента в контуре выщелачивания, %.

6.5.6.9 Полезный компонент, извлеченный в процессе добычи из недр в ПР по выемочной единице $P_{э.р}$, т, вычисляют по формуле

$$P_{э.р} = P_{э.н} - П_{п.в}. \quad (11)$$

6.5.6.10 Коэффициент извлечения полезного компонента из недр по выемочной единице ε_1 вычисляют по формуле

$$\varepsilon_1 = P_{э.р} / P_{зап}, \quad (12)$$

где $P_{э.р}$ — полезный компонент, извлеченный в процессе добычи из недр в ПР, т;
$P_{зап}$ — балансовые запасы полезного компонента, т.

6.5.6.11 Норматив эксплуатационных потерь полезного компонента при добыче $N_{п.в}$, %, по выемочной единице вычисляют по формуле

$$N_{п.в} = (1 - \varepsilon_1) \cdot 100, \quad (13)$$

где ε_1 — коэффициент извлечения урана из недр в ПР, определяемый расчетным путем по данным разведочных, лабораторных, опытных работ и технологического регламента выщелачивания урана из руды.

7 Скважинное подземное выщелачивание

7.1 Производительность, срок службы и режим работы предприятий скважинного подземного выщелачивания

7.1.1 Оптимальную годовую производительность предприятия СПВ по урану, добываемому в ПР (или в готовой продукции), и срок его службы определяют на основании масштаба месторождения, потребности в уране и размеров капитальных вложений.

Проектный уровень годовой добычи по полезному ископаемому должен быть установлен в соответствии с требованиями лицензионного соглашения и ЗНП.

7.1.2 При заданной производительности срок службы объекта определяют с учетом периодов достижения проектной производительности и снижения добычи при доработке запасов месторождения. Для продления срока службы объекта учитывают прирост запасов за счет доразведки.

7.1.3 В отдельных случаях, когда на месторождении происходит осушение продуктивного (рудовмещающего) горизонта ввиду эксплуатации близко расположенных водозаборов или горных выработок, производительность объекта и срок его службы устанавливают с учетом прогнозных расчетов по водопонижению.

7.1.4 Режим работы объекта принимают круглогодичным. Режим работы оборудования принимают равным 340 дней.

7.2 Системы разработки пластовых месторождений методом скважинного подземного выщелачивания и их классификация

7.2.1 Под системой разработки пластовых месторождений методом СПВ понимается определенный во времени и пространстве порядок проведения:

- подготовительных работ;
- работ по введению реагентов в рудное тело, обеспечению их циркуляции в продуктивном (рудовмещающем) горизонте, взаимодействию реагентов с рудным телом;
- отбора ПР, обеспечивающих эксплуатацию месторождения с заданными технико-экономическими показателями и экологическими требованиями.

7.2.2 Система разработки методом СПВ, увязанная с процессом перевода урана из руды в раствор, включает:

- специальные способы подготовки выемочных единиц;
- схему вскрытия продуктивного (рудовмещающего) горизонта;
- порядок ввода, эксплуатации, доработки и вывода из эксплуатации выемочных единиц.

7.2.3 Специальные способы подготовки должны включать в себя комплекс мероприятий, направленных на улучшение условий циркуляции растворов в продуктивном (рудовмещающем) горизонте и взаимодействие растворителя с рудным телом.

7.2.4 В зависимости от требований к формированию фильтрационного потока в пласте и охране недр, среди специальных способов подготовки выделяют способы локализации фильтрационного потока в плане и разрезе (искусственные экраны, зоны кольматации и т. д.) и способы повышения проницаемости рудных тел.

7.2.5 Схема вскрытия продуктивного (рудовмещающего) горизонта включает схему размещения технологических скважин по площади и схему установки фильтров скважин в разрезе продуктивного (рудовмещающего) горизонта.

7.2.6 Любая схема размещения технологических скважин не должны выходить за границы лицензионного участка недр.

7.2.7 Форма, соотношение межрядных и межскважинных расстояний, площадь ячейки и интервал установки фильтров в разрезе продуктивного (рудовмещающего) горизонта являются технологическими параметрами системы разработки, которые должны оптимизироваться в процессе проектирования.

7.2.8 Порядок ввода, эксплуатации и вывода из работы технологических скважин должен быть определен гидродинамическим режимом отработки, гидрогеохимией и геотехнологией процесса.

7.2.9 В зависимости от режима работы технологических скважин в период эксплуатации выделяют системы разработки с постоянным и переменным режимами работы скважин.

7.2.10 По назначению технологических скважин в процессе их эксплуатации выделяют системы разработки с неизменным и изменяющимся назначением одних и тех же скважин.

7.2.11 Вид реагентов и объемы их подачи в пласт в период закисления, эксплуатации и доработки выемочных единиц являются параметрами технологического режима отработки, оптимизируемыми в процессе проектирования и эксплуатации.

7.2.12 Система разработки должна быть опробована и обоснована опытными или опытно-промышленными работами.

7.3 Выбор системы разработки месторождения

7.3.1 Выбор системы разработки месторождения (его части, залежи, блока) проводят по конкурирующим вариантам с заданными параметрами, выбираемыми с учетом геолого-гидрогеологических условий и технических возможностей эксплуатации месторождения.

7.3.2 Основанием для сопоставления систем разработки должны являться геотехнологические показатели, характеризующие результаты отработки месторождения по конкурирующим вариантам.

7.3.3 Оптимальный (проектный) вариант системы разработки устанавливают по результатам прогнозных расчетов основных геотехнологических показателей или моделирования отработки по каждому конкурирующему варианту и их технико-экономическому сопоставлению.

7.3.4 Оптимизацию систем разработки месторождения осуществляют в последовательности, включающей:

- типизацию природных условий месторождения, его районирования по выделенным типам;
- учет природного рельефа поверхности при выборе модели разводки трубопроводов;
- обоснование модели процесса выщелачивания на месторождении и ее адаптация фактическим результатам отработки опытных (опытно-промышленных) участков СПВ;
- прогнозирование основных геотехнологических показателей для вариантов систем отработки в каждом из выделенных схематизированных природных условий;
- технико-экономическое сопоставление и выбор оптимальных вариантов систем в каждом из выделенных типов природных условий.

7.3.5 Типизацию природных условий месторождения осуществляют с выделением по площади однородных участков по следующим параметрам:

- геометрическим размерам оконтуренных рудных тел в плане;
- морфологии рудных тел;
- положению рудных тел в разрезе продуктивного (рудовмещающего) горизонта;
- соотношение мощности рудных и безрудных отложений в продуктивном (рудовмещающем) горизонте.

7.3.6 Обоснование модели процесса выщелачивания осуществляют с учетом в ней природных параметров системы разработки на месторождении, а также особенностей процесса, влияющих на формирование геотехнологических показателей (мерности потока, анизотропии, неравномерности расхода по длине фильтра и т. д.).

7.3.7 Адаптацию модели осуществляют прямым прогнозом работы опытного (опытно-промышленного) участка СПВ, сопоставлением прогнозных и фактических геотехнологических показателей отработки и корректировкой модели до их сходимости в пределах точности инженерных расчетов.

7.3.8 Прогнозирование основных геотехнологических показателей осуществляют для краевых и внутриконтурных типовых эксплуатационных ячеек для каждой из рассматриваемых систем на основании модели процесса выщелачивания, отражающей особенности гидродинамической структуры и параметров фильтрационного потока, которые возникают под воздействием системы разработки и кинетических закономерностей перехода урана из руды в раствор.

7.3.9 Геотехнологические показатели варианта системы разработки, выбранного по конкурирующим вариантам, определяют как средневзвешенные значения показателей отработки краевых и внутриконтурных эксплуатационных ячеек.

7.3.10 Оптимизацию систем разработки при технико-экономическом сопоставлении осуществляют, определяя:

- время работы системы разработки с учетом однозначности взаимосвязей показателей (уровня извлечения, минимальная промышленная концентрация урана в ПР, расхода реагента) при сопоставлении показателей на последовательные моменты времени по каждому варианту;
- оптимальный вариант системы разработки сопоставлением вариантов с оптимальными показателями отработки.

7.3.11 Технико-экономическое сопоставление и выбор оптимальных вариантов систем разработки осуществляют сравнением экономических показателей, характеризующих ряды дискретных значений технологических параметров систем.

7.3.12 Взаимосвязь между экономическими показателями и параметрами системы разработки определяют по отдельным производственным процессам и в целом по объекту СПВ.

7.3.13 Определение оптимальных вариантов систем разработки решают как методом вариантов, так и моделированием процесса СПВ на основе линейного программирования с дальнейшим опробованием при опытно-промышленных работах.

7.3.14 Выбор оптимальных значений подсистем должен быть осуществлен на принципе влияния различных конкретных решений на технико-экономические показатели деятельности объекта СПВ как единого целого.

7.4 Порядок отработки месторождения

7.4.1 Общий порядок отработки месторождения устанавливают по совокупности экономических, геолого-гидрогеологических и геотехнологических условий с учетом заданной производительности объекта по добыче урана и с учетом результата (акта) выбора промышленной площадки для УППР.

7.4.2 Порядок отработки должен обеспечивать:

- равномерный ввод участков СПВ в отработку и вывод участков СПВ из отработки;
- оптимальные условия для проведения мероприятий по охране окружающей среды с целью ограничения распространения технологических растворов за пределы рудных залежей;
- одновременную эксплуатацию участков СПВ с различной площадной продуктивностью с целью получения заданного постоянного уровня содержания урана в растворах на протяжении всего срока службы объекта.

7.4.3 Предусматривают первоочередной порядок отработки участков месторождения:

- обеспечивающих добычу урана с минимальными капитальными затратами;
- изученных с наибольшей детальностью;
- находящихся в состоянии интенсивной срезки уровня подземных вод продуктивного (рудовмещающего) горизонта;
- обеспечивающих охрану горных выработок шахт и карьеров от загрязнения технологическими растворами при комплексной отработке месторождения;
- с наиболее продолжительным сроком отработки.

7.5 Календарный план добычных работ

7.5.1 Календарным планом определяют сроки и уровень добычи по следующим этапам:

- развитие объекта;
- работа на полную проектную производительность;
- доработка запасов (затухание добычных работ).

В этап развития рекомендуется включать опытно-промышленные работы по освоению запроектированной технологии СПВ.

7.5.2 В календарный план включают следующие показатели:

- объем бурения разведочных, откачных, закачных, наблюдательных, контрольных скважин;
- объем добычи урана в ПР, извлекаемого на смолу, в готовой продукции;
- объем технологических растворов;
- среднее содержание урана в ПР;
- расход реагентов на закисление горнорудной массы и выщелачивание урана из руды;
- ввод и количество технологических скважин, работающих совместно.

7.5.3 Календарным планом предусматривают последовательный цикличный ввод блоков СПВ в эксплуатацию до достижения и последующего поддержания проектной производительности на срок, обеспеченный балансовыми запасами.

При расхождении фактических (плановых) объемов добычи от проектного календарного плана добычных работ более чем на ± 25 % в проектную документацию должны быть внесены соответствующие изменения.

При отклонениях производительности должны быть приняты организационные (расширение, реконструкция, техническое перевооружение, консервация или ликвидация предприятия) или технические решения с подготовкой новой проектной документации.

Отклонения производительности из-за изменения спроса на продукцию горного предприятия к нарушениям требований технических проектов не относятся.

7.5.4 При проектировании исходят из того, что объект могут сдавать в эксплуатацию после окончания строительства пускового комплекса поверхностных сооружений, объектов жизнеобеспечения работников, технологических скважин, обеспечивающих добычу урана в количествах, определенных для первой очереди строительства.

7.6 Основные геотехнологические показатели добычи

7.6.1 Расчет основных геотехнологических показателей проводят на основании исходных данных, разработанных пользователем недр с привлечением научно-исследовательских организаций, — отчетов лабораторных и натурных исследований, технологического регламента выщелачивания полезного компонента из руды, моделирования процесса выщелачивания и других документов, детализирующих исходные данные.

7.6.2 Расчет основных геотехнологических показателей проводят в зависимости от детальности исходных данных:

- без учета изменения геотехнологических показателей во времени и влияния на них технических и технологических параметров системы разработки на предпроектных стадиях;
- с учетом изменений геотехнологических показателей во времени и влияния на них технических и технологических параметров системы разработки на последующих стадиях проектирования и проектирования опытных (опытно-промышленных) участков СПВ.

7.6.3 В качестве основных геотехнологических показателей при их расчете без учета изменения во времени и влияния параметров системы разработки рассматривают:

- общий объем растворов, необходимый для достижения заданного извлечения урана в раствор, в том числе объем растворов на закисление горнорудной массы;
- общее количество реагентов, необходимое для отработки месторождения до заданного уровня извлечения урана в раствор, в том числе реагенты на закисление горнорудной массы;
- среднее содержание урана в ПР за время отработки до заданного уровня извлечения урана в раствор;
- время отработки одной эксплуатационной ячейки СПВ до заданного уровня извлечения урана в раствор, в том числе время на закисление горнорудной массы;
- количество откачных скважин для отработки месторождения (его части, залежи, блока), в том числе в одновременной работе при проектной производительности объекта.

7.6.4 Общий объем растворов, необходимых для проработки горнорудной массы до заданного уровня извлечения урана в раствор, $V_о$, м^3, вычисляют по формуле

$$V_о = Q_э \cdot f_о, \quad (14)$$

где $Q_э$ — эксплуатационные запасы руды в недрах (горнорудная масса), т;

$f_о$ — отношение массы раствора к горнорудной массе при заданной величине извлечения урана за общее время отработки месторождения, его части, залежи, блока (отношение Ж:Т отработки), $м^3$/т.

7.6.5 Объем закисляющего раствора $V_з$, $м^3$, и объем ПР $V_п$, $м^3$, вычисляют по формулам:

$$V_з = Q_э \cdot f_з, \quad (15)$$

$$V_п = Q_э \cdot f_в, \quad (16)$$

где $Q_э$ — эксплуатационные запасы руды в недрах (горнорудная масса), т;

$f_з$ — отношение массы раствора к горнорудной массе за время закисления горнорудной массы месторождения, его части, залежи, блока (отношение Ж:Т закисления), $м^3$/т;

$f_в$ — отношение массы раствора к горнорудной массе при заданной величине извлечения урана за время выщелачивания урана из руды месторождения, его части, залежи, блока (отношение Ж:Т выщелачивания), $м^3$/т.

7.6.6 Исходя из технологической целесообразности и учитывая вопросы охраны недр, проектирование подземного комплекса объектов СПВ выполняют при условии равенства объемов растворов, закаченных в продуктивный (рудовмещающий) горизонт (закисляющие и ВР) и откаченных из него (возвратные и ПР) по блокам, рудным залежам и месторождению в целом.

7.6.7 Общее количество реагентов, необходимое для отработки месторождения (его части, залежи, блока), определяют исходя из величины реагентоемкости на единицу горнорудной массы, принятой по результатам опытных работ и утвержденной в составе исходных данных для проектирования, или как сумму произведений объемов закисляющих растворов и РР и концентраций реагентов в них.

7.6.8 Среднее содержание урана в ПР по месторождению (его части, залежи, блока) $C_{ср}$, мг/л, вычисляют по формуле

$$C_{ср} = (P_{э.р}/V_п) \cdot 10^6, \quad (17)$$

где $P_{э.р}$ — эксплуатационные запасы урана, извлекаемые в ПР, т;

$V_п$ — объем ПР, $м^3$.

7.6.9 Годовую проектную производительность по ПР $V_п^г$, $м^3$, вычисляют по формуле

$$V_п^г = (P_{э.р}^г/C_{ср}) \cdot 10^6, \quad (18)$$

где $P_{э.р}^г$ — годовая проектная производительность по эксплуатационным запасам урана, извлекаемым в ПР, т;

$C_{ср}$ — среднее содержание урана, мг/л.

Годовая проектная производительность по эксплуатационным запасам урана, извлекаемым в ПР, должна быть устанавлена в ЗНП и обоснована в проектной документации.

7.6.10 Время отработки одной эксплуатационной ячейки $t_{отр}$, сут, вычисляют по формуле

$$t_{отр} = (S_я \cdot M_э \cdot \gamma_п \cdot f_о)/q_о, \quad (19)$$

где $S_я$ — эксплуатационная площадь одной эксплуатационной ячейки, отрабатываемая одной откачной скважиной, $м^2$;

$M_э$ — эффективная мощность, м;

$\gamma_п$ — средняя объемная масса руд и вмещающих пород, т/$м^3$;

$f_о$ — отношение массы раствора к горнорудной массе при заданной величине извлечения урана за общее время отработки месторождения, его части, залежи, блока (отношение Ж:Т отработки), $м^3$/т;

$q_о$ — производительность одной откачной скважины, $м^3$/сут.

7.6.11 Время закисления горнорудной массы одной эксплуатационной ячейки $t_{зак}$, сут, вычисляют по формуле

$$t_{зак} = (S_я \cdot M_э \cdot \gamma_п \cdot f_з)/q_о, \quad (20)$$

где $S_я$ — эксплуатационная площадь одной эксплуатационной ячейки, отрабатываемая одной откачной скважиной, м^2;

$M_э$ — эффективная мощность, м;

$\gamma_п$ — средняя объемная масса руд и вмещающих пород, т/м^3;

$f_з$ — отношение массы раствора к горнорудной массе за время закисления горнорудной массы месторождения, его части, залежи, блока (отношение Ж:Т закисления), м^3/т;

$q_о$ — производительность одной откачной скважины, м^3/сут.

7.6.12 Производительность одной откачной скважины устанавливают с учетом схемы вскрытия, конкретных геолого-гидрогеологических условий месторождения (его части, залежи, блока) путем анализа фактических дебитов, полученных на опытных участках в процессе геологоразведочных и опытно-промышленных работ, а также с учетом существующих в настоящее время технических средств и возможностей по оборудованию технологических скважин и раствороподъемных средств.

7.6.13 Количество одновременно работающих откачных скважин $n_{отк}$, шт., вычисляют по формуле

$$n_{отк} = V_п^г /(340 \cdot q_о), \quad (21)$$

где $V_п^г$ — годовая проектная производительность по ПР, м^3;

340 — количество дней работы оборудования в год;

$q_о$ — производительность одной откачной скважины, м^3/сут.

7.6.14 Количество откачных скважин, необходимое для отработки месторождения (его части, залежи, блока) $N_{отк}$, шт., вычисляют по формуле

$$N_{отк} = S_э/S_я, \quad (22)$$

где $S_э$ — эксплуатационная площадь добычной единицы, м^2;

$S_я$ — эксплуатационная площадь одной эксплуатационной ячейки, отрабатываемая одной откачной скважиной, м^2.

7.6.15 В зависимости от схемы вскрытия (расположения откачных и закачных скважин) рекомендуется изменять количество и производительность закачных скважин, оконтуривающих площадь эксплуатационной ячейки.

7.6.16 Понижение или повышение динамического уровня растворов в технологических скважинах при любых схемах вскрытия рекомендуется определять для одной эксплуатационной ячейки, работа которой с гидродинамических позиций находится в наихудших условиях и рассчитывается по общепринятым формулам гидрогеодинамики.

7.6.17 В качестве основных геотехнологических показателей при расчете с учетом изменения во времени и влиянии на них параметров системы разработки рассматривают зависимости изменения во времени:

- концентрации урана в ПР;
- извлечения урана в раствор;
- удельного расхода реагента.

7.6.18 Расчет изменения основных геотехнологических показателей во времени осуществляют в следующей последовательности:

- построение гидродинамической модели фильтрационного потока с учетом граничных условий и параметров области фильтрации и дифференциации ее на единичные фрагменты трубки (ленты) тока;
- определение по каждому фрагменту эксплуатационных запасов урана и кинетики перехода урана из руды в раствор;
- расчет основных геотехнологических показателей, проводимый путем моделирования фильтрационного потока в последовательные моменты времени до уровня извлечения от 90 % до 95 %.

7.7 Контроль и опробование добычного процесса

7.7.1 Для создания на месторождении систем контроля, наблюдения и управления процессом СПВ предусматривают проведение комплекса геолого-геофизических, гидрогеологических и геотехнологических работ.

7.7.2 Контроль за процессом СПВ обеспечивается наблюдениями с заданной периодичностью за составом технологических растворов путем их химического анализа, за дебитами откачных и нагнетательных скважин посредством прямых измерений, за уровнями подземных вод в продуктивном водоносном горизонте путем прямых измерений, за техническим состоянием эксплуатационных скважин с помощью скважинных геофизических исследований, а также статистической обработки получаемых данных наблюдений и математического моделирования процессов добычи.

7.7.3 По данным контроля и опробования должны быть приняты решения об управлении параметрами работы полигона СПВ: изменение дебитов скважин, увеличение (уменьшение) кислотности РР, сроков ввода в отработку новых эксплуатационных блоков ПВ, вывод блоков ПВ из отработки и др.

7.7.4 Пункты опробования и их периодичность наблюдений и опробования определяют, руководствуясь данными таблицы 3.

7.7.5 Учет объемов откачных и закачных растворов проводят посредством непрерывного измерения расходов технологических растворов по магистральным и рядным трубопроводам с применением индукционных расходомеров.

7.7.6 Гидрохимическое опробование технологических растворов и пластовой воды необходимо проводить для учета добычи урана и затрат выщелачивающего реагента, для своевременного подключения откачных скважин к трубопроводу ПР или выводу их из эксплуатации, для контроля качества откачных и закачных растворов, контроля гидрохимических условий процесса ПВ, контроля состояния подземных вод продуктивного и водоносного горизонта за контуром отработки, а также смежных горизонтов.

7.7.7 Отбор, транспортировку и хранение проб осуществляют в соответствии с ГОСТ 31861, правилами [10], [11]. Отбору проб из наблюдательных и неработающих технологических скважин должна предшествовать откачка застоявшегося раствора (от полтора до двух объемов заполненной жидкостью части эксплуатационной колонны).

Объем, заполненный жидкостью части эксплуатационной колонны скважины заданной глубины, $V_ж$, м^3, вычисляют по формуле

$$V_ж = \pi r_{вн}^2 (H_{скв} - h_ж), \quad (23)$$

где $r_{вн}^2$ — внутренний радиус обсадных труб ствола скважины, м;

$H_{скв}$ — глубина скважины, м;

$h_ж$ — глубина положения уровня жидкости в скважине, м.

С целью предотвращения окисления или распада неустойчивых компонентов раствора или пластовой воды необходимо предусматривать консервацию отобранных проб.

7.7.8 Наблюдения за уровнем подземных вод в скважинах проводят для контроля за положением пьезометрической поверхности и за пьезометрической высотой рудовмещающего горизонта, а также за техническим состоянием скважин и отсутствием гидравлической связи между рудовмещающим и смежными водоносными горизонтами.

7.7.9 Наблюдения за глубиной скважины проводят для контроля за степенью открытости фильтра и за техническим состоянием скважины.

7.7.10 На объектах СПВ отбор проб растворов на содержание механических примесей (твердых взвесей) проводят с целью контроля технического состояния откачных скважин, условий эксплуатации погружных насосов и качества очистки растворов, подаваемых в закачные скважины.

Таблица 3 — Периодичность наблюдений и опробования (в сутках) полигонов СПВ

Пункт опробования	Режимное наблюдение				Гидрохимическое опробование												Контроль технического состояния скважин					
					Закисление				Выщелачивание				Довыщелачивание				Геофизический			Содержание твердых взвесей		Глубина скважин (до песка)
	Время работы скважин	Дебит (расход)	Глубина уровня														Целостность обсадных колонн		Работа фильтра			
			динамическая	при остановках	Me, pH, Eh, SO_{42}-H_2SO_4 NO_3	Fe2+, Fe3+, ΣFe	Сокращенный химический анализ	Полный химический анализ	Me, pH, Eh, SO_{42}- H_2SO_4, NO_3	Fe2+, Fe3+, ΣFe	Сокращенный химический анализ	Полный химический анализ	Me, pH, Eh, SO_{42}- H_2SO_4, NO_3	Fe_2+ Fe_3 + ΣFe	Сокращенный химический анализ	Полный химический анализ	неметаллических	металлических		в насосных скважинах	в эрлифтных скважинах	
1 Скважины:																						
1.1 откачные	Ежесм.	Ежедн.	30	—	7	30	30	90	7	30	180	360	7	30	180	360	90	180	90	10	10	90
1.2 закачные	Ежесм.	Ежедн.	30	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	90	90	—	—	30
1.3 наблюдательные	—	—	30/А1	90/А2	30	30	30	90	30	30	180	360	30	—	180	360	—	—	—	—	—	30
1.3.1 на рудный горизонт	—	—	30/А1	90/А2	30	—	—	90	30	—	—	360	—	—	—	360	—	—	—	—	—	30
1.3.2 на смежный горизонт	—	—	—	90/А1,	—	—	—	90	30	—	—	360	30	—	—	360	—	—	—	—	—	90
1.3.3 законтурные	—	—	—	А2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 Коллекторы	Ежесм.	А1, А3	—	—	Ежедн.	30	—	—	Ежедн.	7	—	—	Ежедн.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.1 откачных растворов	Ежесм.	А1, А3	—	—	Ежедн.	—	—	—	Ежедн.	7	—	—	Ежедн.	—	—	—	—	—	—	10	10	—
2.2 закачных растворов	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания

1 Ежемесячные измерения глубины динамического уровня проводят лишь в тех откачных скважинах, которые оборудованы специальными измерительными устройствами.

2 Знаки «А1», «А2» и «А3» означают, что наблюдения (измерения) могут быть осуществлены автоматически с непрерывной записью (А1), по запросу с пульта (А2) и с суммированием по счетчику (А3).

3 Наблюдения в скважинах, указанные в гр.3, 4, 5, 18, 19, 20, 21, 22 и 23, проводят также при ухудшении работы скважин.

4 Скважины, в которых обнаружены нарушения целостности обсадных колонн, но отсутствуют утечки растворов, контролируются геофизическими методами ежемесячно. Измерение pH и Eh в коллекторах откачных растворов (на блок) может быть осуществлено автоматически, с записью и индикацией по запросу с пульта.

7.8 Ремонтно-восстановительные работы в скважинах

7.8.1 Ремонт в скважинах глубиной не более 250 м, вышедших из строя в результате аварий, резкого снижения производительности или при нарушении герметичности и целостности эксплуатационных обсадных колонн и затрубной циркуляции технологических растворов, не проводят, скважины ликвидируют в соответствии с нормами и правилами [12].

Взамен вышедшим из эксплуатации скважинам сооружают резервные скважины.

7.8.2 При выходе из строя скважин глубиной свыше 250 м целесообразность проведения ремонтных работ рассматривают в зависимости от конструкций скважин, их назначения и влияния на технологию процесса ПВ.

7.8.3 Восстановление работоспособности технологических скважин осуществляют с целью поддержания их проектной производительности во времени и включают следующие виды работ:

- очистку фильтровой зоны от механических взвесей;
- механическое и физико-механическое воздействие на прифильтровую зону скважин специальными установками;
- декольматацию фильтра и прифильтровой зоны с применением химических растворителей;
- прокачку скважин эрлифтом до получения производительности не ниже проектной.

7.8.4 Контроль состояния скважин проводят геофизическими методами и режимными гидрогеологическими наблюдениями.

7.8.5 При проведении работ по ремонту и декольматации технологических скважин предусматривают оборудование участков СПВ стационарными или передвижными емкостями для сбора технологических растворов, с последующей их очисткой и доставкой в трубопровод ПР и с захоронением механических взвесей в специально оборудованных пунктах.

Решение по захоронению механических взвесей должно быть основано на результатах радиационного обследования.

В случае отнесения механических взвесей к радиоактивным отходам такие механические взвеси подлежат:

- сбору, сортировке, переработке, кондиционированию, перевозке, хранению и захоронению в соответствии с требованиями закона [13], норм и правил [14], [15] и критериями [16];
- учету и контролю в соответствии с требованиями положения [17], норм и правил [18].

7.8.6 Любой ремонт на скважине проводят в соответствии с утвержденным планом ремонтно-восстановительных работ.

7.9 Обоснование границ горного отвода при скважинном подземном выщелачивании

7.9.1 Под горным отводом на объектах СПВ понимается площадь рудовмещающего (продуктивного) горизонта, в пределах которой происходят формирование технологических растворов за время отработки и их нейтрализация до предельно-допустимой концентрации для питьевой воды после завершения отработки запасов месторождения (рудных залежей).

Границами горного отвода на объектах СПВ являются границы загрязнения подземных вод (вредное влияние ПВ).

7.9.2 На каждом объекте СПВ должны быть определены границы вредного влияния ПВ, которые наносят на план горного отвода и другие планы поверхности месторождения.

7.9.3 Границы горного отвода определяют с учетом контуров утвержденных запасов месторождения, рационального использования полезных ископаемых при их добыче и охраны недр в виде нейтрализации технологических растворов после отработки месторождения (рудных залежей).

При определении границ горного отвода на объектах СПВ должны быть учтены пространственные контуры распространения полезного ископаемого в разрезе и на плане, растекание технологических растворов (вредное влияние подземного выщелачивания), влияющие на состояние и использование недр.

7.9.4 В определении параметров горного отвода для СПВ с процессом нейтрализации технологических растворов следует применять теорию необратимой равновесной сорбции в одномерном фильтрационном потоке.

7.9.5 Расчет параметров горного отвода для СПВ следует выполнять последовательно для двух периодов характера миграции загрязняющих компонентов в рудовмещающем горизонте:

- добыча урана из недр при выщелачивании;
- после завершения добычи урана из недр.

7.9.5.1 В период добычи урана из недр при выщелачивании определяют время отработки элементарной ячейки эксплуатационной сети технологических скважин и длину загрязнения подземных вод технологическими растворами.

Время отработки элементарной ячейки эксплуатационной сети технологических скважин $t_{отр}$, сут, вычисляют по формуле

$$t_{отр} = (3 \cdot b + X_р) \cdot X_р^2 \cdot \pi \cdot n_а \cdot M_э / 3 / q_з / b, \quad (24)$$

где b — половина расстояния между откачной и закачной скважинами, м;

$X_р$ — максимальное растекание технологических растворов за контуры месторождения (рудной залежи, блока) в период отработки, м.

$M_э$ — эффективная мощность рудовмещающего горизонта, м;

$n_а$ — активная пористость рудовмещающего горизонта;

$q_з$ — приемистость одной закачной скважины, м^3/сут.

Длину загрязнения подземных вод технологическими растворами $L_р$, м, вычисляют по формуле

$$L_р = L + 2 \cdot X_р, \quad (25)$$

где L — геометрическая длина месторождения (рудной залежи, блока), м;

$X_р$ — максимальное растекание технологических растворов за контуры месторождения (рудной залежи, блока) в период отработки, м.

7.9.5.2 В период после завершения добычи урана из недр определяют расстояние, которое пройдет фронт загрязненных вод под действием естественного потока подземных вод и время процесса полной нейтрализации загрязненных вод.

Расстояние, которое пройдет фронт загрязненных вод под действием естественного потока подземных вод, $X_ф$, м, вычисляют по формуле

$$X_ф = L_р \cdot \beta, \quad (26)$$

где $L_р$ — длина загрязнения подземных вод технологическими растворами на момент завершения отработки месторождения (рудной залежи, блока), м;

β — коэффициент нейтрализации, характеризующий способность рудовмещающих пород поглощать компоненты загрязнители и вычисляемый по формуле

$$\beta = C_о \cdot n_а / 10 / \rho / K, \quad (27)$$

где $C_о$ — концентрация кислоты в остаточном растворе, г/л;

$n_а$ — активная пористость рудовмещающего горизонта;

ρ — объемная масса пород, г/см^3;

K — расход кислоты на взаимодействие с породой, %.

Время процесса полной нейтрализации загрязненных вод (время самоочищения подземных вод рудовмещающего горизонта) T, лет, вычисляют по формуле

$$T = L_р \cdot n_а \cdot (1 + \beta) / V, \quad (28)$$

где $L_р$ — длина загрязнения подземных вод технологическими растворами на момент завершения отработки месторождения (рудной залежи, блока), м;

$n_а$ — активная пористость рудовмещающего горизонта;

β — коэффициент нейтрализации, характеризующий способность рудовмещающих пород поглощать компоненты загрязнители;

V — скорость фильтрации естественного потока подземных вод рудовмещающего горизонта, м/г.

7.9.6 Глубина отработки руды при СПВ определена глубиной проникновения технологических растворов в породы рудовмещающего горизонта с учетом конструкции эксплуатационных скважин.

7.9.7 Абсолютную отметку нижней границы горного отвода месторождения определяют как разность между высотной отметкой устья скважины и глубиной отработки руды (нижней границей ведения работ).

7.9.8 В течение расчетного периода существования горного отвода в его контуре использование подземных вод запрещается, ограничения для использования поверхности с этих позиций отсутствуют.

7.10 Определение возможных оседаний земной поверхности при скважинном подземном выщелачивании

7.10.1 Для определения возможных оседаний земной поверхности при разработке месторождения в расчетах должны быть приняты технологические решения проектной документации по добычному комплексу СПВ.

7.10.2 Все сооружения и природные объекты по значению, конструктивным и технологическим особенностям и по возможным опасным последствиям их подработки рекомендуется разделять на три категории охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок месторождений, которые представлены в таблице 4.

Выработанная руда методом СПВ может находиться в охранной зоне поверхностных сооружений II—III категорий.

Таблица 4 — Категории охраны объектов поверхностных сооружений

Категория охраны	Охраняемые объекты
I	Центральные компрессорные станции. Магистральные железные дороги. Многоэтажные (4 этажа и более) жилые и общественные здания (школы, театры, клубы, больницы). Промышленные цеха с крановым оборудованием грузоподъемностью свыше 15 т. Заводские котельные
II	Электровозные депо, склады взрывчатых материалов, насосные, электроподстанции. Рудничные механические мастерские. Рудничные обогатительные фабрики. Железные дороги и железнодорожные станции местного значения. Административно-бытовые комбинаты, жилые дома, общественные здания (двух- и трехэтажные). Водонапорные башни высотой более 20 м. Открытые части понизительных подстанций и опоры высоковольтных линий (110 кВ и выше). Промышленные цеха с крановым оборудованием
III	Одноэтажные жилые дома, промышленные и административные здания. Подъездные рудничные железные дороги. Опоры линий электропередач местного значения и открытые части понизительных подстанций на 6 и 35 кВ. Линии телеграфной и телефонной связи. Шоссейные дороги. Водопроводы местного значения. Наземные и подземные трубопроводы. Борта действующих карьеров и выездные внутрикарьерные дороги

7.10.3 При добыче урана методом СПВ подземные горные работы не проводят и выемки горной массы не осуществляют.

Потерю объема выщелачиваемой горнорудной массы в процессе ПВ рекомендуется рассчитывать за счет извлеченного в раствор количества урана и выноса механических взвесей с ПР.

Коэффициент усадки горнорудной массы под давлением $B_у$ вычисляют по формуле

$$B_у = (P_{э.р} + M)/Q_э, \quad (29)$$

где $P_{э.р}$ — полезный компонент, извлеченный в процессе добычи из недр в ПР, т,

$Q_э$ — эксплуатационные запасы руды в недрах (горнорудная масса), т;

M — масса механических взвесей, поднятая с ПР из недр с образованием осадка в накопителе технологических растворов, т, вычисляемая по формуле

$$M = V_{п} \cdot C_{в}, \quad (30)$$

где $V_{п}$ — объем ПР, м^3;

$C_{в}$ — содержание механических взвесей в ПР, осевших в накопителе технологических растворов в виде осадка, т/м^3.

7.10.4 В зависимости от соотношения глубины залегания и размеров рудного тела подработанные породы и земная поверхность могут сохранять устойчивое состояние.

Устойчивой считается такое состояние толщи пород и земной поверхности, при котором их сдвижения и деформации после подработки отсутствуют или со временем не превышают критических значений.

Устойчивость земной поверхности наблюдается, когда над выработкой образуется свод естественного равновесия при условии большого отношения глубины залегания рудного тела к эффективной мощности выработанного пространства.

7.10.5 Устойчивость земной поверхности над отрабатываемой рудой методом СПВ определена соблюдением условия равенства объемов растворов, откаченных из продуктивного (рудовмещающего) горизонта и закаченных в него.

Подачу РР в закачные скважины проводят в балансе с непрерывной откачкой продуктивных растворов из откачных скважин в режиме замкнутого растворооборота.

Рабочие растворы по окончании отработки месторождения (рудной залежи, блока) остаются в рудовмещающем горизонте, обеспечивая исходный водный баланс, и рассматриваются как закладка выработанного пространства.

7.10.6 Система с закладкой выработанного пространства обеспечивает устойчивое состояние вмещающих пород и земной поверхности без разрыва сплошности и возникновения опасных деформаций.

7.10.7 Расчет устойчивости при разработке методом СПВ экзогенных месторождений в водопроницаемых толщах платформенного чехла следует проводить аналогично расчету при закладке выработанного пространства пологих пластообразных залежей.

Эффективную мощность выработанного пространства $m_{э}$, м, вычисляют по формуле

$$m_{э} = (h_{к} + h_{н}) \cdot (1 - B_{у}) + B_{у} \cdot M_{э}, \quad (31)$$

где $h_{к}$ — средняя величина сближения кровли с почвой очистной выработки (конвергенция) до возведения закладки, для наихудших условий принимают $h_{к}$ = 0,01 м;

$h_{н}$ — средняя неполнота закладки (среднее расстояние от верха закладочного массива до кровли выработки), м, вычисляют по формуле

$$h_{н} = [1 - (1 - B_{у})] \cdot M_{э}, \quad (32)$$

где $B_{у}$ — коэффициент усадки горнорудной массы под давлением;

$M_{э}$ — эффективная мощность, м.

7.10.8 Максимальный наклон земной поверхности R вычисляют по формуле

$$R = m_{э}/L_{р}, \quad (33)$$

где $m_{э}$ — эффективная мощность выработанного пространства, м;

$L_{р}$ — длина загрязнения подземных вод технологическими растворами (зоны влияния) СПВ на момент завершения отработки месторождения (рудной залежи, блока), м.

Допустимые наклоны земной поверхности при ведении работ по добыче полезного компонента для охраняемых объектов приведены в таблице 5.

Таблица 5 — Допустимые наклоны земной поверхности для охраняемых объектов

Наименование охранных сооружений (объектов)	Допустимый наклон земной поверхности, $1 \cdot 10^{-3}$
Технологическое оборудование	
Поршневые компрессоры	
Котлы:	4
- вертикальные водотрубные;	5
- горизонтальные жаротрубные	8
Подкрановые пути козловых кранов	6
Подкрановые пути мостовых перегружателей	3
Инженерные сооружения	
Башенные сооружения	
Водонапорные башни на бетонном фундаменте	8
Дымовые трубы кирпичные и железобетонные:	
до 50 м	6
60—80 $м^3$	4
Транспортные сооружения	
Участки железных дорог, на которых скорость движения поездов более 100 км/ч и участки с бесстыковым путем	4
Мосты, путепроводы (виадуки) всех конструкций общей длиной более 20 м	5
Линии железных дорог общего пользования, железнодорожные депо, мосты, путепроводы и виадуки длиной менее 20 м	8
Линии железных дорог, грузооборот которых не превышает 3 млн т/км в год и по которым в течение 1 сут проходит не более трех пар пассажирских поездов, подъездные пути	10
Линии электропередач и открытые понизительные подстанции	
Анкерные опоры линии электропередач напряжением, кВ:	
220—400	8
6—110	12
Промежуточные опоры линии электропередач напряжением, кВ:	
220—400	12
Открытые понизительные подстанции напряжением, кВ:	
220—400	5
110 и менее	7
Санитарно-технические сети	
Теплопроводы:	
- подземные в каналах	6
- подземные бесканальные магистральные разводящие	4—5

7.10.9 В зависимости от категории охраняемых объектов устанавливают меры охраны и коэффициенты безопасности для определения безопасной глубины разработки.

Безопасной глубиной разработки считают такую, ниже горизонта которой, горные работы в подрабатываемых сооружениях и других объектах не вызывают деформаций превышающих допустимые.

Безопасную глубину $H_б$, м, ведения горных работ СПВ для земной поверхности вычисляют по формуле

$$H_б = K_б \cdot m_э, \quad (34)$$

где $K_б$ — коэффициент безопасности, ед.;

$m_э$ — эффективная мощность выработанного пространства, м.

Значения коэффициента безопасности в зависимости от категории охраны поверхностных сооружений приведены в таблице 6.

Таблица 6 — Коэффициенты безопасности

Категория охраны поверхностных сооружений	Коэффициент безопасности
I	150
II	100
III	50

8 Бурение скважин

8.1 Основные положения

8.1.1 По своему назначению и составу выполняемых функций скважины, используемые при отработке месторождений СПВ, подразделяют на эксплуатационные и вспомогательные скважины.

8.1.2 К эксплуатационным скважинам относят скважины, которые используют для поддержания проектного геотехнологического режима ПВ:

- откачные;
- закачные;
- универсальные.

8.1.3 К вспомогательным скважинам относят:

- наблюдательные;
- эксплуатационно-разведочные;
- контрольные.

По признаку применения в процессе отработки запасов вспомогательные скважины относят к группе подготовительных, и в добыче полезного ископаемого их не используют.

8.2 Проектирование буровых скважин

8.2.1 Количество технологических буровых скважин определено принятой схемой вскрытия и технологическими параметрами выщелачивания.

8.2.1.1 Количество резервных, технологических, наблюдательных, эксплуатационно-разведочных и контрольных скважин рекомендуется определять исходя из расчета не более 5 % (по каждому типу) от количества технологических скважин.

8.2.1.2 На опытных участках сооружение резервных, наблюдательных, эксплуатационно-разведочных скважин определяют из расчета от 10 % до 25 % (по каждому типу) от количества технологических скважин.

8.2.2 При проектировании эксплуатационных скважин следует руководствоваться химико-технологической схемой отработки (кислотная, карбонатная и др.) месторождения.

8.2.3 Проектирование конструкций скважин проводят на основе исходных данных, которые определяют на стадиях разведочных и опытно-промышленных работ.

8.2.3.1 Необходимые исходные данные для определения конструкции скважин приведены в таблице 7.

Таблица 7 — Горнотехнические условия

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
Глубина залегания кровли продуктивного (рудовмещающего) горизонта	м	—
Глубина залегания подошвы продуктивного (рудовмещающего) горизонта	м	—
Мощность продуктивного (рудовмещающего) горизонта	м	—
Общая мощность руды	м	—
Глубина залегания подошвы руды	м	—
Мощность водоупорных пород выше кровли продуктивного (рудовмещающего) горизонта	м	—
Мощность водоупорных пород ниже подошвы продуктивного (рудовмещающего) горизонта	м	—
Глубина статического уровня подземных вод продуктивного (рудовмещающего) горизонта	м	—
Коэффициент фильтрации рудовмещающих пород	м/сут	—
Химический состав воды продуктивного водоносного горизонта	Формула Курлова	—
Минерализация воды продуктивного водоносного горизонта	мг/л	—
Глубина залегания нижней границы многолетнемерзлых пород	м	—
Глубина залегания смежных с продуктивным (рудовмещающим) горизонтом водоносных пород	м	—
Мощность смежных с продуктивным (рудовмещающим) горизонтом водоносных пород	м	—
Глубина бурения скважины	м	—
Интервал установки фильтра в разрезе рудовмещающего горизонта	м	—
Длина фильтра	м	—
Скважность фильтра	%	—
Соотношение откачных и закачных скважин	—	—
Производительность откачной скважины	$м^3/ч$	—
Приемистость закачной скважины	$м^3/ч$	—
Категория пород по буримости	—	—
Интервалы затрубной цементации скважин	м	—

8.2.3.2 По соотношению откачных и закачных скважин, глубине залегания кровли и подошвы продуктивного (рудовмещающего) горизонта определяют глубину скважины и объемы буровых работ, влияющие на тип и количество буровых установок.

8.2.3.3 Мощность продуктивного (рудовмещающего) горизонта и рудных тел, размещение рудных тел в разрезе продуктивного (рудовмещающего) горизонта определяют длину фильтра и место его расположения в продуктивном (рудовмещающем) горизонте.

8.2.3.4 Физико-механическими свойствами пород по разрезу и наличием водоносных пород определены режим бурения, методы крепления скважин и гидроизоляция водоносных пород.

8.2.3.5 Фильтрационными свойствами и напором пластовых вод продуктивного (рудовмещающего) горизонта определена технология вскрытия пласта, конструкция фильтра и характеристика раствороподъемных средств.

8.2.4 В тех случаях, когда возможно применение нескольких вариантов конструкций скважин, установление наиболее рациональной следует выполнять на основе технико-экономических расчетов.

8.2.5 Проектирование календарного плана с объемами бурения проводят раздельно по типам скважин и их назначению (универсальные, откачные, закачные, наблюдательные, контрольные и разведочные и др.).

8.3 Технология сооружения скважин

8.3.1 Способ бурения выбирают в зависимости от горнотехнических условий, конструкции скважины, технико-экономических показателей. Исходя из этого проводят выбор буровой установки.

Способ бурения определяют также в зависимости от степени (коэффициента) крепости пород.

Режимы бурения выбирают в зависимости от горнотехнических условий, конструкции скважины и технических характеристик применяемого оборудования.

8.3.1.1 Бурение всех видов геотехнологических скважин (откачных, закачных, наблюдательных и т. п.), за исключением разведочных, осуществляют вращательным или пневмоударным (для прохождения зон скальных пород) способом с прямой промывкой буровыми установками со шпиндельным или подвижным вращателем.

Бурение разведочных скважин следует проводить вращательным способом, установками со шпиндельным или подвижным вращателем и в зависимости от выхода керна использовать прямую или комбинированную схему промывки скважин. Также при бурении разведочных скважин возможно использование комбинированного способа бурения.

8.3.1.2 Для бурения геотехнологических скважин, за исключением разведочных, в качестве породоразрушающего инструмента могут быть использованы лопастные, шарошечные долота, пикобуры и пневмоударники. При бурении разведочных скважин по вмещающим породам при отсутствии необходимости отбора керна (безрудная зона) эти интервалы следует проходить долотами.

Бурение разведочных и геотехнологических скважин с отбором керна выполняют твердосплавными или алмазными коронками.

8.3.2 В качестве бурового раствора для очистки забоя могут быть использованы сжатый воздух, газожидкостная смесь, глинистый раствор и др.

Количество бурового раствора, требуемое для бурения одной скважины, $V_{б.р}$, м^3, вычисляют по формуле

$$V_{б.р} = V_1 + V_2 + k_{зап} V_3, \quad (35)$$

где V_1 — объем приемных емкостей буровых насосов, равный от 10 до 40 м^3;

V_2 — объем циркуляционной желобной системы, принимаемый от 4 до 7 м^3;

$k_{зап}$ — коэффициент запаса, равный от 1,5 до 2,0;

V_3 — объем скважины, м^3, вычисляемый по формуле

$$V_3 = \pi r_{скв}^2 H_{скв}, \quad (36)$$

где $r_{скв}^2$ — радиус бурения ствола скважины, м;

$H_{скв}$ — глубина скважины, м.

8.3.3 Технические (обсадные) трубы используют только для закрепления скважины с неустойчивыми породами и защиты эксплуатационных неметаллических колонн от внешних сминающих нагрузок.

8.3.4 Для эксплуатационных колонн и фильтров применяют материалы (полиэтилен, металлопласт, непластифицированный поливинилхлорид, стеклопластик и др.), стойкие к агрессивным средам (водным растворам кислот или щелочей — технологическим растворам и растворам, используемым для добычи и при восстановлении работоспособности скважин).

8.3.5 При выборе типа и конструкции фильтров скважин необходимо руководствоваться их параметрами и характеристиками, техническими условиями на их изготовление, а также горно-геологическими условиями продуктивного (рудовмещающего) горизонта, дебитом (приемистостью) скважин, конструкцией скважины.

8.3.5.1 Размеры проходных отверстий фильтров определяют по гранулометрическому составу пород продуктивного (рудовмещающего) горизонта или по гравийно-песчаной обсыпке фильтровой части скважин.

8.3.5.2 Фильтры не применяют в крепких устойчивых породах и при сооружении бесфильтровых скважин, где раствороподъемной частью скважины является воронкообразная полость, выполненная в продуктивном пласте.

8.3.5.3 Количество гравийной смеси, необходимое для заполнения прифильтровой зоны одной скважины, $V_{г.с}$, м^3, вычисляют по формуле

$$V_{г.с} = \pi(r^2_{скв} - r^2_{тр}) \cdot h + \pi l (r^2_{скв} - r^2_{ф}), \quad (37)$$

где $r^2_{скв}$ — радиус ствола скважины, м;

$r^2_{тр}$ — радиус обсадных труб, м;

h — высота намыва гравийной смеси выше и ниже фильтра скважины, м;

l — длина фильтра скважины, м;

$r^2_{ф}$ — радиус фильтра скважины, м.

8.3.6 При перевозке неметаллических труб руководствуются инструкциями по хранению и транспортировке неметаллических труб.

8.3.7 В качестве основного тампонажного материала следует применять цемент сульфатостойкий по ГОСТ 1581.

Когда подземные воды не пригодны для хозяйственно-питьевых нужд, для цементации эксплуатационных скважин рекомендуется предусматривать гель-цемент.

8.3.7.1 Количество цементного раствора, необходимого для гидроизоляции затрубного пространства одной скважины, $V_{ц.р}$, м^3, вычисляют по формуле

$$V_{ц.р} = 0{,}785(d^2_{скв} - d^2_{тр}) \cdot H \cdot K, \quad (38)$$

где $d^2_{скв}$ — диаметр ствола скважины, м;

$d^2_{тр}$ — диаметр обсадных труб, м;

H — высота цементного кольца, м;

K — коэффициент кавернозности, в зависимости от плотности и степени устойчивости горных пород учитывающий фактический диаметр скважины (каверны, трещины), определяемый по данным кавернометрии (равным 1,0—1,3) либо принимаемый по опытным данным, представленным заказчиком в ЗНП.

8.3.7.2 Рецептуру гельцементного раствора рекомендуется принимать на 1 м^3 густого отработанного глинистого раствора 100 кг цемента.

8.3.8 Обсадные и эксплуатационные колонны, материал которых имеет плотность менее единицы, опускают в скважину с применением стационарных или съемных утяжелителей.

Вес утяжелителя P, кг, вычисляют по формуле

$$P = 0{,}06 \cdot L_к \cdot p \cdot k, \quad (39)$$

где $L_к$ — длина спускаемой колонны, м;

p — вес 1 п.м колонны, кг;

k — коэффициент для утяжелителя, зависящий от плотности раствора φ в скважине, принимают по таблице 8.

Таблица 8

k	1	2	3	4	5
φ	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20

8.3.9 Трубы обсадных и эксплуатационных колонн соединяют между собой при помощи резьбовых соединений или сварки.

8.3.10 После сооружения скважины подлежат освоению для обеспечения их работоспособности.

Освоению не подлежат эксплуатационно-разведочные, контрольные, анкерные скважины.

8.3.11 Освоение скважин должно включать следующие технологические операции:

- промывку скважины чистой водой до полного выноса механических взвесей из зоны фильтра;
- создание депрессии на пласт с целью обрушения глинистой корки со стенок скважины в прифильтровой зоне в результате прокачки. Прокачку производят эрлифтом с применением компрессора высокого давления и считают завершенной, если откачиваемые растворы соответствуют проектным требованиям по качеству и количеству;
- применение специальных методов, включающих в себя последовательную обработку водными растворами поверхностно-активных веществ и кислотами, промывку и прокачку скважин, для обработки фильтров с целью увеличения производительности скважины;
- прокачку откачной скважины эрлифтом до получения производительности, превышающей проектную производительность откачной скважины в 1,5-2 раза;
- опытные наливы в закачные скважины для определения их приемистости. Приемистость не должна быть ниже ее проектной производительности.

8.3.12 Для гидроизоляции затрубного пространства применяют различные материалы: цемент, гельцементный раствор, а также другие материалы (бентогильзы и другие при обосновании). Гидроизоляция должна обеспечивать надежную защиту от попадания промышленных растворов в смежные водоносные горизонты.

Интервалы, способ и материал гидроизоляции затрубного пространства определяют исходя из особенностей каждого отдельного месторождения.

8.4 Буровое и вспомогательное оборудование

8.4.1 Выбор бурового и вспомогательного оборудования производят исходя из объемов работ, конструкций скважин, руководствуясь ГОСТ 12.2.108, ГОСТ 12.2.232, ГОСТ 12.2.088.

8.4.2 Состав основного и вспомогательного оборудования для обеспечения буровых работ приведен в таблице Б.1 (приложение Б).

8.4.3 Количество буровых установок определяют исходя из графика буровых работ по годовому объему бурения и производительности одной установки в месяц или год.

Количество буровых установок B, шт., вычисляют по формуле

$$B = \frac{n_1 e_1 + n_2 e_2 + \ldots + n_n e_n}{m \cdot a}, \quad (40)$$

где $n_1, n_2, \ldots, n_n$ — количество скважин различного назначения пробуренных за год, шт.;

$e_1, e_2, \ldots, e_n$ — затраты машиносмен на бурение скважин различного назначения (определяют по фактическим данным объекта с учетом резерва на ремонт);

m — количество рабочих смен в сутки;

a — количество рабочих дней в году.

8.4.4 Количество автомобильных цистерн для доставки промывочной жидкости A, шт., вычисляют по формуле

$$A = \frac{N_б^г \cdot h \cdot q_{гл} \left(\frac{2l}{v} + 2t \right)}{m \cdot a \cdot t_c \cdot W}, \quad (41)$$

где $N_б^г$ — общее количество всех видов скважин, пробуренных за год, шт.;

h — средняя глубина скважины, м;

$q_{гл}$ — удельный расход глинистого раствора на бурение скважин, $м^3$/п.м;

l — расстояние от глин станции до участка работ, м;

v — скорость движения автоцистерны, км/ч;

t — время наполнения и опорожнения цистерны, ч;

t_c — время работы одной смены с учетом резерва на ремонт, ч;

W — емкость автоцистерны, $м^3$.

8.4.5 Количество глиномешалок для приготовления промывочной жидкости G, шт., вычисляют по формуле

$$G = \frac{N_б^г \cdot h \cdot q_{гл}}{m \cdot a \cdot q_1 \cdot t_1}, \quad (42)$$

где $N_б^г$ — общее количество всех видов скважин, пробуренных за год, шт.;

h — средняя глубина скважины, м;

$q_{гл}$ — удельный расход глинистого раствора на бурение скважин, м^3/п.м;

m — количество рабочих смен в сутки;

a — количество рабочих дней в году;

q_1 — производительность глиномешалки, м^3/ч;

t_1 — время работы глиномешалки в сутки с учетом резерва на ремонт, ч.

8.4.6 Количество компрессоров зависит от времени освоения одной скважины. В различных горно-геологических условиях время на освоение одной скважины колеблется от нескольких часов до нескольких суток.

8.4.6.1 Кроме того, компрессор в течение месяца на 1 сут используют на ремонтно-восстановительных работах в скважинах для восстановления производительности (приемистости).

8.4.6.2 Количество компрессоров для освоения и ремонта скважин K, шт., вычисляют по формуле

$$K = N_c^г \frac{a}{b}, \quad (43)$$

где $N_c^г$ — количество сооружаемых скважин в год, шт.;

a — количество дней для освоения и ремонта одной скважины (определяют по фактическим данным объекта с учетом резерва на ремонт);

b — количество дней работы оборудования в год.

8.4.7 Количество цементировочных агрегатов и цементно-смесительных машин определяют исходя из времени цементирования одной скважины и количества сооружаемых скважин в год.

8.4.8 Автомобильный кран, экскаватор принимают в количестве не менее одного на участок, а бульдозер — не менее одного на три буровые установки.

8.5 Оголовки скважин

8.5.1 Устьевая часть технологических скважин должна быть оборудована оголовками для предупреждения попадания в скважину инородных предметов и излива на поверхность технологических растворов.

8.5.2 Оголовок в откачной скважине при эксплуатации скважин насосными установками должен быть снабжен задвижкой и манометром. Запуск электрического насоса производят при закрытой задвижке.

8.5.3 Оголовок скважины с эрлифтным растворопоъемом должен быть снабжен сепаратором для отделения песка и воздуха, расходомером, а воздухоподающий — штуцер-манометром и задвижкой.

8.5.4 Закачные скважины оборудуют герметичными оголовками снабженными расходомерами и задвижками. Оголовки должны выдерживать рабочее давление не ниже 0,5 МПа.

8.6 Расход количества воды для бурения и сооружения скважин

8.6.1 Для бурения и сооружения скважин используют техническую воду, необходимую для приготовления бурового, цементного растворов, промывки скважин от остатков бурового шлама и цементного раствора, для намыва гравийной смеси в прифильтровую зону скважины.

8.6.2 Количество воды для приготовления бурового раствора $V_{в.б.р}$, м^3, вычисляют по формуле

$$V_{в.б.р} = V_{б.р.} - V_г, \quad (44)$$

где $V_{б.р}$ — объем бурового раствора, м^3;

$V_г$ — объем глины, используемой при приготовлении бурового раствора, м^3:

$$V_г = V_{б.р} \frac{\rho_{б.р} - \rho_в}{\rho_г - \rho_в}, \quad (45)$$

где $\rho_{б.р}$ — плотность бурового раствора, г/см^3;
$\rho_в$ — плотность воды, г/см^3;
$\rho_г$ — плотность глины, г/см^3.

8.6.3 Количество воды для приготовления цементного раствора (исходя из водоцементного отношения, равного 0,5) $V_{в.ц.р}$, м^3, вычисляют по формуле

$$V_{в.ц.р} = V_{ц.р} \cdot 1{,}311 \cdot 0{,}5, \quad (46)$$

где 1,311 — норма вклада сухого цемента в цементный раствор;
0,5 — водоцементное отношение.

8.6.4 Количество воды, необходимое для промывки скважин от остатков бурового шлама и цементного раствора, равное одному-двум объемам ствола скважины проектной глубины и определяемое так же, как для объема скважины по формуле (36).

8.6.5 Количество воды, необходимое для намыва гравийной смеси прифильтровой зоны скважин, равное одному объему ствола скважины проектной глубины и определяемое так же, как для объема скважины по формуле (36).

9 Раствороподъем и транспортировка технологических растворов. Технологические сети и сооружения

9.1 Раствороподъемные средства

9.1.1 К раствороподъемным средствам при ПВ относят эрлифты и погружные насосы.

9.1.2 Откачку растворов из скважин осуществляют преимущественно с помощью погружных электрических насосов. Применение эрлифта для откачки растворов следует обосновывать технико-экономическими расчетами с учетом гидрогеологических условий месторождения, выбранной схемы выщелачивания и требований к охране окружающей среды.

9.1.3 Определение параметров раствороподъемных средств проводят в соответствии с гидрогеологическими условиями месторождения, химическим составом растворов и производительностью откачных скважин.

9.1.4 Проектирование эрлифтного подъема растворов целесообразно проводить:

- вблизи промышленной площадки (компрессорной станции);
- при расположении уровня растворов в скважине на глубине не более 40 м.

9.1.5 При проектировании эрлифтов определяют оптимальные параметры эрлифта и оборудования раствороподъема.

9.1.6 При определении требуемого напора погружных скважинных насосов следует учитывать возможную кольматацию прифильтровой зоны и понижение уровня раствора в скважине.

Для этого рекомендуется при проведении гидравлических расчетов к значению давления, необходимого для подъема раствора по стволу скважин на поверхность, применять повышающий коэффициент 1,1.

9.1.7 Погружной электронасос должен быть размещен в скважине свободно с кольцевым зазором не менее 5 мм.

Динамический уровень раствора в скважине во всех случаях должен быть выше первой ступени насоса не менее чем на 1 м.

9.2 Транспортировка технологических растворов

9.2.1 Проектирование наружных технологических сетей и сооружений добычного комплекса СПВ и КВ проводят в соответствии с требованиями СП 31.13330, руководства [19], правил и норм [20]—[22].

9.2.2 Для проектирования наружных технологических сетей и сооружений добычного комплекса необходимо иметь следующие исходные данные:

- совмещенный план поверхности и рудных тел с нанесением технологических скважин;

- дебит откачных скважин и приемистость закачных скважин по технологическим растворам;
- производительность добычного комплекса СПВ по видам технологических растворов;
- массовая доля реагентов в технологических растворах;
- параметры pH технологических растворов;
- гранулометрический состав механических взвесей и их содержание в технологических растворах (при наличии таких взвесей);
- температура откачиваемых технологических растворов;
- календарный план отработки и график горно-подготовительных и эксплуатационных работ;
- абсолютные отметки динамических и статических уровней в скважинах;
- топографический план с отметками рельефа и горизонталями.

При проектировании должны быть учтены результаты опытных и изыскательских работ:

- незаиляющие скорости технологических растворов;
- минимально допустимая температура ПР, подаваемых на переработку;
- данные о содержании пассивирующих элементов в маточных растворах;
- материалы инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий.

9.2.3 Схема транспортировки

9.2.3.1 Под схемой транспортировки подразумевается порядок размещения на поверхности добычного комплекса СПВ наружных сетей и сооружений для транспортировки технологических растворов. Выбор данной схемы транспортировки следует проводить на основе технико-экономических расчетов. Допускается принимать схему транспортировки в соответствии с требованиями ЗНП.

9.2.3.2 При разбросанных рудных телах, когда велики затраты на прокладку трубопроводов, перекачку растворов, устройство автомобильных дорог, более экономичными могут оказаться схемы транспортировки с переработкой ПР на ЛСУ.

9.2.3.3 Накопители технологических растворов располагают, как правило, в пониженной части рельефа с целью обеспечения движения откачиваемых растворов самотеком.

9.2.4 Выбор трасс откачиваемых растворов

9.2.4.1 При размещении трасс сетей технологических трубопроводов минимальные расстояния от наружной поверхности труб до сооружений и инженерных коммуникаций должны соответствовать требованиям СП 18.13330.2011 и СП 43.13330.2012.

9.2.4.2 Выбор трасс технологических сетей следует производить на основе топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических материалов, гидрологических и экологических изысканий и исследований, а также технико-экономических расчетов.

9.2.4.3 При выборе трасс откачиваемых растворов необходимо стремиться к осуществлению самотечной или напорно-самотечной транспортировки.

9.2.4.4 При проектировании профилей трубопроводов следует исключать возможность образования застойных зон, которые при аварийных или плановых остановках могут приводить к замерзанию транспортируемых растворов. С этой целью при прокладке трубопроводов необходимо использовать естественное понижение рельефа с размещением трубопроводов в выемке, насыпи или на эстакаде. Если трассировка трубопроводов без образования застойных зон невозможна или экономически нецелесообразна, то должны быть предусмотрены накопители технологических растворов для возможности их опорожнения.

9.2.4.5 С целью обеспечения возможности опорожнения технологических трубопроводов ВР, ПР и предотвращения замерзания растворов при аварийных ситуациях трубопроводы должны прокладываться с уклонами не менее 0,001.

Допускается прокладка трубопроводов с меньшим уклоном или без уклона при условии обеспечения их опорожнения (водо-воздушная продувка) в соответствии с требованиями норм [23].

9.2.4.6 При пересечении трассы магистральных трубопроводов с водотоками должны быть предусмотрены сооружения с соответствующей защитой водотоков от загрязнения в случае образования течи в трубопроводах. При обосновании допускается устройство дюкеров.

9.2.4.7 Для возможности контроля и обслуживания магистральных трубопроводов проектом необходимо предусматривать инспекторские дороги.

9.2.4.8 Пересечение трубопроводов с высоковольтными линиями выполняется в соответствии с правилами [24].

9.2.4.9 При пересечении трасс трубопроводов с насыпями автомобильных или железных дорог следует предусматривать прокладку трубопроводов в футлярах. Допускается прокладка трубопроводов в туннелях.

9.2.5 Диаметр трубопроводов определяют гидравлическим расчетом с учетом дебита скважин, максимального расхода и требуемой скорости протекания технологических растворов.

9.2.5.1 Самотечные и напорные магистральные трубопроводы следует проектировать из напорных полиэтиленовых труб по ГОСТ 18599 или иных материалов [например, из непластифицированного поливинилхлорида при условии допуска его применения на объектах ядерного топливного цикла по нормам и правилам [25], (п. 6.4.5)].

9.2.5.2 Минимальную толщину стенок труб пластмассовых технологических трубопроводов в зависимости от внутреннего давления и условий эксплуатации рекомендуется определять в соответствии с приложением В.

9.2.5.3 Минимальную толщину стенок труб стальных трубопроводов в зависимости от внутреннего давления и с учетом коррозионного износа, а также максимально допустимую длину пролета стального трубопровода между опорами следует определять в соответствии с СП 33.13330.2012.

9.2.5.4 При проектировании трубопроводов должны быть решены вопросы рациональных мест установки и типов запорно-регулирующей арматуры для впуска и выпуска воздуха, для защиты от гидравлического удара контрольно-измерительных приборов.

9.2.6 Конструкцию опор технологических трубопроводов выбирают в зависимости от способа прокладки трубопроводов, нагрузок на опоры, грунтовых условий, высоты и материала опор, а также метода производства работ.

9.2.7 При проектировании защиты от гидравлических ударов следует руководствоваться СП 31.13330.2012.

9.2.8 Способ прокладки сетей технологических трубопроводов определен выбором наземной и надземной прокладки для обеспечения возможности постоянного контроля их технического состояния и своевременного ремонта с целью недопущения утечки реагентов и технологических растворов. При теплотехническом и технико-экономическом обосновании допускается подземная прокладка труб. При прокладке трубопроводов наземным способом укладка трубопроводов должна быть осуществлена на спланированную поверхность или эстакаду, которая обеспечивает сохранение уклона трубопроводов и не препятствует их самотечному опорожнению в аварийных ситуациях в накопители технологических растворов.

9.2.8.1 Уклоны трубопроводов (технологических кислотопроводов) рекомендуется принимать согласно ГОСТ 32569—2013 (пункт 10.1.4).

Допускается укладка трубопроводов с иным (меньшим) уклоном или без уклона при условии обеспечения их опорожнения.

9.2.8.2 Расстояние между наружными поверхностями труб, проложенными на поверхности, назначается, чтобы обеспечивался свободный доступ к каждому трубопроводу при монтаже и ремонте и в соответствии с руководством [19].

9.2.8.3 Минимальное расстояние между трубопроводами при надземной прокладке определяют согласно руководству [19] (пункт 120).

9.2.8.4 При подземной прокладке трубопроводов в случае одновременного расположения в одной траншее двух и более трубопроводов, их располагают в один ряд (в одной горизонтальной плоскости). Расстояние между ними в свету рекомендуется принимать в соответствии с руководством [19] при следующих условных диаметрах трубопроводов:

- не более 300 мм — не менее 0,4 м;
- более 300 мм — не менее 0,5 м.

9.2.8.5 При пересечении проездов (дорог) неметаллическими (полиэтиленовыми) трубопроводами последние должны быть заключены в стальные или железобетонные трубы и заглублены под полотно проезда (дороги) на глубину не менее 0,5 м от полотна автомобильной дороги до верха футляра либо проложены в непроходном канале из сборных железобетонных унифицированных элементов (лотков) на глубине не менее 1 м от поверхности земли до перекрытия канала. При использовании в качестве обсадной трубы из полиэтилена необходимо выдерживать расстояние 0,2 м в свету между поверхностью прокладываемого трубопровода и внутренней поверхностью обсадной трубы.

В случаях необходимости прокладки трубопроводов через действующие автомобильные дороги рекомендуется рассматривать как приоритетный метод прокол под дорогой. Прокол под дорогой может быть осуществлен методами горизонтального бурения, пневмопробойниками, вибро- и гидропроколом и т. д.

9.2.8.6 Глубина заложения подземных трубопроводов должна быть не менее 0,6 м от поверхности земли до верхней части трубы или теплоизоляции в тех местах, где не предусмотрено движение транс-

порта, а на остальных участках принимают исходя из условий сохранения прочности трубопровода с учетом всех действующих нагрузок. С целью предотвращения замерзания технологических трубопроводов, перекачивающих растворы (ПР, ВР), при подземной прокладке глубина заложения, считая до низа трубы, должна быть на 0,5 м больше расчетной глубины проникания в грунт нулевой температуры в соответствии с требованиями СП 31.13330 (п. 11.40).

9.2.9 Линейные расширения трубопроводов при температурных деформациях следует компенсировать за счет поворотов и изгибов трассы трубопроводов. При невозможности ограничиться самокомпенсацией (например, на совершенно прямых участках значительной протяженности) на трубопроводах устанавливают П-образные, линзовые, волнистые и другие компенсаторы.

9.2.10 Обустройство накопителей технологических растворов

9.2.10.1 В зависимости от производительности УППР, срока ее эксплуатации, инженерно-геологических и климатических условий накопители технологических растворов следует выполнять земляными с пленочной гидроизоляцией или железобетонными из стандартных строительных материалов с необходимой гидроизоляцией для предотвращения растекания растворов и защитной конструкции от агрессивных сред. Предпочтение следует отдавать сооружениям прямоугольного типа с высотой налива не более 2 м.

9.2.10.2 Допускается принимать конструкцию накопителей технологических растворов в соответствии с ЗНП.

9.2.10.3 Минимальный объем накопителей технологических растворов V, м^3, вычисляют по формуле

$$V = Q \cdot \beta \cdot T_a, \quad (47)$$

где Q — производительность по растворам, м^3/ч;

β — коэффициент, учитывающий неравномерность поступления или потребления растворов и принимаемый от 1,1 до 1,3;

T_a — время аккумулирования растворов при аварийных ситуациях (обоснован проектом), ч.

9.2.10.4 При применении в проекте земляных накопителей допускается использование насосов, установленных на борту или на основании накопителя. При таком размещении насосных агрегатов следует предусматривать возможность их обслуживания автомобильным краном.

9.2.10.5 При рассмотрении решений по генеральному плану объекта рекомендуется предусматривать размещение технологического узла закисления в непосредственной близости от накопителя ВР.

9.2.10.6 При обустройстве накопителей технологических растворов кроме рабочих насосных агрегатов следует предусматривать резервные, количество которых определяют в соответствии с СП 31.13330.

9.2.10.7 К каждому насосу должна быть предусмотрена отдельная всасывающая труба.

9.2.10.8 На напорном трубопроводе каждого насоса следует предусматривать установку между насосом и задвижкой обратного клапана.

9.2.10.9 Для железобетонных накопителей следует обустраивать площадки установки насосного оборудования из железобетонных конструкций. Применение площадок обслуживания из металлических конструкций допускается, что должно быть подтверждено соответствующим расчетом конструкций.

9.2.10.10 Конструктивное исполнение накопителей должно обеспечивать отсутствие утечек технологических растворов в окружающую среду. При этом необходимо обеспечить контроль за состоянием гидроизоляции накопителей.

Объем накопителей технологических растворов определен проектом в соответствии с производительностью добычного комплекса СПВ.

9.2.10.11 Нормы для проектирования стационарных насосных станций приведены в приложении Г.

9.2.11 Для обеспечения надежной работы в зимний период необходимость теплоизоляции технологических трубопроводов следует определять теплотехническим расчетом с учетом климатических условий, минимальной температуры растворов и времени опорожнения трубопроводов при плановых или аварийных остановках.

На трубопроводах необходимо устанавливать стальную незамерзающую запорную и регулирующую арматуры.

9.3 Кислотоснабжение

9.3.1 Проектирование трубопроводов кислотоснабжения проводят в соответствии с правилами [26], [27].

9.3.2 Для магистральных трубопроводов серной кислоты рекомендуется принимать трубы по ГОСТ 8732, ГОСТ 9941, из коррозионно-стойкой стали диаметром не менее 100 мм, при необходимости с теплоизоляцией.

9.3.3 Трубопроводы кислот следует прокладывать с уклоном, обеспечивающим их полное опорожнение в технологическую емкость или в специальные баки. При прокладке кислотопроводов по эстакадам они должны быть защищены от механических повреждений, в том числе:

- от падающих предметов (не допускается расположение над трубопроводом подъемных устройств и легкосбрасываемых навесов);
- от возможных ударов со стороны транспортных средств, для чего трубопровод располагают на удалении от опасных участков или отделяют их барьерами;
- при многоярусной прокладке трубопроводы кислот следует располагать на самых нижних ярусах.

9.3.4 На трубопроводах кислот и щелочей следует применять герметичную запорную арматуру. Конструкционные материалы арматуры подбирают исходя из условий устойчивости к транспортируемой среде и обеспечения надежной эксплуатации арматуры в допустимом диапазоне параметров среды.

9.4 Проектирование компрессорных станций проводят в зависимости от потребностей производства в обеспечении сжатым воздухом (исходя из количественных и качественных характеристик потребления, параметров и типов компрессоров), а также в соответствии с требованиями норм и правил [28], [29].

9.5 Комплексная механизация погрузочно-доставочных, монтажных работ

9.5.1 При проектировании и строительстве наружных технологических сетей и сооружений следует предусматривать комплексную механизацию погрузочно-доставочных и монтажных работ, а именно:

- обеспечивать рациональное и компактное размещение оборудования для проведения погрузочно-доставочных, монтажных работ;
- выбор оборудования проводить с учетом объемов погрузочно-доставочных, монтажных работ.

9.5.2 Примерный состав оборудования для механизации погрузочно-доставочных и монтажных работ приведен в таблице Б.2 (приложение Б).

10 Переработка продуктивных растворов

10.1 Требования к растворам

10.1.1 Переработку ПР выполняют в соответствии с нормами и правилами [25], [28], а также в соответствии с требованиями:

- проекта на промышленное освоение месторождения;
- технологического регламента на переработку ПР ПВ;
- технологических инструкций по переработке ПР ПВ;
- рабочих инструкций по переработке ПР ПВ.

При проектировании процессов переработки исходные ПР должны быть охарактеризованы:

- крайними и средними расчетными значениями концентраций урана на проектируемый период эксплуатации;
- солевым составом по анионам и катионам;
- плотностью;
- химическим составом твердых примесей и удельным весом по классам крупности, при их наличии;
- кислотностью, щелочностью или pH;
- окислительно-восстановительным потенциалом;
- наличием специфических органических веществ;
- температурой в разное время года.

10.1.2 Содержание механических взвесей (твердых примесей) в ПР, направляемых на переработку, должно быть менее 50 мг/л.

10.1.3 Направляемые на выщелачивание ВР с учетом данных, указанных в 10.2.2, должны отвечать следующим требованиям:

- минимальная промышленная концентрация урана;
- допустимое содержание ионов и твердых взвесей, не влияющих на процесс ПВ;
- необходимая концентрация выщелачивающих реагентов согласно проекту.

10.1.4 Закисляющие растворы для закисления горнорудной массы должны содержать необходимые концентрации реагентов согласно технологическому регламенту на проведение СПВ.

10.1.5 Содержание урана в возвратных, маточных и остаточных растворах должно быть менее промышленных величин (менее 10 мг/л), кроме растворов рециркуляции.

10.2 Требования к технологическим схемам

10.2.1 Технологическую схему и вид готовой продукции (для ЛСУ — продукции, отправляемой на центральной перерабатывающей установке) следует обосновывать технико-экономическими расчетами исходя из схемы развития рудного района и этапов отработки месторождения, рекомендованных научно-исследовательской организацией возможных технологических схем переработки растворов, из опыта работы действующих объектов, минимальных затрат на получение готовой продукции и требований ЗНП.

10.2.2 Разработку проектной технологической схемы переработки ПР следует вести на основе:

- исходных данных объекта (заказчика);
- операционной технологической схемы;
- отчетов о научно-исследовательских работах, отчетов объекта, отчетов о проведенных полупромышленных и промышленных испытаний;
- материалов изучения сырьевой базы месторождения;
- данных о переработке аналогичных растворов на действующих объектах.

10.2.3 Технологическая схема должна содержать:

- технологические показатели (содержание и извлечение урана) на основных стадиях переработки;
- выход и состав продуктов технологических операций;
- технологические параметры основных и вспомогательных операций (удельные нагрузки, количество стадий, время операции, температура, давление, pH, емкость сорбента и т. д.);
- точки подачи реагентов и материалов, воды, пара, воздуха и других с их краткой характеристикой и удельными расходами.

10.2.4 В полную технологическую схему необходимо включать следующие основные процессы основного производства:

- извлечение урана по переделам (сорбция, десорбция, регенерация, промывка);
- химическое осаждение десорбатов (товарного регенерата);
- приготовление кислого раствора (доукрепление маточных растворов растворителем и окислителем при их использовании);
- приготовление десорбирующего раствора.

При производстве полиураната аммония необходимо включать:

- фильтрование осадка;
- сушку осадка;
- затаривание готовой продукции в транспортные упаковочные комплекты.

В технологической схеме при необходимости нужно учитывать процессы подготовки производства в соответствии с исходными данными, такие как:

- приготовление реагентов (растворение углеаммонийной соли, перевод бикарбоната в карбонат и др.);
- подогрев технологических растворов в зимний период (при необходимости);
- контрольное улавливание сорбента;
- приготовление закисляющих растворов;
- регенерация сорбента.

На аппаратурной схеме указывают, откуда и как поступает в процесс сырье и вспомогательные материалы, операцию загрузки готовой продукции, отходы, сточные воды.

10.2.5 ЛСУ следует проектировать по сокращенной технологической схеме, включающей ионообменный процесс извлечения урана с получением насыщенного сорбента, который отправляется на центральную перерабатывающую установку.

10.3 Требования к технологическому оборудованию и аппаратурным схемам

10.3.1 Выбор и расчет технологического оборудования следует проводить на основе:

- исходных данных и рекомендаций научно-исследовательских организаций, технологического регламента;
- результатов полупромышленных и промышленных испытаний;
- проектной технологической схемы;
- суточного материального баланса производства;
- временной методики по расчету и выбору технологического оборудования;
- опыта эксплуатации выбираемого аппарата в аналогичных условиях.

10.3.2 Аппаратурная схема должна включать:

- графическое изображение взаимосвязи и последовательности работы основного и вспомогательного технологического оборудования с расшифровкой принятых условных изображений;
- краткие сведения о типах, размерах, основных технических данных и количестве всех изображенных на ней позиций;
- технологические потоки продуктов переработки, реагентов, воды, пара, воздуха и др.;
- данные о связи изображенных на схеме технологических процессов и материальных потоков со смежными переделами.

10.3.3 При проектировании в соответствии с ЗНП в случае наличия агрессивных примесей, способствующих образованию коррозии, приводящих к преждевременному или быстрому выходу из строя технологического оборудования, допускается применение оборудования и запорной арматуры из неметаллических, в т. ч. композитных, полимерных материалов. Применение неметаллических материалов обосновано технологическим регламентом, а также подтвержденными результатами исследований и разработкой мер безопасности в соответствии с нормами и правилами [26].

10.3.4 Применение оборудования, трубопроводов и арматуры из неметаллических материалов допускается при внесении данного условия в ЗНП со стороны заказчика проекта, а также на основании технологического регламента.

10.4 Контроль и опробование технологического процесса

10.4.1 Схему контроля и опробования технологического процесса следует разрабатывать на основе:

- исходных результатов научно-исследовательских работ;
- технологического регламента;
- информации о состоянии технологического процесса на аналогичных объектах;
- ЗНП.

10.4.2 Технические решения по контролю и опробованию технологического процесса должны включать:

- автоматический контроль процесса стандартными и специальными средствами КИПиА;
- автоматизированное и ручное опробование, состоящее из отбора проб, сокращения (в случае необходимости), доставки в лабораторию и подготовки проб к анализу;
- приборный или химический анализ в экспресс-лабораториях.

10.4.3 В системе контроля и опробования необходимо выделять точки балансового опробования.

10.4.4 Для технологического оперативного опробования рекомендуется предусматривать автоматизированный или механизированный отбор точечной пробы с их последующей транспортировкой в контейнерах до экспресс-лаборатории, а также радиометрический гамма-экспресс-анализ урановой руды в автомобильных самосвалах на автомобильной РКС, при транспортировке руды на штабель КВ — автомобильным транспортом.

10.4.5 В качестве устройств для отбора проб должны быть использованы:

- для растворов — клапанные пробоотборники с электромагнитным или пневматическим исполнительным механизмом;
- потока сорбента — лопастные и черпаковые пробоотборники;
- пульп — секторные вертикальные вращающиеся или горизонтальные ножевые пробоотборники.

10.4.6 Балансовое опробование должно включать автоматический отбор точечных проб или непрерывный отбор части опробуемого потока с последующим доведением собранного материала в секторных вращающихся сократителях с накоплением до объединенной пробы, доставляемой вручную на анализ.

10.4.7 В состав экспресс-лаборатории центральной установки по переработке растворов рекомендуется включать аппараты для рентгеноспектрального и химического анализов.

10.4.8 На локальных установках объем аналитических работ рекомендуется ограничивать экспрессными методами химического анализа. Перечень таких работ определяют при вводе объекта в эксплуатацию.

10.5 Реагентное хозяйство

10.5.1 Технические решения складов реагентов следует разрабатывать в зависимости от их вместимости, вида и характеристики складируемых реагентов, способа и режима поставки реагентов на объект, требований по обеспечению взрыво- и пожаробезопасности, санитарно-гигиенических требований и требований в области охраны труда.

10.5.1.1 Все погрузочно-разгрузочные работы на складах должны быть механизированы.

10.5.1.2 Технологическое оборудование складов обеспечивают защитой от химической коррозии.

10.5.2 Вместимость расходного склада реагентов рекомендуется рассчитывать в зависимости от не менее чем трехсуточной потребности объекта в требуемых реагентах.

Для складов хранения кислот и щелочей в резервуарах должна быть обеспечена возможность аварийного перемещения кислот и щелочей из одних резервуаров в другие в соответствии с требованиями [26] (пункт 268).

Объемы запасов складов допускается определять проектом, по согласованию с Заказчиком, с учетом его логистических возможностей.

10.5.3 Для складирования жидких реагентов (кислот, щелочей, жидкого и водного аммиака и пр.), поставляемых в железнодорожных цистернах, следует применять вертикальные и горизонтальные металлические резервуары, устанавливаемые на открытых площадках, под навесом (для защиты от солнечной радиации) или под землей.

10.5.3.1 Складские резервуары следует устанавливать в поддонах, оборудованных дренажными насосами. Поддоны должны иметь защитное покрытие от химической коррозии (кислото- и щелочестойкие бетоны, кислотоупорный кирпич, плитка, полимерные покрытия и т. п.).

10.5.3.2 Для каждого реагента необходимо предусматривать отдельный поддон. Вместимость поддона должна обеспечивать возможность аварийного опорожнения одного резервуара наибольшей вместимостью.

10.5.4 Складские резервуары, предназначенные для хранения замерзающих и кристаллизирующихся реагентов (например, едкого натра), должны быть теплоизолированы при условии наружной установки. Необходимость и тип обогрева определены проектом. Кроме того, следует предусматривать устройства для разогрева паром указанных реагентов в железнодорожных цистернах (при их опорожнении).

10.5.5 Для складирования извести, поваренной соли и других аналогичных реагентов, поставляемых навалом в полувагонах или крытых железнодорожных вагонах, следует проектировать закрытые неотапливаемые склады напольного или траншейного типов, оборудованные мостовыми грейферными кранами.

Указанные склады должны блокироваться установками приготовления реагентов, размещаемыми в изолированных отапливаемых помещениях.

10.5.6 Для складирования реагентов, поставляемых в таре (бочках, ящиках, мешках и пр.), следует проектировать открытые, полуоткрытые и закрытые склады. Тип склада в каждом отдельном случае должен быть выбран в зависимости от требований к этим реагентам, видов тары и складируемых реагентов, а также с учетом действующих норм и правил по безопасности труда.

10.5.7 Площадь складирования рекомендуется определять исходя из нагрузки от 1,5 до 2 т на 1 $м^2$ пола при укладке в штабели высотой не более 2 м. Эта площадь должна составлять от 70 % до 75 % от общей площади складского помещения.

Высота складского помещения должна быть не менее 3,5 м от пола до нижней части строительных коммуникаций перекрытия.

10.5.8 В зависимости от номенклатуры складируемых реагентов и существующих требований к их хранению складское помещение должно быть разделено на отдельные секции.

Не допускается совместное хранение реагентов, способных вступить во взаимодействие.

10.5.9 Установки приготовления реагентов следует размещать в закрытых отапливаемых помещениях, расположенных в зависимости от конкретных условий проектируемого производства, либо при базисных складах, размещенных на промышленных площадках объектов, либо в отдельно стоящих зданиях, либо в пристройках к основным производственным зданиям.

В случае размещения в отдельно стоящих зданиях или пристройках к основным производственным зданиям при установках приготовления должны быть предусмотрены расходные склады реагентов.

10.5.10 Установки приготовления реагентов следует изолировать от всех других производственных и складских помещений.

10.5.11 При использовании сравнительно небольших количеств реагентов их растворение следует проводить в периодическом режиме и по возможности в одну смену.

Реагенты, применяемые в больших количествах, должны растворяться (а при необходимости и измельчаться) в непрерывном режиме круглосуточно.

10.5.12 Подача реагентов на растворение со склада, вскрытие тары, загрузка в растворные емкости и другие операции должны быть механизированными. Следует применять установки, позволяющие автоматизировать производственный процесс и исключать возможность и необходимость контакта обслуживающего персонала с токсичными веществами.

При растворении взрыво- и пожароопасных реагентов должны быть обеспечены искробезопасные условия работы.

10.5.13 Необходимо предусмотреть возможность промывки и обезвреживания подлежащих ремонту технологических аппаратов и трубопроводов после их опорожнения.

10.5.13.1 Промывке и обезвреживанию должна быть подвергнута также тара из-под реагентов. Для хранения пустой тары необходимо предусматривать отдельные складские помещения.

10.5.13.2 Для прессования обезвреженной металлической тары, не подлежащей повторному использованию, следует предусматривать установку специальных прессов.

10.5.14 На емкостном оборудовании для хранения жидких кислот или щелочей (резервуары, сборники объемом 1 $м^3$ и более) трубопроводы нижнего слива должны быть оснащены двумя запорными устройствами, одно из которых подсоединяют непосредственно или в непосредственной близости к штуцеру сосуда. Места установки обоснованы при проектировании.

10.6 В случае радиационного загрязнения обращение с отходами должно происходить так же, как с радиоактивными отходами, в соответствии с требованиями [10], [11], [13]—[16].

11 Кучное выщелачивание

Переработка урановых руд методом КВ является сложным непрерывным физико-химическим процессом. Исходные данные должны содержать наиболее полную информацию о рудном сырье. Поскольку выщелачивание является процессом непрерывным, его необоснованное прекращение или нарушение технологии может привести к безвозвратным потерям металла.

Добыча урана способом КВ может быть как основным производством по переработке сырья, получаемого из подземных или открытых горных работ, так и отдельным участком при гидрометаллургическом заводе, перерабатывающим, как правило, бедные и забалансовые руды. Вариант основного производства определяется экономической целесообразностью на стадии предварительного технико-экономического обоснования.

Объемы добычи урана методом КВ планируют с учетом выполнения горноподготовительных работ, обеспечения материалами, реагентами, оборудованием, а также возможности сорбционной переработки ПР.

Основанием для проектирования объектов КВ является ЗНП, в котором указывают гидрогеологические, технологические, экономические требования, а также требования по технике безопасности.

11.1 Требования к характеристикам сырья, материалов, полупродуктов и энергоресурсов

11.1.1 Сырьем для КВ считают добываемые подземным или открытым горным способом урансодержащие руды, при переработке которых методом КВ получают растворы с промышленно значимыми содержаниями урана.

По содержанию урана руды подразделяют, %:

- на товарные (балансовые) руды — более 0,03;
- забалансовые руды — более 0,01, но менее 0,03;
- пустые породы — менее 0,01.

11.1.2 Урановые руды на стадии геологоразведочных работ по содержанию карбонатов делят на алюмосиликатные и карбонатные. Алюмосиликатные руды перерабатывают с использованием минеральных кислот, карбонатные руды — щелочных реагентов.

11.1.3 Руды относят к алюмосиликатному типу по химическому составу с небольшим содержанием карбонатов, флюорита.

Содержание основных компонентов в рудах колеблется в пределах, %:

SiO_2 — 61 — 78; CaO — 1,1 — 6,0; $CaCO_3$ — 0,4 — 12,0;

Al_2O_3 — 11 — 15; MgO — 0,6 — 4,2; CaF_2 — 0,2 — 4,0;

FeO — 2,0 — 4,5; Fe_2O_3 — 1,0 — 4,4; P_2O_5 — 0,1 — 1,5.

$C_{орг}$ — 0,0 — 0,2;

11.1.4 К карбонатному типу относят руды с повышенным содержанием карбонатных минералов (более 10 % — 15 %).

Ориентировочное содержание основных компонентов в карбонатных рудах колеблется в пределах, %:

SiO_2 — 10 — 15; CaO — 20 — 30; $CaCO_3$ — 25,6 — 42,9;

Al_2O_3 — 1,0 — 3; MgO — 1,8 — 23,8; CaF_2 — 4,0 — 6,3;

FeO — 0,0 — 1,2; Fe_2O_3 — 0,7 — 2,2; P_2O_5 — 0,1 — 0,6.

$C_{орг}$ — 0,5 — 12;

Истинные содержания основных компонентов могут отличаться от приведенных выше в зависимости от минералогического состава руд отрабатываемого месторождения.

11.1.5 Товарная урановая руда должна соответствовать техническим требованиям, приведенным в таблице 9.

Таблица 9 — Требования к товарной урановой руде

Наименование показателей	Товарная урановая руда
Содержание урана, %	Более 0,03
Содержание кальция, %	Не более 4,2
Крупность кусков руды, мм	Не более 400
Влажность, %	Не более 8
Посторонние включения	Не допускаются

11.1.6 Товарной урановой рудой считают руду, доставленную на участок рудоподготовки для КВ, прошедшую контроль на РКС, удовлетворяющую требованиям таблицы 9 и принятую отделом технического контроля.

11.1.7 При несоответствии товарной урановой руды требованиям таблицы 9 урановую руду относят к некондиционной, отделом технического контроля не принимают и складируют по содержанию урана (пункт 11.1.1) в специальный отвал забалансовых руд для дальнейшей переработки либо в отвал пустых пород.

11.1.8 При несоответствии товарной урановой руды требованиям таблицы 9 урановую руду отделом технического контроля не принимают и складируют в отдельный отвал для последующего доведения до показателей товарной руды.

11.1.9 Для переработки методом КВ забалансовые руды подвергают специализированной рудоподготовке (сортировке, радиометрическому обогащению) с целью доведения содержания урана в руде до значений товарной руды.

11.1.10 Данные, характеризующие исходное сырье, материалы, полупродукты и энергоресурсы, систематизированы и приведены в таблице 10.

Таблица 10 — Характеристика сырья, материалов, полупродуктов и энергоресурсов

Наименование сырья, материалов, полупродуктов, энергоресурсов	Нормативный документ	Показатели по стандарту, обязательные для проверки	Регламентируемые показатели
Руда	Технологический регламент	1 Крупность, мм:	
		- забалансовые руды	400
		- товарные руды	
		2 Содержание *U* в руде, %:	
		- забалансовые руды	Более 0,03
		- товарные руды	
		3 Объемный вес руды, т/м^3	Определены регламентом
		4 Влажность руд, %	Не более 8
Серная кислота	ГОСТ 2184	Содержание моногидрата, %	92,0—94,0
		Удельный расход, кг/кг U:	
		- забалансовые руды	140—250
		- товарные руды	45—60
Обратный меланж	Технологический регламент	Массовая доля, %:	
		HNO_3	7—10
		H_2SO_4	85—90
Растворы орошения	Технологический регламент	1 Кислотность растворов на стадии закисления, г/л	25—30
		2 Кислотность растворов на стадии активного выщелачивания, г/л	1—10
		3 Кислотность растворов в режиме доработки, г/л	1—10
Продуктивные растворы	Технологический регламент	1 Величина pH	1,8—2,2
		2 Концентрация урана, мг/л	20—150
Маточники сорбции	Технологический регламент	Концентрация урана, мг/л	5 — 20
Сорбент	Технологический регламент	Гранулометрический состав, мм	0,4—2,5
		Удельный расход, кг/кг *U*	0,1
Насыщенный сорбент	Технологический регламент	Содержание урана, г/л	12—28
Отрегенерированный сорбент	Технологический регламент	Содержание урана, г/л	Не более 5
Товарный регенерат	Технологический регламент	Содержание урана, г/л	3—18
Нержавеющая сетка	ГОСТ 3826	Размер ячейки	0,4 × 0,4
		Удельный расход *U*, м^2/кг	0,002

Окончание таблицы 10

Наименование сырья, материалов, полупродуктов, энергоресурсов	Нормативный документ	Показатели по стандарту, обязательные для проверки	Регламентируемые показатели
Сжатый воздух	ГОСТ 17433	Давление, атм. Удельный расход, тм^3/м^3 сорбента	4—6 0,00001
Хозяйственная питьевая холодная вода (гидроуборка, душ)	ГОСТ Р 51232	Расход, м^3/ч	0,2
Шахтная техническая вода	Технологический регламент	Расход, м^3/сут	40
Горячая вода отопления	Технологический регламент	Температура, °С Давление, атм.	90—100 4—6
Полиэтиленовая пленка	ГОСТ 10354	Удельный расход, м^2/т руды	~0,05
Электроэнергия	ГОСТ 32144 ГОСТ 721 ГОСТ 6697 ГОСТ 6827	Номинальные напряжения не выше 1000 В: 40; 220;380; 660 Номинальные токи 10; 25; 40; 63; 100 Удельный расход *U*, кВт·ч/кг	Отклонения напряжения от номинального — от 2,5 % до 5 %. Коэффициент несимметрии — не более 2 %. Коэффициент несинусоидальности — не более 5 % Отклонение частоты — ± 0,1 (0,2) Гц. Размах колебаний — не более 0,2 Гц. 0,067

11.1.11 Удельные расходы материалов, реагентов уточняют в соответствии с утвержденным технологическим регламентом объекта по переработке урановых руд методом КВ, в зависимости от литологического состава руд.

11.2 Требования к технологическому процессу кучного выщелачивания

11.2.1 Комплекс КВ предназначен для извлечения полезных компонентов растворением из урановых руд, уложенных в штабель. В комплекс входят следующие участки: (рудник) добычи руд (если другие методы переработки руд отсутствуют), рудоподготовки, выщелачивания и переработки ПР.

11.2.2 КВ урановой руды включает в себя следующие основные операции:

- сооружение охранных дамб;
- приготовление специализированного гидроизолированного основания под штабель руды;
- рудоподготовка поступающего уранового сырья;
- формирование (отсыпка) штабелей КВ;
- монтаж оросительной системы;
- выщелачивание урана слабокислыми РР;
- обезвреживание отработанных штабелей;
- рекультивация использованных площадей.

11.2.3 Приготовление специализированного гидроизолированного основания под штабель руды. Основание планируют с уклоном не менее 3° для обеспечения стока растворов. При формировании штабелей КВ используют различные типы водонепроницаемых оснований:

- из уплотненной глины толщиной от 0,12 до 0,45 м, с двойным слоем полиэтиленовой пленки марки В толщиной 0,2 мм (укладку и сварку в полотнища полиэтиленовой пленки проводят по ГОСТ 10354);

- асфальтовые от 0,1 до 0,3 м;
- пластиковые с гравийным слоем для дренажа.

Выбор типа основания зависит от особенностей рельефа местности расположения участка, гидрогеологических условий, условий эксплуатации (одноразовые, многоразовые), экономической целесообразности.

11.2.4 При одноразовом использовании гидроизолированного основания подготовку основания осуществляют в следующей последовательности:

- при подготовке основания штабеля снятие плодородного слоя грунта средней мощностью 300 мм со всей территории площадки КВ;
- планировка площадки с требуемым уплотнением в границах расположения штабеля на глубину 0,7 м;
- уборка с поверхности камней, льда, растительных остатков;
- рыхление на глубину 0,2 м, увлажнение и уплотнение вскрытой поверхности;
- отсыпка гряды из песка с минимальным диаметром наиболее крупной фракции $d_{зер}$ = 1,2 мм под пленочный компенсатор просадки и осадки;
- укладка и сварка в полотнища полиэтиленовой пленки по ГОСТ 10354 марки В толщиной 0,2 мм в два слоя;
- отсыпка защитного слоя песка $d_{зер}$ = 1,2 мм мощностью 0,7 м с уплотнением $d_{ск}$ = 1,55 т/м^3;
- отсыпка дренажного слоя щебнем (рудным материалом крупностью от 10 до 40 мм, с исключением мелких фракций менее 10 мм) по поверхности защитного слоя толщиной 0,07 м с трамбовкой (допускается укладка в дренажный слой перфорированных труб для сбора и транспортировки растворов);
- формирование растворосборных лотков со стороны уклона для сбора и транспортировки ПР и предохранительных буртов по периметру основания штабеля, а также для предотвращения растекания растворов за пределы площадки.

Для контроля за возможными утечками растворов под пленку укладывают дренажные трубы, по периметру штабеля закладывают контрольные скважины.

В случае многоразового использования данного типа основания высоту дренажного слоя увеличивают до 0,7 м. При этом выгрузку отработанной рудной массы с основания штабеля КВ осуществляют до уровня дренажного слоя. Далее проводят обследование целостности основания (выявление порывов полиэтиленовой пленки).

Основным критерием решения о повторном использовании гидроизолированного основания штабеля является его целостность, определяющаяся путем визуального осмотра и анализа утечек по дренажным трубам и изменениям состава вод в контрольных скважинах.

Примечание — Для контроля целостности гидроизоляции применяют различные геофизические методы контроля (электротомография, частотное электромагнитное зондирование).

11.2.5 При многоразовом использовании могут применять двухслойные асфальтовые покрытия толщиной от 50 до 150 мм с защитным слоем между ними (глины, полиэтилен). По сторонам площадки КВ сооружают бордюры высотой от 0,5 до 1,0 м из бетона или глины с толщиной стенок от 0,5 до 0,8 м. Для стока растворов основание кюветы выполняют с уклоном не менее 3°.

11.2.6 Рудное урановое сырье подвергают рудоподготовке для эффективного процесса КВ.

11.2.7 Рудоподготовка может быть осуществлена как сезонно в теплое время года, так и круглогодично в зависимости от проектных решений — открытая площадка либо отапливаемое помещение. Выбор зависит от экономической целесообразности, наличия или отсутствия гидрометаллургических методов переработки и климатических условий эксплуатации. При этом сезонная работа участка рудоподготовки должна обеспечивать необходимую годовую производительность по руде для КВ. Руды с добычного участка поступают на склад руды круглогодично в объеме, достаточном для обеспечения бесперебойной работы последующих переделов. Производительность участков определена планами работ объекта.

11.2.8 Урановое сырье, поступающее с добычного участка, проходит предварительную сортировку по содержанию урана путем промера вагонеток на рудничных РКС, контрольного взвешивания и промера на автоматических РКС, затем его складируют на рудном дворе для последующего усреднения.

Забалансовую руду складируют отдельно.

11.2.9 Усредненную товарную руду с рудного двора подвергают сортировке по крупности путем грохочения для отделения мелких классов (менее 10 мм); забалансовую руду — сортировке по крупности (либо рентгенорадиометрической сортировке) для выделения товарной руды. Определение гра-

ницы (фракции) товарной руды проводят на этапе изучения гранулометрического состава забалансовых руд и распределения урана по классам крупности с экономическим обоснованием целесообразной границы. Выделенная товарная руда (концентрат) проходит рудоподготовку аналогично усредненной товарной руде. При более низком содержании урана (отличном от основного потока товарной руды) данный концентрат перерабатывается на отдельном штабеле КВ.

11.2.10 Крупные фракции товарной руды додрабливаются до оптимального среднего размера куска, определенного в результате научно-исследовательских работ. Оптимальный размер куска определяют исходя из минерализации урана и «упорности» руд. При трещинной (прожилковой) минерализации урана оптимальным средним размером рудного куска считают от 40 до 60 мм, при мелковкрапленной рассеянной минерализации — от 15 до 25 мм. Наиболее «упорными» к химической технологии рудам относят граниты и базальты. При их преобладании в рудной массе крупность рудной массы для КВ должна составлять от 10 до 15 мм.

11.2.11 Мелкие фракции руды подвергают окомкованию с добавлением вяжущего вещества в барабанных окомкователях либо направляют на гидрометаллургическую переработку (при наличии).

11.2.12 Урановую товарную руду, прошедшую рудоподготовку, укладывают (отсыпают) в штабель КВ на подготовленное гидроизолированное основание. Для дробленой рудной массы, освобожденной от мелких фракций, допускается отсыпка штабеля с привлечением автомобильных самосвалов, с ее последующим планированием бульдозером уступами высотой по 5 м, поступающим порядком путем сталкивания под откос куч рудной массы. После отсыпки уступа дробленой рудой его верхнюю площадку взрыхляют и проводят отсыпку следующего уступа. Оптимальная высота штабеля — от 10 до 15 м.

11.2.13 По завершении формирования штабеля КВ из дробленой руды поверхность штабеля и заезды для автомобильных самосвалов подвергают обязательному рыхлению на глубину 0,5 м.

11.2.14 Для окомкованной рудной массы не допускают отсыпку штабеля автомобильными самосвалами и планировку бульдозером. Отсыпку и формирование штабеля КВ проводят на всю высоту штабеля с применением штабелеукладчика (стакера). Оптимальная высота штабеля окомкованной руды — не более 10 м.

11.2.15 Допускается раздельное и комбинированное формирование штабелей КВ из додробленной и окомкованной руды. При комбинированном способе формирования штабеля окомкованную рудную массу укладывают поверх додробленной руды для предотвращения раздавливания гранул.

11.2.16 На поверхности и откосах сформированного штабеля КВ проводят укладку оросительной системы путем укладки магистральных и оросительных трубок. Допускается формирование промежуточного горизонта орошения при додрабливании руды до фракций 15 мм.

11.2.17 Оросительную систему формируют с учетом сезонных климатических условий и технических условий эксплуатации штабеля КВ; для теплого периода года с применением оросителей форсуночного типа (воблер, сплинклер и т. п.). Расстояние между оросителями рассчитывают исходя из условий перекрытия (накладки) границ зон орошения ближайшими оросителями для равномерного распределения растворов по поверхности штабеля КВ. В холодный период используют оросительную систему в виде перфорированных трубок с размером отверстий 4 мм, расстояние между отверстиями от 0,5 до 0,8 м и с обязательным укрыванием полиэтиленовым полотном для предотвращения промерзания. Допускается засыпка полиэтиленового полотна рудной массой на 0,3 м.

11.2.18 Процесс КВ урана осуществляют оборотными растворами. Режим выщелачивания — непрерывный, круглогодичный. При планировании производительности участка КВ следует учитывать, что в холодное время года производительность перевода урана в раствор значительно снижается (в полтора-два раза) за счет низких температур реакционной среды и менее эффективной системы орошения. Для повышения эффективности и предотвращения перемерзания оросительной системы следует предусматривать подогрев растворов орошения до температуры от 20 °С до 25 °С.

11.2.19 Применяемый режим инфильтрационного выщелачивания предусматривает последовательное орошение руды на стадиях закисления, активного выщелачивания и доработки. Концентрацию реагента-растворителя, длительность процесса и интенсивность орошения штабеля КВ на различных стадиях выщелачивания определяют на стадии обязательных научно-исследовательских работ. По результатам данных исследований разрабатывают технологический регламент объекта.

11.2.20 На стадии доработки руд для повышения содержания урана в ПР, направляемых на сорбционную переработку, и для сокращения длительности стадии рекомендуется применение рециркуляции растворов путем возврата части ПР на орошение штабеля КВ без сорбционной переработки. Объем возвращаемых на орошение растворов определяют исходя из содержания урана в ПР (чем ниже содержание в растворе, тем больший объем направляют на орошение). При рециркуляции растворов

более 1/3 от объема ПР необходимо промежуточное доукрепление растворов реагентом-растворителем либо повышение его концентрации в растворах орошения.

Рециркуляция растворов может быть осуществлена как параллельно (один штабель КВ в режиме доработки, другой — в режиме активного выщелачивания), так и последовательно (ПР штабеля, находящегося в режиме доработки, после промежуточного доукрепления реагентом-растворителем направляют на орошение штабеля КВ в режиме активного выщелачивания). Последовательная схема орошения целесообразна при существенно низких содержаниях урана в ПР штабеля, находящегося в режиме доработки.

11.2.21 Для повышения эффективности процесса КВ целесообразно применение различных методов интенсификации: механических [периодическое рыхление поверхности штабеля, рыхление всего массива штабеля взрывными методами, перегрузка (ворошение) рудной массы], физических (активация растворов ультразвуком, электроактивация), химических (применение окислителей, поверхностно-активных веществ) и др. Выбор метода интенсификации зависит от экономической эффективности его применения.

11.2.22 По окончании выщелачивания весь объем возвратных растворов, после коррекции солевого состава путем их очистки (при необходимости) направляют на отработку вновь вводимых в эксплуатацию штабелей КВ.

11.2.23 При завершении эксплуатации комплекса КВ весь объем горнорудной массы должен быть подвергнут обработке для нейтрализации и обезвреживания. Далее проводят рекультивацию отработанного штабеля и техническую и биологическую рекультивацию отработанного штабеля. Техническая рекультивация предполагает выполаживание откосов штабеля, покрытие поверхности отработанного штабеля слоем суглинка и отсыпку плодородного слоя. Биологическое восстановление почв осуществляется путем посева многолетних трав.

11.2.24 Рекультивация и ликвидация должны быть осуществлены по отдельным проектам с согласованием и утверждением в государственных надзорных органах.

11.2.25 При дефиците земельного отвода допускается последующее формирование очередного штабеля КВ на поверхности отработанного при условии гидроизоляции поверхности отработанного штабеля для предотвращения потерь ПР, в пределах границ нижнего гидроизолированного основания. В противном случае требуется расширение существующего гидроизолированного основания либо строительство нового.

11.3 Требования к переработке растворов кучного выщелачивания

11.3.1 ПР КВ подвергают сорбционной переработке на ЛСУ при удаленности участка КВ от основного цеха получения готовой продукции либо на УППР с получением конечной продукции, отвечающей требованиям технических условий.

11.3.2 Промежуточным товарным продуктом ЛСУ либо УППР может являться насыщенный ураном сорбент или жидкий товарный регенерат с содержанием урана не менее 3 г/л.

11.3.3 При проектировании в составе УППР предусматривают узлы:

- приема ПР (зумпф);
- сорбционного концентрирования урана (сорбционно-напорные колонны);
- десорбции урана (колонны десорбции);
- накопления товарных регенератов (накопительные емкости);
- приготовления растворов десорбции (реакторы приготовления растворов);
- отмывки (регенерации) сорбента (колонны регенерации);
- приготовления РР (зумпф орошения);
- насосов;
- хранения концентрированных кислот (щелочей).

При отсутствии цеха по получению конечной продукции на УППР предусмотрен узел получения готовой продукции.

Оборудование УППР, трубопроводы, насосы должны быть коррозионно-стойкого исполнения либо футерованы материалами, устойчивыми к агрессивным средам.

11.3.4 ПР, поступающие на сорбционную переработку, должны быть очищены от механических взвесей до уровня требований (менее 50 мг/л). Для очистки ПР от механических взвесей проектом предусмотрен накопитель.

11.3.5 Для эффективного процесса сорбционного извлечения урана из ПР величина pH ПР не должна быть менее 2,0 ед. (для КВ с применением органических кислот).

11.3.6 Сорбционную переработку ПР осуществляют ионообменным методом с использованием сорбентов в сорбционных напорных колоннах путем принудительной фильтрации ПР через слой сорбента. Сорбцию проводят до концентрации урана в маточниках сорбции не более 20 мг/л.

11.3.7 Растворы, прошедшие сорбционное извлечение урана, являются маточными растворами, которые возвращаются в оборот (на орошение штабелей КВ) с предварительным доведением концентрации реагента-растворителя до регламентных значений.

11.3.8 Восполнение естественных потерь растворов (испарение, влагонасыщение рудной массы) проводят технической или шахтной водой.

11.3.9 Противоток ПР и сорбента осуществляется путем периодической порционной выгрузки насыщенного сорбента на десорбцию урана.

11.3.10 Обедненный сорбент, прошедший десорбцию урана, должен быть подвергнут обязательной отмывке от избыточной кислотности (щелочности). Растворы отмывки используют для приготовления регенерирующего раствора. Отмытый сорбент возвращается на сорбцию.

11.3.11 Мощности насосов, предназначенные для перекачки ПР, должны превышать средний часовой приток в два раза. На установке размещены не менее двух насосов, которые оснащены приборами для измерения давления и расхода ПР. Контроль за работой насосов осуществляют с диспетчерского пункта, с которого проводят пуск и остановку насосов. Трубопроводы кислых ПР и технической воды окрашивают в разные цвета.

11.3.12 Обслуживание установок выщелачивания разрешено только персоналу, прошедшему специальный инструктаж.

11.3.13 В процесс управления входит постоянный контроль за количеством ПР, содержанием в них металла, за рабочим давлением, кислотностью (щелочностью), окислительно-восстановительным потенциалом, содержанием в растворах железа, за содержанием нитратов и кремния на сорбенте.

11.3.14 При накоплении на эксплуатируемом сорбенте нитратов и кремния, влияющих на механическую прочность, сорбент подвергают периодической обработке (обескремниванию). Предельная граница концентраций нитратов и кремния на сорбенте зависит от применяемого вида сорбента и определяется исследованиями сорбента.

11.4 Требования к материальному балансу участка кучного выщелачивания

11.4.1 Материальный баланс составляется при разработке проекта, уточняют при разработке технологического регламента на основании расчетов исходя из заданных условий и актуализируется при достижении стабильной работы участка по переработке товарных руд и на основании расчетов исходя не только из заданных условий, но и полученных фактических данных.

11.4.2 Исходными данными для составления материального баланса являются:

- технологическая схема, отражающая вид и последовательность стадий производства;
- годовая производительность по готовому продукту;
- производственная рецептура загрузки компонентов на каждой технологической стадии;
- потери сырья и готового продукта на каждой технологической стадии производства.

11.4.3 Для определения расходов видов сырья составляют общий материальный баланс с определением расходных коэффициентов компонентов процесса на единицу массы готового продукта.

11.4.4 Исходя из общего материального баланса составляют постадийный материальный баланс в виде таблиц на каждой стадии процесса производства.

Результаты расчета материального баланса заносят в форме, представленной в таблице 11.

Таблица 11

Приход			Расход		
Статья	кг/ч	% (по массе)	Статья	кг/ч	% (по массе)
—	—	—	—	—	—
Итого:	—	—	Итого:	—	—

11.5 Нормы расхода основных видов сырья, материалов и энергоресурсов, образованию отходов производства

11.5.1 Нормы расхода основных видов сырья, материалов, энергоресурсов, по образованию отходов производства устанавливают технологическим регламентом.

11.5.2 Нормированию подлежат основные виды постоянно используемых в процессе КВ реагентов, материалов, сырья и энергоресурсов (сорбент, кислоты, щелочи, хозяйственная и питьевая вода, шахтная вода, воздух, электроэнергия и т. п.). Нормы расхода могут отличаться на разных стадиях процесса.

11.6 Требования к контролю производства и управления технологическим процессом

11.6.1 Требования к контролю производства и управления технологическим процессом определены технологическим регламентом в соответствие с ГОСТ Р 52745.

Для контроля технологического процесса на стадии эксплуатации на основе проектной документации разрабатывают инструкцию контроля технологического процесса отработки товарных руд методом КВ.

В инструкции должны быть приведены принципиальная схема цепи аппаратов с указанием точек балансового опробования, карта пробоотбора и система контроля за утечками технологических растворов.

11.6.2 Инструкция определяет:

- места отбора проб и периодичность отбора, виды проводимых анализов и их периодичность;
- порядок осуществления технологического контроля за количеством и качеством растворов, подаваемых на орошение рудной массы, и ПР, направляемых на дальнейшую переработку;
- места отбора проб и приборы КИПиА, по результатам анализов и показаниям которых осуществляют учет урана, извлекаемого на каждой стадии процесса;
- места отбора проб для осуществления контроля за утечками технологических растворов, периодичность их отбора.

11.6.3 Управление процессом осуществляют путем регулирования запорной арматуры технологических линий следующим образом:

- расход растворов — по показаниям щелевых и индукционных расходомеров;
- расход реагентов — по оперативным анализам и показаниям pH-метра;
- время сорбции, десорбции, отмывки — по анализам содержания урана в маточных растворах, товарном регенерате, растворах отмывки;
- объем перегружаемого сорбента — визуально по мере заполнения емкостей и производимых расчетов по убыли (прибыли) сорбента в колоннах и бункерах.

Объем отгружаемого (загружаемого) сорбента V_c, м^3, вычисляют по формуле

$$V_c = (H_1 - H_2) \cdot F, \quad (48)$$

где H_1 — первоначальная высота от верхнего края дренажного стакана до сорбента, м;

H_2 — конечная высота от верхнего края дренажного стакана до сорбента, м;

F — площадь сечения колонны, м^2.

Для измерения высоты слоя при отключенной колонне снимают дренажный стакан.

11.6.4 Аналитический и технологический контроль процесса КВ осуществляют в соответствии с разрабатываемой картой пробоотбора.

Содержание урана в исходной руде контролируют на РКС. По окончании формирования отвала отбирают пробу руды при необходимости.

На операции выщелачивания контролируют:

- ПР и растворы орошения на содержание урана, кислоты, величин pH и окислительно-восстановительные потенциалы;
- расход растворов орошения.

На операции сорбции контролируют:

- расход маточного раствора;
- маточный раствор, насыщенный и бедный сорбент на содержание урана;
- маточный раствор на содержание кислоты.

На операции десорбции контролируют:

- товарный регенерат на содержание урана;
- регенерирующий раствор и товарный регенерат на содержание кислоты, нитрат-иона;
- расход регенерирующего раствора расходомером.

На операции отмывки сорбента от кислоты контролируют промывные воды и отмытый отрегенерированный сорбент на предмет остаточного содержания урана.

Оперативный контроль за извлечением урана из руды по количеству переработанных ПР и разнице содержания полезного компонента в ПР и маточных растворах проводят исходя из степени извлечения урановой руды ε, %, которую вычисляют по формуле

$$\varepsilon = \frac{(q - V_1 \cdot C_1 - V_2 \cdot C_2)}{q} \cdot 100\ \%, \quad (49)$$

где q — количество урана в руде, т;

V_1, V_2 — объемы ПР и маточников сорбции соответственно, м^3;

C_1, C_2 — концентрации урана в ПР и маточниках сорбции соответственно, г/л.

Контроль за количеством растворов, подаваемых на орошение, перерабатываемых на сорбции, а также регулирование кислотности растворов орошения осуществляют автоматически с обязательной записью в журнале.

Расход серной и азотной кислот, сорбента — по фактической ежемесячной загрузке.

Записи о контролируемых параметрах производят в специальном журнале.

11.7 В случае радиационного загрязнения обращение с отходами должно происходить так же, как с радиоактивными отходами, в соответствии с требованиями [10], [11], [13]—[16].

12 Автоматизация технологических процессов

12.1 Требования к автоматизации добычного комплекса

12.1.1 На эксплуатационных блоках СПВ следует предусматривать:

- непрерывное измерение и автоматическое регулирование (при необходимости) расхода ПР и РР по каждой откачной и закачной скважине либо по рядам скважин с целью соблюдения баланса закачки—откачки;
- автоматическое регулирование и регистрация кислотности РР в технологических и передвижных узлах закрепления (при необходимости);
- непрерывный контроль и учет количества растворов, поступающего на участок (блок) и с него;
- контроль заданного давления в коллекторах ряда закачных скважин и на трубопроводах сжатого воздуха;
- периодический или непрерывный контроль динамического уровня в технологических откачных скважинах (при необходимости);
- контроль и управление работой скважинных насосов;
- контроль разгерметизации технологических трубопроводов (при необходимости).

12.1.2 Основными параметрами автоматического контроля на технологических накопителях для РР (ВР) и ПР являются:

- измерение уровня растворов;
- сигнализация нижнего и верхнего аварийного уровней растворов;
- кислотность растворов (при необходимости);
- давление растворов в трубопроводах после насосов, на линиях нагнетания и на коллекторе;
- расход растворов.

12.1.3 Управление электроприводами погружных насосов должно быть осуществлено автоматически с использованием станций управления, которые обеспечивают:

- защиту насосного агрегата по «сухому ходу» и при разрушении муфты, соединяющей электропривод с насосом (при необходимости);
- отключение при коротком замыкании (срабатывание автомата защиты сети) — без выдержки времени и без повторного включения;
- защиту электропривода насоса по току, перекосу фаз, температуре (при наличии);

- автоматическое повторное включение двигателя после аварийного отключения, вызванного недопустимыми значениями напряжений силовой сети, токов потребления;
- настраиваемую задержку запуска насоса после включения питания станции или после останова насоса для предотвращения гидроударов;
- измерение в режиме реального времени напряжения и выходного тока;
- местное и дистанционное управление (запуск, останов и изменение производительности насоса);
- регулирование оборотов вала электродвигателя (местное и дистанционное).

Информация о работе насосов поступает на оперативные и диспетчерские пункты управления.

12.1.4 При эрлифтной откачке ПР из скважин следует предусматривать местный контроль расхода ПР.

12.1.5 Должна быть обеспечена передача данных непрерывного и периодического контроля параметров эксплуатационных блоков СПВ на оперативные и диспетчерские пункты управления.

12.2 Требования к автоматизации перерабатывающего комплекса

12.2.1 По перерабатывающему комплексу необходимо контролировать суммарные значения расходов энергетических параметров (сжатого воздуха, воды, пара, электроэнергии).

12.2.2 При проектировании технологических узлов закисления следует предусматривать следующие автоматический контроль и управление:

- контроль превышения концентраций вредных примесей в воздухе рабочей зоны (контроль с сигнализацией превышения ПДК);
- контроль и регулирование кислотности растворов (при необходимости);
- автоматизацию работы насосов, управляемых задвижек по уровням в емкостях. Допустимо дистанционное управление.

12.2.3 Склады реагентов следует проектировать в соответствии с требованиями к тем веществам, которые применяются.

12.2.4 На стадии сорбции следует предусматривать:

- контроль расхода ПР, подаваемых в сорбционные аппараты;
- контроль давления растворов в общем коллекторе и на линиях входа в аппараты;
- контроль уровня растворов в буферных емкостях;
- управление по заданному алгоритму перекачкой сорбента из сорбционных аппаратов на регенерацию.

12.2.5 На операции регенерации рекомендуется предусматривать контроль:

- расхода воды, подаваемой на отмывку сорбента от илов и от кислотности регенерирующего раствора и регенерата;
- сжатого воздуха;
- pH раствора в верхней части аппарата десульфации (или денитрации) и регенерирующего раствора;
- температуры регенерирующего раствора;
- расхода растворов на денитрацию;
- кислотности растворов на денитрацию;
- расхода товарного регенерата на осаждение концентрата;
- уровня в емкостях растворов для регенерации и денитрации;
- сигнализации аварийного уровня в емкостях растворов для регенерации и денитрации.

Предусматривают регулирование подачи:

- воды на отмывку сорбента от илов и от кислоты;
- сжатого воздуха в аппараты регенерации.

12.2.6 На участке получения готовой продукции следует предусматривать:

- контроль и регулирование температуры товарного регенерата и расхода аммиачной воды перед подачей в аппараты осаждения;
- контроль за концентрацией аммиака в помещениях;
- контроль величины pH на операции осаждения;
- сигнализацию верхнего аварийного уровня в емкостном оборудовании;
- контроль расхода товарного регенерата, подаваемого на осаждение.

12.2.7 Уровень автоматизации объекта проектирования следует выполнять с учетом дополнительных требований, указанных в ЗНП.

12.3 Требования к конструктивно-компоновочным решениям

12.3.1 В технологической и строительной частях проектной документации следует предусматривать площадки для обслуживания приборов и средств автоматизации, специальные устройства для монтажа и демонтажа тяжелых средств автоматизации.

12.3.2 В технологической части проектной документации необходимо предусматривать специализированную установку для питания средств автоматизации сжатым воздухом, очищенным от влаги, масел, механических примесей, заданной температуры и давления.

12.3.3 Места размещения средств автоматизации должны отвечать следующим требованиям:

- правилам техники безопасности ведения работ при эксплуатации и ремонте;
- противопожарной безопасности;
- техническим условиям, предъявляемым к аппаратам и технологическим линиям, на которых должно быть установлено оборудование автоматизации.

12.3.4 Кабельные и импульсные трассы необходимо формировать по зонам обслуживания и с разделением по видам энергии, напряжению и назначению.

12.4 Требования к службе эксплуатации контрольно-измерительных приборов и автоматики

12.4.1 В структуре службы эксплуатации системы автоматизации необходимо предусмотреть участок, включающий группы автоматизации систем управления технологических процессов и КИПиА.

12.4.2 В составе группы автоматизации систем управления технологических процессов следует предусматривать персонал для ремонта и технического обслуживания, эксплуатационного сопровождения программного и информационного обеспечения, оперативного обслуживания техники.

12.4.3 В составе группы КИПиА следует предусматривать бригады для эксплуатации технических средств добычного комплекса, перерабатывающего комплекса, ремонта, монтажа и наладки средств для измерений специальных приборов, связи и сигнализации.

13 Организация труда и управление производством

13.1 Организация труда

13.1.1 В качестве основного принципа организации труда предусматривают:

- рациональную производственную структуру, специализацию и кооперирование производства с учетом бригадной формы организации и стимулирования труда;
- централизованное обслуживание производства и систему регламентированного обслуживания рабочих мест, а также механизацию труда вспомогательных рабочих;
- исключение или снижение доли ручного труда.

13.1.2 При решении вопросов организации труда инженерно-технических работников необходимо предусматривать совершенствование подбора и расстановки кадров, организацию труда инженерно-технических работников (форма и методы труда, организацию рабочих мест, оснащение рабочих мест).

13.1.3 Учитывают результаты аттестации и рационализации рабочих мест в проектах реконструкции и технического перевооружения объектов с целью обеспечения запланированного уровня производительности труда.

13.2 Численность персонала

13.2.1 Численность персонала объекта СПВ определяют:

- в технико-экономических обоснованиях, схемах развития объектов — по соответствующему показателю производительности труда, принимаемому на основе изучения передового опыта аналогичных действующих объектов с учетом прогресса техники и технологии;
- в проектах (рабочих проектах) — на основе существующих расчетов объемов работ и расстановки персонала по рабочим местам с учетом передовой организации труда и высокого уровня механизации и автоматизации производственных процессов.

13.2.2 Численность рабочих рассчитывают на основании технологических решений по используемому оборудованию на добычном и поверхностном комплексах в процессе добычи урана методом СПВ и на УППР (ЛСУ) в процессе переработки ПР.

13.2.3 Сокращение рабочих мест предусматривают за счет:

- мероприятий по совмещению профессий и работ;

- расширения зон обслуживания;
- аттестации и рационализации рабочих мест;
- механизации ручных и тяжелых работ;
- централизации, специализации и концентрации работ;
- ликвидации непроизводительных затрат и потерь рабочего времени и т. д.

13.2.4 Определение и планирование руководителей, специалистов линейного персонала проводят в соответствии с квалификационным справочником и классификатором профессий рабочих и должностей служащих.

13.2.5 При проектировании организации подготовки персонала на объекте предусматривают подготовку вновь поступающих работников, повышение квалификации на курсах с отрывом от производства и обучение вторым и смежным профессиям.

13.3 Режим работы и отдыха

13.3.1 Режим работы объекта устанавливают согласно ЗНП или по балансу рабочего времени по соответствующим процессам, нормам выработки (времени).

13.3.2 Проектирование режима работы и отдыха проводят в соответствии с законом [30].

13.3.3 При разработке организации режима работы и отдыха персонала руководствуются следующими правилами:

- рациональное чередование режимов работы и отдыха должно быть проведено на всех работах в качестве одного из средств предупреждения утомления;
- при совершенствовании режимов работы и отдыха следует учитывать воздействие условий труда на организм человека, его работоспособность;
- регламентированные внутрисменные режимы работы и отдыха включают перерыв на обед и на отдых.

13.4 Управление производством

13.4.1 Для горнодобывающих объектов принимают линейно-функциональную (линейно-штатную) структуру управления, при которой руководство производством осуществляют параллельно-линейным административно-техническим аппаратом.

13.4.2 При решении вопросов управления производством необходимо предусматривать:

- эффективную организационную систему управления объектом и его подразделениями;
- совершенствование системы линейного руководства процессом производства;
- совершенствование методов работы аппарата управления;
- совершенствование производственного планирования, учета и контроля за ходом производства.

13.4.3 Предусматривают организацию управления производством, основанную на производственном и хозяйственном кооперировании основных и вспомогательных подразделений.

13.4.4 Для оперативного управления и координации комплекса работ по ведению процесса СПВ в части технического оснащения необходимо предусматривать центральный диспетчерский пульт управления, местные операторские пункты и щиты управления по ведению основных технологических процессов.

14 Безопасность труда. Взрывопожарная и пожарная безопасность

14.1 Безопасность труда при буровых работах

14.1.1 Требования к буровому оборудованию при проектировании буровых работ устанавливают согласно техническим условиям, ГОСТ 12.2.108, ГОСТ 12.2.232, ГОСТ 12.2.088, ГОСТ Р 2.601.

14.1.2 При проектировании воздуховодных сетей и работ с компрессорами мероприятия по безопасности труда должны быть обеспечены с учетом норм и правил [27], [28].

14.1.3 При проектировании буровых работ с пневмоприводами требования по безопасности труда устанавливают согласно ГОСТ Р 52869.

14.1.4 При проектировании буровых работ с гидроприводами требования по безопасности труда устанавливают согласно ГОСТ Р 52543.

14.1.5 При проектировании электроснабжения буровых работ руководствуются нормами и правилами [23], [31].

14.1.6 При проектировании буровых работ с электродвигателями, пускорегулирующей аппаратурой электрокоммуникаций и постами управления оборудованием требования по безопасности труда устанавливают согласно ГОСТ 12.2.007.0 — ГОСТ 12.2.007.6, ГОСТ 12.2.007.8, ГОСТ 12.2.007.9, ГОСТ 12.2.007.10, ГОСТ 12.2.007.11, ГОСТ 12.2.007.12, ГОСТ 12.2.007.14.

14.1.7 При проектировании работ по сооружению и эксплуатации буровых скважин требования по безопасности труда устанавливают согласно нормам и правилам [11], [12], [20].

14.1.8 При проектировании буровых работ выявляют зоны действия опасных производственных факторов, связанных с технологией и условиями производства работ.

14.2 Безопасность труда на объектах по переработке продуктивных растворов

На всех этапах обращения с рудными породами, продуктивными и остаточными растворами, готовой продукцией, содержащими радионуклиды урана со значениями активностей и удельных активностей больших или равных минимально значимым активностям и минимально значимым удельным активностям должны быть обеспечены их учет и контроль в соответствии с требованиями положения [17], норм и правил [18].

14.2.1 На объектах по переработке ПР необходимо предусмотреть индивидуальный дозиметрический контроль за эффективной дозой облучения техногенными источниками излучения работников. В соответствии с правилами [11] доза облучения в производственных условиях не должна превышать 20 $м^3$ в год.

14.2.2 Проектирование радиационно-безопасной организации работ на объектах по переработке ПР должно быть выполнено в соответствии с законом [13], нормами и правилами [10], [11], [14], [25].

14.2.3 Объекты по переработке ПР должны быть классифицированы в соответствии с СП 112.13330.2011.

14.2.4 Требования к способам обеспечения пожарной безопасности на объектах по переработке ПР необходимо устанавливать согласно ГОСТ 12.1.004.

14.2.5 Обеспечение первичными средствами пожаротушения на объектах по переработке ПР устанавливают согласно правилам [32] и в соответствии с СП 5.13130.2009.

14.2.6 При проектировании объектов по переработке ПР необходимо выявлять зоны действия опасных производственных факторов. Работы с химически опасными веществами проводят с применением СИЗ в соответствии с нормами [14] (пункт 356).

14.2.7 В перечне мероприятий, обеспечивающих соблюдение требований по охране труда, предусматривают определение класса опасности проектируемых производственных объектов в соответствии с законом [4].

14.2.8 В перечне мероприятий по предотвращению (сокращению) выбросов вредных веществ в окружающую среду предусматривают:

- меры по снижению выброса загрязняющих веществ с использованием малоотходных и безотходных технологий, а также мероприятия по улавливанию, обезвреживанию и утилизации вредных выбросов и отходов в соответствии с правилами и нормативами [33], [34];
- ведение технологического процесса с возвратом технологических сред и стоков в процесс (замкнутый цикл растворооборота) в соответствии с технологическим регламентом;
- непрерывный контроль и управление технологическим процессом;
- комплекс мероприятий по охране водных ресурсов от загрязнений жидкими отходами производства, включая при необходимости организацию глубокой очистки выбросов с применением химических, сорбционных, электрохимических и других методов.

14.3 Безопасность труда добычного комплекса

14.3.1 Работы, выполняемые на добычных комплексах (полигонах) по санитарно-гигиенической характеристике согласно ГОСТ 12.1.005 и ГОСТ 12.1.007 относят:

- по тяжести работ к категории IIб (физические работы средней тяжести, связанные с ходьбой и переноской тяжестей не более 10 кг);
- классу опасности применяемых реагентов — 2 класс (серная кислота).

14.3.2 По санитарной характеристике производственные процессы согласно СП 44.13330.2011 относят к группам 2г (работа на открытом воздухе) и 3б (работа с веществом 2-го класса опасности, связанная с загрязнением рук и специальной одежды).

14.3.3 Обслуживающий персонал должен быть обеспечен СИЗ (респиратором, противогазом, защитными очками, перчатками с нитриловым или латексным покрытием).

14.3.4 При проектировании следует обеспечить безопасный доступ ко всем сооружениям и техническим средствам.

14.3.5 При монтаже и ремонте трубопроводов, их узлов, деталей и элементов должны быть применены материалы, полуфабрикаты и изделия с учетом рабочих давлений, температур и химической активности среды.

14.3.6 Все изменения в ведении процесса (пуск и остановка оборудования) следует производить с предварительным предупреждением обслуживающего персонала.

14.3.7 Все пуски и остановки оборудования (за исключением аварийных случаев) производят только с разрешения начальника смены. Обо всех аварийных остановках начальник смены обязан доложить начальнику подразделения.

14.3.8 При проектировании работ на добычном комплексе (при удаленности от основных помещений на расстояние более 1 км) следует предусмотреть:

- при сменной организации работ смена должна быть не менее двух человек;
- передвижные пункты для работающих с целью обогрева в зимнее время и защиты в период неблагоприятных погодных условий (теплушки, вагончики и т. д.).

Указанные пункты должны быть оборудованы рукомойниками, отоплением, освещением и обеспечены питьевой водой и аптечками.

14.3.9 Все помещения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения в соответствии с нормами и правилами [25].

14.3.10 Места расположения первичных средств пожаротушения должны быть на видных местах со свободным доступом.

14.4 Требования по предотвращению аварий в технологических процессах и травмирования персонала

14.4.1 Оборудование, узлы и агрегаты должны быть изготовлены согласно проекту и требованиям по безопасной эксплуатации. Технологические линии, запорная арматура, насосы и баковое оборудование выполнены из коррозионно-стойких материалов. Баковое оборудование (кроме колонн) снабжено датчиками уровня, которые автоматически включают (отключают) насосы.

Обязательно наличие резервных насосов на случай неисправности (поломки) действующих.

14.4.2 Электрооборудование должно быть изолировано, заземлено, снабжено автоматическими выключателями. Рабочее электрооборудование выполнено во взрывобезопасном исполнении. На электрощитах и в зонах прямого доступа к электрооборудованию вывешены предупредительные аншлаги.

14.4.3 В случае экстренной остановки (аварии) перерабатывающего комплекса участка КВ растворы перепускаются на циркуляцию штабеля, минуя узел переработки. УППР снабжена телефонными линиями для оповещения и оперативной передачи производственной информации, средствами пожаротушения, реагентами (содой или известью) для обезвреживания проливов растворов, а также медицинскими аптечками.

14.4.4 Ремонтно-механические, строительные работы, а также ведение технологических процессов осуществляют в соответствии с технологическим регламентом, инструкциями обслуживающего персонала, слесарей и инструкциями по технике безопасности с обязательным использованием СИЗ.

14.4.5 Обезвреживание проливов растворов заключается в нейтрализации их кислотности. Нейтрализация проходит по следующим реакциям:

$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$;

$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O$.

Данная реакция протекает с выделением тепла. Поэтому использование негашеной извести допускается лишь при незначительных проливах. При более значительных объемах для предотвращения разбрызгивания кислоты необходимо использовать известковое молоко.

14.4.6 Для обеспечения безопасности персонала при работе с кислотами, щелочами и другими агрессивными веществами участок работ должен быть оборудован аварийными душами, расположенными непосредственно в местах хранения реагентов (меланжа, кислоты, щелочи) или приготовления РР (десорбции, орошения и т. п). Аварийный душ оборудован системой педальной подачи воды.

14.5 Требования к мерам безопасности при ведении процесса, выполнении регламентных производственных операций

14.5.1 Обслуживающий персонал допускается на рабочее место в исправной специальной одежде. В процессе работы он необходимо использовать СИЗ: рукавицы, резиновые перчатки, защитные очки, прорезиненные фартуки, нарукавники, противогазы, респираторы. Обслуживающий персонал должен соблюдать требования правил внутреннего распорядка. Разрешается работать только при исправно действующей общеобменной и вытяжной вентиляции, на четко действующем оборудовании, уплотненных трубопроводах и запорной арматуре.

14.5.2 Запрещается эксплуатация оборудования без ограждений движущихся и вращающихся частей механизмов, без кожухов на фланцевых соединениях кислотных и паровых трубопроводов и оборудования с органической фазой.

14.5.3 Запрещается снятие защитных кожухов и подтяжка фланцевых соединений на трубопроводах до сброса давления.

14.5.4 Все розливы технологических продуктов должны быть убраны немедленно.

14.5.5 Люки аппаратов, кроме люков для наблюдения за процессом и отбора проб диаметром 200 мм, должны быть постоянно закрытыми. Аварийные емкости должны быть свободными, в случае их вынужденного заполнения следует принимать все необходимые меры к их немедленному освобождению.

14.5.6 При визуальном наблюдении за процессом в аппарате, отборе проб и других работах, при которых возможно попадание на тело и в глаза производственных продуктов, необходимо пользоваться СИЗ.

14.5.7 Работы по очистке и ремонту внутри емкостей проводят только по наряду-допуску на работы с повышенной опасностью.

14.5.8 В помещениях и на рабочих местах курение запрещается. Курение разрешено только в специально отведенных и оборудованных местах.

14.5.9 Каждый работник на своем рабочем месте должен следить за исправностью заземления от статического электричества средств пожаротушения.

14.5.10 Работы по ремонту и обслуживанию (набивка сальников, смена пальцев и т. д.) насосов, работающих в автоматическом режиме, разрешается проводить только после разборки схемы электродвигателя. Запрещается осуществлять подтяжку сальников, смазку и очистку движущихся частей насосов на ходу.

14.5.11 Технологические параметры процессов должны соответствовать утвержденной карте технологического режима.

14.5.12 Общеобменная вытяжная вентиляция должна обеспечивать содержание вредных и опасных примесей в атмосфере производственного помещения ниже предельно допустимых концентраций. На рабочих местах должен быть осуществлен периодический контроль воздуха на содержание вредных примесей и загрязнений оборудования.

14.5.13 Технологическое оборудование, аппараты, трубопроводы, запорная арматура должны быть исправны и уплотнены, а также должна быть обеспечена герметичность аппаратов и коммуникаций.

14.5.14 Установленные на рабочем месте (обслуживаемом участке) приборы КИПиА должны быть исправны и правильно отрегулированы.

14.5.15 Электрооборудование и аппаратура должны быть заземлены.

14.5.16 Движущиеся и вращающиеся механизмы и их части должны иметь ограждения.

14.5.17 Рабочие площадки, переходы и лестницы должны иметь ограждения: высота перил — 1,0 м с обшивкой по низу 0,15 м. Фланцевые соединения технологических продуктов и паропроводы должны быть закрыты, защищены кожухами. Сальниковые уплотнения насосов по перекачке агрессивных продуктов во время работы должны быть защищены (закрыты) щитками (полукожухами). На рабочих местах должны быть оборудованы краны и фонтанчики питьевой воды.

Приложение А
(рекомендуемое)

Рекомендации по исследованию керна, подземных вод и растворов

В таблицах А.1, А.2 представлены исследования керна и подземных вод и растворов соответственно.

Таблица А.1 — Исследование керна

Вид анализов	Объем опробования
Полные химические анализы: SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, CaO, MgO, MnO, Na_2O, K_2O, P_2O_5, $S_{общ}$, $C_{общ}$, $C_{орг}$, CO_2, U, Re, Sc, Mo, Ag, ΣTR	По две пробы из скважины; опробуется 10 % сооружаемых скважин
Радиометрические анализы	По шесть проб из скважины; опробуется 30 % сооружаемых скважин
Минералогические и петрографические анализы	По одной пробе из скважин; опробуется 3 % сооружаемых скважин (не менее одной пробы)
Гранулометрические анализы	По одной пробе из каждой литологической разности*; опробуется 30 % сооружаемых скважин
* Литологическая разность — осадочные породы, объединенные по литологическим признакам, гранулометрическому и минералогическому составу.	

Таблица А.2 — Исследование подземных вод и растворов

Вид анализов	Объем опробования
Полные химические анализы подземной воды. Технологические растворы	По одной пробе из скважин; опробуется 1 % сооружаемых скважин (не менее 1 пробы)
Полные химические анализы: pH, Eh, H_2SO_4, NO_3^-, SO_{42}^-, Cl^-, Na^+, K^+, Ca_2^+, Mg_2^+, Fe_2^+, Fe_3^+, ΣFe, Al_3^+, Si_4^+, U, Re, Sc, Mo, ΣTR, сухой остаток	По одной пробе один раз на этапе закисления из каждой вводимой в эксплуатацию откачной и наблюдательной скважины. По одной пробе один раз в год из каждой откачной и наблюдательной скважины, находящейся в эксплуатации
Сокращенные химические анализы: pH, Eh, H_2SO_4, NO_3^-, SO_{42}^-, Ca_2^+, Mg_2^+, Fe_2^+, Fe_3^+, ΣFe, Al_3^+, U, сухой остаток	По одной пробе один раз в месяц в течение этапа закисления из каждой вводимой в эксплуатацию откачной и наблюдательной скважины. По одной пробе один раз в полгода из каждой откачной и наблюдательной скважины, находящейся в эксплуатации
Химический анализ на pH, Eh, H_2SO_4, NO_3^-, SO_{42}^-, U	По одной пробе один раз в сутки из накопителей ПР и ВР. По одной пробе один раз в неделю из ПР каждого вводимого и находящегося в эксплуатации блока. По одной пробе один раз в месяц из каждой вводимой и находящейся в эксплуатации наблюдательной скважины
Химический анализ на Fe_2^+, Fe_3^+, ΣFe	По одной пробе один раз в неделю из накопителей ПР и ВР. По одной пробе один раз в месяц из ПР каждого вводимого и находящегося в эксплуатации блока. По одной пробе один раз в месяц из каждой вводимой и находящейся в эксплуатации наблюдательной скважины
Содержание механических взвесей	По одной пробе один раз в 10 дней из каждой вводимой и находящейся в эксплуатации откачной скважины. По одной пробе один раз в 10 дней из накопителей ВР

Приложение Б
(рекомендуемое)

Рекомендуемое оборудование при выполнении работ по бурению скважин и при погрузочно-разгрузочных и монтажных работах

В таблицах Б.1, Б.2 представлено рекомендуемое оборудование при выполнении буровых работ.

Таблица Б.1 — Перечень оборудования при буровых работах

Наименование оборудования	Вид работ, при которых использовано оборудование
Буровая установка	Бурение и сооружение скважин
Каротажная станция	Геофизические исследования в скважинах
Глиномешалка	Приготовление промывочных растворов
Цементировочный агрегат	Проведение изоляционных работ в скважине
Цементосмесительная машина	Приготовление тампонажных растворов
Автомобильный кран	Погрузка и монтаж бурового оборудования
Монтажно-ремонтный агрегат	Освоение и ремонт скважин
Экскаватор	Рытье зумфов для бурения скважин
Бульдозер	Планировка местности для перемещения буровых установок
Автомобильная цистерна	Снабжение буровых установок промывочной жидкостью, технической водой
Бортовой автомобиль	Перевозки бурового оборудования, инструментов и материалов
Передвижной компрессор	Освоение и очистка скважин
Сварочные агрегаты	Соединение металлических и полиэтиленовых труб
Станок для резки полиэтиленовых труб	Резка, торцовка полиэтиленовых труб и нарезание резьбы

Таблица Б.2 — Примерный состав оборудования для механизации погрузочно-доставочных и монтажных работ

Наименование оборудования	Вид работ, при которых использовано оборудование
Автомобильный кран	Монтаж и демонтаж трубопроводов
Экскаватор	Строительные работы при укладке трубопроводов, отгрузке отработанного штабеля
Бульдозер	Подготовка оснований под трассы трубопроводов, штабелей, планировка основания и поверхности штабеля, перемещение рудной массы на переделах рудоподготовки
Автопогрузчик	Погрузо-разгрузочные работы при рудоподготовке
Автомобиль	Перевозка грузов
Ремонтная мастерская на базе автомобиля	Обслуживание оборудования добычного комплекса
Передвижной самовсасывающий насос	Откачка технологических растворов
Передвижной компрессор	Ремонтные работы
Сварочные аппараты	Соединение металлических и полиэтиленовых труб
Станок для резки полиэтиленовых труб	Резка и торцовка полиэтиленовых труб

Приложение В
(рекомендуемое)

Определение толщины стенок трубопроводов

Толщину стенки трубопровода (номинальную) δ, см, вычисляют по формуле

$$\delta \geq \frac{n_q PD}{2R + n_q P}, \quad \text{(В.1)}$$

где n_q — коэффициент перегрузки рабочего давления в трубопроводе, принимаемый по таблице В.1;

P — рабочее (нормативное) давление в трубопроводе, МПа (кгс/см^2);

D — наружный диаметр трубы, см;

R — расчетное сопротивление материала труб, МПа (кгс/см^2), вычисляемое по формуле

$$R = R_н \cdot K_у \cdot K_с, \quad \text{(В.2)}$$

где $R_н$ — нормативное длительное сопротивление разрушению материалу труб из условия работы на внутреннее давление, МПа (кгс/см^2), определяемое по таблице В.2;

$K_у$ — коэффициент условий работы трубопровода, принимаемый по таблице В.3;

$K_с$ — коэффициент прочности соединения труб, принимаемый по таблице В.5.

Таблица В.1

Характер нагрузок и воздействий	Нагрузка и воздействие	Способ прокладки трубопровода		Коэффициент перегрузки n
		Подземный, наземный (в насыпи)	Надземный	
Постоянные	Масса трубопровода и обустройств	+	+	1,1(1)
	Давление грунта	+	–	1,2(0,8)
	Гидростатическое давление грунтовых вод	+	–	1,2(0,8)
Временные длительные	Внутреннее давление транспортируемого вещества	+	+	1,0
	Масса транспортируемого вещества	+	+	1,0 (0,9)
	Температурные воздействия	+	+	1,0
	Давление от нагрузок на поверхности грунта	+	–	1,4
Кратковременные	Нагрузки от колонн автомобилей	+	–	1,4
	Колесные или гусеничные нагрузки	+	–	1,1
	Нагрузки и воздействия, возникающие при монтаже и испытании трубопроводов	+	+	1,0
	Снеговая нагрузка	–	+	1,4
	Ветровая нагрузка	–	+	1,2
	Гололедная нагрузка	–	+	1,3

Таблица В.2

Срок службы трубопровода, лет	Температура, °С	Нормативное длительное сопротивление $R_н$, МПа			
		Материал труб			
		ПНД	ПВД	ПВХ	ПП
50	20	5,0	2,5	10,0	—
	30	3,2	1,6	8,0	—
	40	1,9	1,0	6,0	—
	50	—	0,6	3,5	—
	60	—	0,35	1,0	—
25	20	5,7	2,8	10,3	5,0
	30	3,8	2,0	8,3	3,9
	40	2,3	1,3	6,3	3,0
	50	—	0,8	3,7	2,3
	60	—	0,5	1,1	1,6
10	20	6,4	3,0	10,5	6,0
	30	4,5	2,4	8,5	4,6
	40	2,9	1,8	6,5	3,6
	50	1,6	1,2	3,9	2,8
	60	—	0,8	1,2	2,2
	80	—	—	—	1,0
5	20	6,8	3,2	10,7	6,6
	30	5,0	2,7	8,7	5,0
	40	3,4	2,1	6,7	4,0
	50	2,0	1,5	4,0	3,2
	60	1,2	1,0	1,3	2,5
	80	—	—	—	1,4
	100	—	—	—	0,6
1	20	7,4	3,6	11,0	7,0
	30	6,1	3,0	9,0	5,7
	40	4,8	2,5	7,0	4,5
	50	3,3	2,0	4,4	3,7
	60	2,0	1,5	1,6	3,0
	80	—	—	—	2,0
	100	—	—	—	1,1

Таблица В.3

Группа транспортируемых веществ	Категория трубопровода	Температура, °С	Коэффициент условий работы K_y										
			Материал труб										
			ПВД, ПНД				ПП			ПВХ			
			Тип труб										
			Л	СЛ	С	Т	Л	С	Т	СЛ	С	Т	ОТ
А,Б	II,III	20	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
		30	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
		40	—	—	0,4	0,5	0,3	0,3	0,45	—	0,4	0,4	0,4
		50	—	—	—	—	—	0,25	0,4	—	—	0,4	0,4
		60	—	—	—	—	—	0,2	0,3	—	—	—	0,4
В	IV	20	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3	0,3	0,35	0,4	0,4	0,4	0,6
		30	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3	0,3	0,35	0,4	0,4	0,4	0,6
		40	—	—	0,4	0,5	0,2	0,2	0,25	—	—	0,2	0,4
		50	—	—	—	—	—	0.2	0,2	—	—	—	—
		60	—	—	—	—	—	0,15	0,15	—	—	—	—
В	V	Независимо	1,0				1,0						

Группу транспортируемых веществ и категорию трубопроводов определяют в соответствии с таблицей В.4.

Таблица В.4

Группа	Транспортируемое вещество	Категория трубопроводов
А	Вредные, к которым материал труб химически стоек:	
	а) класс опасности 2, в том числе серная и соляная кислота, водные растворы едких щелочей	II
	б) класс опасности 3	II
Б	Легковоспламеняющиеся жидкости, горючие газы, горючие вещества, горючие жидкости, к которым материал труб химически стоек	III
В	Трудногорючие и негорючие, к которым материал труб:	
	а) химически относительно стоек	IV
	б) химически стоек	V

Класс опасности вредных веществ следует определять по ГОСТ 12.1.005 и ГОСТ 12.1.007.

Примечание — К вредным веществам класса опасности 4 следует относить: пожароопасные — к группе Б; негорючие — к группе В.

Группу и категорию трубопровода следует устанавливать по параметру, который требует его отнесения к более ответственной группе или категории.

Допускается повышать категорию для трубопроводов группы В, предназначенных для транспортировки веществ, перерывы в подаче которых могут привести к аварийной ситуации или остановке основного технологического процесса на объекте.

Таблица В.5

Способ соединения	Коэффициент прочности соединений K_C для различных материалов труб		
	ПНД, ПВД	ПП	ПВХ
Контактная сварка встык			
- для соединения труб и соединительных деталей	0,9—1,0	0,9—1,0	—
- изготовления тройников равнопроходных прямых и сегментных отводов	0,6—0,7	0,6—0,7	—
- изготовления тройников равнопроходных косых и равнопроходных прямых	0,3—0,4	0,3—0,4	—
Контактная сварка враструб для соединения труб и соединительных деталей	0,95—1,0	0,95—1,0	—
Склейка враструб для соединения труб и соединительных деталей	—	—	0,9—1,0
Экструзионная сварка (при V-образной разделке кромок):			
- для соединения труб	0,6	0,55	—
- изготовления тройников и сегментных отводов	0,3—0,4	0,3—0,4	
Газовая прутковая сварка (при V-образной разделке кромок):			
- для соединения труб	0,35	0,35	0,4
- изготовления тройников и сегментных отводов	0,15—0,20	0,15—0,20	0,20—0,25
На свободных фланцах, устанавливаемых:			
- на приваренных (приклеенных) к трубам втулках под фланец	0,9—1,0	0,9—1,0	0,9—1,0
- трубах с формованными утолщенными буртами	0,8—0,9	0,8—0,9	—
- трубах с отбортовкой	0,5—0,7	0,5—0,7	0,5—0,7

Приложение Г
(рекомендуемое)

Стационарные насосные станции

Г.1 Для перекачки технологических растворов на добычных комплексах СПВ следует предусматривать стационарные насосные станции. При наличии угрозы замерзания растворов и невозможности самостоятельного опорожнения трубопроводов после остановки насосов электроснабжение насосных станций должны выполнять по второй категории. При этом время переключения на резервный источник электроснабжения должно быть меньше времени замерзания растворов в трубопроводах (по расчету).

Насосные станции размещают на открытых площадках или в промышленных зданиях и выполняют наземными или заглубленными.

Г.2 Для транспортировки технологических растворов на добычных комплексах СПВ следует предусматривать стационарные насосные станции. Насосные станции выполняют отдельно стоящими или совмещенными с резервуарами технологических растворов.

Г.3 Размещение оборудования внутри насосной станции следует предусматривать на расстоянии не менее:

- между насосами или электродвигателями — 1 м;
- между насосами или электродвигателями и стеной в заглубленных помещениях — 0,7 м, в прочих — 1 м; при этом ширина прохода со стороны электродвигателя должна быть достаточной для демонтажа ротора;
- между неподвижными выступающими частями оборудования — 0,7 м;
- от фасада электрощита при напряжении не выше 660 В до частей здания или оборудования — 1 м, от открытой дверцы — 0,6 м;
- при напряжении 660 В и выше — от фасада электрощита до частей здания или оборудования — 1,5 м, от открытой дверцы — 0,6 м;
- расположение оборудования должно обеспечивать доступ для ремонта и обслуживания трубопроводной арматуры и трубопроводов.

Г.4 В насосных станциях следует предусматривать монтажную площадку, размеры которой должны обеспечивать проход шириной не менее 0,7 м вокруг установленного на ней оборудования с учетом габарита приближения крюка грузоподъемностью механизма к оборудованию.

Г.5 Высоту наземной части машинного зала (от уровня монтажной площадки до низа балок перекрытия) насосных станций следует определять в зависимости от транспортных средств, высоты агрегата, длины строп (принимаемой от 0,5 до 1 м), расстояния от монтажной площадки до агрегата (не более 0,3 м) и габарита подъемно-транспортного оборудования от крюка до низа балок покрытия.

Г.6 Для эксплуатации оборудования, арматуры и трубопроводов в насосных станциях следует применять электрическое подъемно-транспортное оборудование.

Г.7 Полы и каналы в машинном зале следует предусматривать с уклоном к сборному приямку.

На фундаментах под насосы следует предусматривать бортики, желобки и трубки для отвода воды.

При невозможности самотечного отвода воды из приямка следует предусматривать дренажные насосы согласно СП 31.13330.2012 (пункт 10.17).

Г.8 В насосной станции кроме рабочих агрегатов следует предусматривать резервные, количество которых определяют в соответствии с СП 31.13330.2012.

Г.9 В насосных станциях следует предусматривать прокладку трубопроводов над поверхностью пола с устройством мостика над трубопроводами и обеспечением подхода к задвижкам.

Г.10 К каждому насосу должна быть предусмотрена отдельная всасывающая труба.

Г.11 Расстояние от всасывающей трубы до дна и стен всасывающего колодца необходимо принимать из расчета скорости подхода раствора к трубе, но не более скорости движения раствора во входном сечении.

Г.12 Трубопроводы внутри насосных станций должны быть изготовлены из коррозионно-стойких стальных труб.

Г.13 На напорном трубопроводе каждого насоса следует предусматривать установку между насосом и задвижкой обратного клапана.

Г.14 Насосы должны быть предохранены от воздействия на них усилий, возникающих в напорных трубопроводах.

Г.15 В машинных залах насосных станций агрессивных технологических растворов необходимо предусматривать коррозионно-стойкую защиту конструкций (полов, фундаментов и др.).

Г.16 Насосы и оборудование, устанавливаемые в насосных станциях, должны быть выбраны в зависимости от физико-химических свойств (агрессивности, температуры) технологических растворов.

Библиография

[1] Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию (утв. постановлением Правительства России от 16 февраля 2008 г. № 87)

[2] Требования к структуре и оформлению проектной документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых, ликвидацию и консервацию горных выработок и первичную переработку минерального сырья (утв. приказом Минприроды России от 25 июня 2010 г. № 218)

[3] Закон Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. № 2395-1 «О недрах»

[4] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

[5] Положение о подготовке, согласовании и утверждении технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с пользованием участками недр, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами (утв. Постановлением Правительства России от 3 марта 2010 г. № 118)

[6] Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (утв. приказом Минприроды России от 11 декабря 2006 г. № 278)

[7] Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (утв. распоряжением Минприроды России от 5 июня 2007 г. № 37-р)

[8] Порядок постановки запасов полезных ископаемых на государственный баланс и их списания с государственного баланса (утв. приказом Минприроды России от 6 сентября 2012 г. № 265)

[9] Инструкция по гамма-каротажу при поисках и разведке урановых месторождений. — М: Министерство геологии СССР, 1987.

[10] Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы от 7 июля 2009 г. № 2.6.1.2523-09 — Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009

[11] Санитарно-эпидемиологические правила от 26 апреля 2010 г. № 2.6.1.2612-10 — Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)

[12] ФНП в области промышленной безопасности от 15 декабря 2020 г. № 534 — Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности

[13] Федеральный закон от 11 июля 2011 г. № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

[14] ФНП в области использования атомной энергии «Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения» (НП-058-14) (утв. приказом Ростехнадзора от 5 августа 2014 г. № 347)

[15] ФНП в области использования атомной энергии «Критерии приемлемости радиоактивных отходов для захоронения» (НП-093-14) (утв. приказом Ростехнадзора от 15 декабря 2014 г. № 572)

[16] Критерии отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам. Критерии отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам. Критерии классификации удаляемых радиоактивных отходов (утв. Постановлением Правительства России от 19 октября 2012 г. № 1069)

[17] Положение о порядке организации системы государственного учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов (утв. Постановлением Правительства России от 15 июня 2016 г. № 542)

[18] ФНП в области использования атомной энергии «Основные правила учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации» (НП-067-16) (утв. приказом Ростехнадзора от 28 ноября 2016 г. № 503)

[19] Руководство по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» (утв. приказом Ростехнадзора от 27 декабря 2012 г. № 784)

[20] ФНП в области промышленной безопасности от 11 декабря 2020 г. № 517 — Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов

[21] Строительные нормы от 22 апреля 1982 г. № 550-82 — Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб

[22] Строительные нормы от 4 августа 1980 г. № 527-80 СН 527-80 — Инструкция по проектированию технологических стальных трубопроводов P_y до 10 МПа

[23] ВСН 011-88/Миннефтегазстрой Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Очистка полости и испытание

[24] Правила устройства электроустановок (ПУЭ) (утв. приказом Минэнерго России от 8 июля 2002 г. № 204)

[25] Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла (ОПБ ОЯТЦ)» (НП-016-05) (утв. постановлением Ростехнадзора от 2 декабря 2005 г. № 11)

[26] ФНП в области промышленной безопасности от 7 декабря 2020 г. № 500 — Правила безопасности химически опасных производственных объектов

[27] ФНП в области промышленной безопасности от 15 декабря 2020 г. № 533 — Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств

[28] ФНП в области промышленной безопасности от 15 декабря 2020 г. № 536 — Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением

[29] ПБ от 05 июня 2003 г. № 03-581-03 — Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов

[30] Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ

[31] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утв. приказом Минэнерго России от 13 января 2003 г. № 6)

[32] Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утв. Постановлением Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479)

[33] Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы от 28 января 2021 г. № 2.1.3684-21 — Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий

[34] Правила эксплуатации установок очистки газа (утв. приказом Минприроды России от 15 сентября 2017 г. № 498)

УДК 621.6.075:006.354 ОКС 27.120.30

Ключевые слова: выщелачивание, нормы проектирования, уранодобывающее производство, добыча урана, скважинное выщелачивание, кучное выщелачивание

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 09.12.2021. Подписано в печать 27.12.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 8,37. Уч.-изд. л. 7,11.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru