ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70519— 2022

ХВОСТОХРАНИЛИЩА ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ УРАНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Нормы проектирования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

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 8 декабря 2022 г. № 1456-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 «Институт стандартизации», 2022

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 2
4 Общие положения 3
5 Общие нормы проектирования 4
6 Системы гидротранспорта хвостов 9
7 Системы оборотного водоснабжения 14
8 Система водосбросных сооружений 16
9 Мероприятия по охране окружающей среды 16
10 Радиационная безопасность 17
11 Нормы технологического проектирования эксплуатации хвостохранилищ 18
12 Вывод из эксплуатации хвостохранилищ 23
Приложение А (справочное) Гидравлический расчет гидротранспорта хвостов 25
Приложение Б (справочное) Тепловой расчет пульпопровода 27
Библиография 29

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ХВОСТОХРАНИЛИЩА ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ УРАНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Нормы проектирования

Tailings of storage facilities of the uranium mining industry.
Process design norms

Дата введения — 2023—04—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на проектирование новых и реконструкцию действующих намывных, наливных и комбинированных хвостохранилищ (с доставкой в них хвостов средствами гидротранспорта и с организацией оборотного водоснабжения) гидрометаллургических заводов (ГМЗ) предприятий по добыче и переработке урановых руд (далее — уранодобывающие предприятия).

1.2 Настоящий Стандарт не распространяется на проектирование сооружений по очистке промышленных стоков и сооружений для складирования сухих хвостов ГМЗ уранодобывающих предприятий.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 19179 Гидрология суши. Термины и определения

ГОСТ 19185 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 32388 Трубопроводы технологические. Нормы и методы расчета на прочность, вибрацию и сейсмические воздействия

ГОСТ Р 50996 Сбор, хранение, переработка и захоронение радиоактивных отходов. Термины и определения

ГОСТ Р 56828.35 Наилучшие доступные технологии. Водопользование. Термины и определения

ГОСТ Р 58916 Технологический инжиниринг и проектирование. Термины и определения

ГОСТ Р 59071 Охрана окружающей среды. Недра. Термины и определения

ГОСТ Р 59638 Системы пожарной сигнализации. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность

ГОСТ Р МЭК 62682 Системы аварийной сигнализации для обрабатывающей промышленности

СП 33-101 Определение основных расчетных гидрологических характеристик

СП 33.13330 «СНиП 2.04.12-86 Расчет на прочность стальных трубопроводов»

СП 37.13330.2012 «СНиП 2.05.07-91* Промышленный транспорт»

СП 39.13330 «СНиП 2.06.05-84* Плотины из грунтовых материалов»

СП 45.13330 «СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты»

СП 58.13330 «СНиП 33-01-2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения»

СП 61.13330 «СНиП 41-03-2003* Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

СП 290.1325800 «Водопропускные гидротехнические сооружения (водосбросные, водоспускные и водовыпускные). Правила проектирования»

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодному информационному

Издание официальное

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 19179, ГОСТ 19185, ГОСТ Р 50996, ГОСТ Р 56828.35, ГОСТ Р 58916, ГОСТ Р 59071, нормам [1], а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **аварийная емкость:** Бассейн, предназначенный для приема и временного хранения хвостовой пульпы при возникновении аварии.

3.2 **боковая призма:** Внешняя часть намывной карты хвостохранилища, образованная из крупных фракций хвостов путем их естественной раскладки в процессе намыва, удерживающая иловые фракции и воду пруда-отстойника от растекания.

3.3 **гидротранспорт хвостов:** Транспортирование хвостов в виде хвостовой пульпы по напорному или безнапорному пульпопроводу.

3.4 **дамба обвалования:** Дамба (земляной вал), отсыпаемая(ый) из хвостов или грунта на пляже намыва для ограждения ярусов намыва от растекания пульпы.

3.5 **диафрагма плотины:** Противофильтрационное устройство внутри плотины, выполненное в виде стенки из негрунтовых материалов (бетона, железобетона, металла, дерева или полимерных пленочных материалов).

3.6 **завод:** Комплекс производственных, вспомогательных, складских и транспортных зданий и сооружений, объединенных единой технологией в уранодобывающее предприятие.

3.7 **зумпф:** Емкость внутри пульпонасосной станции для приема и распределения хвостовой пульпы.

3.8 **карта хвостохранилища:** Часть хвостохранилища, выделенная плотиной или дамбой для отдельного заполнения.

3.9 **комбинированное хвостохранилище:** Хвостохранилище, включающее элементы наливного и намывного хвостохранилищ.

3.10 **критическая скорость движения пульпы:** Скорость в пульпопроводе, предшествующая началу отложения хвостов.

3.11 **магистральный пульпопровод:** Пульпопровод, проложенный от уранодобывающего предприятия до хвостохранилища.

3.12 **нагорный канал:** Канал, расположенный в верхнем бьефе выше по рельефу, чем отметка заполнения хвостохранилища, и предназначенный для сброса воды в нижний бьеф.

3.13 **наливное хвостохранилище:** Хвостохранилище, плотина которого возводится из грунта карьера на полную высоту или по очередям строительства.

3.14 **намывное хвостохранилище:** Хвостохранилище, плотина которого возводится в основном из хвостов в процессе его заполнения.

3.15 **насосная станция оборотного водоснабжения:** Насосная станция для откачки оборотной воды из хвостохранилища.

3.16 **обратный фильтр:** Совокупность двух или более слоев несвязных грунтов, уложенных в порядке возрастания крупности частиц по отношению к направлению фильтрационного потока воды, с целью предотвращения выноса частиц грунта.

3.17 **осветленная вода:** Хвостовая вода, которая после отстаивания в пруде-отстойнике содержит минимальное количество мелких взвесей.

3.18 **пляж намыва:** Поверхность хвостохранилища, по которой в процессе намыва стекает пульпа или осветленная вода.

3.19

предприятие по добыче, переработке урановых и ториевых руд: Совокупность основных промышленных производств и вспомогательных объектов, обеспечивающих законченный технологический цикл добычи и переработки урановых и ториевых руд (шахты, рудники, карьеры, геологоразведочные подземные выработки, комплексы подземного выщелачивания, гидрометаллургические заводы, обогатительные фабрики, рудообогатительные фабрики).

[[2], приложение № 2]

3.20 **противофильтрационная завеса:** Искусственная преграда на пути потока подземных вод.

3.21 **пульпонасосная станция:** Насосная станция, предназначенная для перекачки хвостовой пульпы.

3.22

пульпопровод: Трубопровод или лоток для транспортирования пульпы.

[ГОСТ 17520—72, пункт 18]

3.23 **перепад:** Гидротехническое сооружение (открытое ступенчатое или консольное, полунапорное и напорное) для сопряжения безнапорных участков водовода (водоема), расположенных на разных уровнях, в котором поток содержащейся воды движется непосредственно по сооружению.

3.24 **пруд-отстойник:** Водоем внутри хвостохранилища, служащий для осаждения наиболее мелких фракций хвостов и отстаивания хвостовой воды.

3.25 **распределительный пульпопровод:** Пульпопровод, проложенный по периметру хвостохранилища (или его части) для организации равномерного распределения хвостов.

3.26

рекультивация (реабилитация) **загрязненной территории:** Проведение комплекса инженерных, санитарно-гигиенических и иных технических и организационных мероприятий, осуществляемых в рамках эксплуатации и (или) вывода из эксплуатации предприятий по добыче и переработке урановых и ториевых руд и направленных на исключение радиационного воздействия, обусловленного радиоактивным загрязнением территории, на работников (персонал), население и окружающую среду и вовлечение данной территории в хозяйственный оборот.

[[2], приложение № 2]

3.27

стена в грунте: Искусственно выполненная противофильтрационная или несущая конструкция из бетона или железобетона в грунте.

[СП 45.13330.2017, пункт 3.40]

3.28 **фронт намыва:** Часть контура хвостохранилища, в пределах которого производится выпуск пульпы из распределительного пульпопровода.

3.29 **хвостовая вода:** Вода, являющаяся жидкой составляющей хвостовой пульпы, содержащая в растворенном виде соли и часть реагентов, использованных в процессе переработки полезных ископаемых.

3.30 **хвостовая пульпа:** Смесь хвостов и воды (хвостовой воды), обладающая подвижностью (текучестью).

3.31 **хвосты:** Измельченные твердые отходы, получаемые в процессе переработки полезных ископаемых.

3.32 **чаша хвостохранилища:** Объем (емкость), образованный(ая) естественными склонами и (или) ограждающими сооружениями хвостохранилища.

3.33 **экран (плотины, дамбы):** Противофильтрационное сооружение из водонепроницаемых материалов, располагаемое по верхнему откосу плотин или дамб.

3.34 **ярус намыва:** Толща (слой) хвостовых отложений, намытых с одного положения распределительного пульпопровода.

4 Общие положения

4.1 Складирование хвостов является заключительной операцией в технологическом процессе переработки руд, а хвостохранилище — частью ГМЗ уранодобывающего предприятия.

4.2 Хвостохранилище предназначается для организованного складирования и хранения хвостов ГМЗ, отстоя и осветления хвостовой воды.

4.3 Хвосты, содержащие полезные компоненты, которые планируется впоследствии извлекать, следует складировать в отдельном хвостохранилище таким образом, чтобы обеспечить в будущем их удобную разработку.

4.4 Хвостохранилище ГМЗ, как правило, состоит:

- из чаши хвостохранилища;
- плотины хвостохранилища;
- системы гидротранспорта хвостов;
- системы оборотного водоснабжения;
- системы водосбросных сооружений;
- вспомогательных сооружений (бытовые и складские помещения, автомобильные дороги, линии электропередач и связи и т. п.).

4.5 К основным сооружениям хвостохранилищ относят плотины и водосбросные (водоотводящие) сооружения, разрушение которых может привести к остановке производства или к существенному снижению производительности.

4.6 Ко второстепенным сооружениям хвостохранилищ относят сооружения, прекращение работы или разрушение которых не влечет за собой остановку уранодобывающего предприятия или снижение его производительности. К таким сооружениям могут быть отнесены берегоукрепительные сооружения, служебные мостики, склады, бытовые помещения и т. п.

4.7 Проектирование хвостохранилищ следует проводить в соответствии с требованиями кодекса [3], положения [4], закона [5].

4.8 Проектированию хвостохранилищ должны предшествовать инженерные изыскания и анализ результатов эксплуатации действующих хвостохранилищ.

4.9 Проектную документацию на строительство, капитальный ремонт, реконструкцию хвостохранилищ разрабатывают на основании задания на проектирование.

4.10 Для проектируемых хвостохранилищ должны быть определены последствия разрушения их ограждающих и водосбросных сооружений (плотин, дамб), дренажных и противофильтрационных устройств, а также границы зон возможного затопления территорий, загрязнения подземных и поверхностных вод и окружающего воздуха.

4.11 Для гидротехнических сооружений хвостохранилищ должны быть разработаны декларации безопасности в зависимости от их классов в соответствии с законом [6].

4.12 Эксплуатация хвостохранилищ должна быть осуществлена в соответствии с утвержденным проектом. Изменения и отступления от утвержденного проекта подлежат согласованию с организацией, разработавшей проект, и с федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим государственный санитарно-эпидемиологический надзор на объектах по добыче и переработке урановой руды.

4.13 Средства измерений и методики выполнения измерений, применяемые при проектировании и предусмотренные в проектной документации хвостохранилищ, должны соответствовать метрологическим требованиям [7].

5 Общие нормы проектирования

5.1 Размещение хвостохранилищ

5.1.1 Хвостохранилища размещают на удалении от промышленных предприятий и населенных пунктов с учетом направления движения подземных вод.

5.1.2 Вокруг хвостохранилищ устанавливают санитарно-защитные зоны (СЗЗ) и зоны наблюдения.

Требования к порядку установления СЗЗ и зон наблюдения, к обоснованию их размеров, условиям эксплуатации установлены санитарными правилами [8], [9].

5.1.3 Выбор площадки под хвостохранилище следует производить с учетом геоморфологических, инженерно-геологических, гидрогеологических, гидрологических, метеорологических, сейсмотектонических и демографических условий района.

5.1.4 Хвостохранилища рекомендуется размещать в замкнутых котловинах, отработанных карьерах, балках и оврагах с целью уменьшения протяженности и объема плотин.

5.1.5 Для организации самотечной системы гидротранспорта хвостохранилища следует располагать ниже по рельефу, чем ГМЗ, избегая размещения на площадках, расположенных над населенными пунктами и водозаборами.

5.1.6 В качестве основания хвостохранилищ предпочтение следует отдавать малопроницаемым скальным или глинистым грунтам. Не допускается размещение или примыкание хвостохранилищ к оползневым участкам склонов или осыпям без специальных мероприятий, обеспечивающих их устойчивость.

5.1.7 Размещение хвостохранилищ проектируют с учетом норм и правил [10], [11].

5.2 Типы хвостохранилищ

5.2.1 В зависимости от рельефа площадки размещения, хвостохранилища разделяют на следующие типы:

- овражно-балочные, располагаемые в оврагах или балках, перегороженных плотиной;
- равнинные, располагаемые на ровной местности со строительством плотин по всему периметру;
- косогорные, располагаемые на косогорах и ограждаемые плотинами с трех (иногда двух) сторон;
- котловинные, которые располагают в замкнутых котловинах или отработанных карьерах и которые не требуют возведения плотин.

Примечание — Тип хвостохранилища следует обозначать по определенным признакам, например: «намывное, овражно-балочное», «наливное, косогорное» и т. п.

5.2.2 В зависимости от способа возведения плотины или дамбы хвостохранилища разделяют:

- на намывные хвостохранилища, плотины (или дамбы) которых возводят, в основном, из хвостов в процессе их заполнения;
- наливные хвостохранилища, плотины (или дамбы) которых возводят из грунта карьера сразу на полную высоту или по очередям строительства;
- комбинированные хвостохранилища, плотины (или дамбы) которых возводят двумя вышеназванными способами, причем из карьерного грунта может возводиться часть профиля плотины (или дамбы), или полный профиль на части периметра плотины (или дамбы).

5.2.3 Ввиду меньших затрат на отсыпку карьерного грунта предпочтение следует отдавать намывным и комбинированным хвостохранилищам. Наливные хвостохранилища следует проектировать в случае невозможности строительства намывного или комбинированного хвостохранилища с учетом обоснования.

5.2.4 Пригодность хвостов для намыва следует оценивать с учетом способа возведения хвостохранилища, гранулометрического состава, отношения фронта намыва к занимаемой площади, интенсивности и параметров намыва.

5.2.5 При намывном способе складирования возможны варианты обогащения хвостов гидроциклонированием, добавлением песка из карьера, отработанных карт хвостохранилищ или золошлаковыми материалами.

5.2.6 Намыв глинистых хвостов следует проводить с малой интенсивностью с послойным высушиванием намытых отложений. Особенно эффективно с целью ускорения консолидации разделение хвостохранилища на карты намыва и поочередное их заполнение (с периодическим «отдыхом») на высоту одного яруса намыва.

5.2.7 В суровых климатических условиях сооружают комбинированное хвостохранилище, состоящее из двух карт — основной и резервной. При отрицательных температурах хвосты складируют в резервную емкость, из которой в период положительных температур хвосты перемещают в основную емкость для совместного хранения с хвостами, поступающими с уранодобывающего предприятия, и для намыва боковой призмы. Возведение основной карты хвостохранилища производят с технологическим перерывом на период отрицательных температур.

Примечание — Характерными особенностями районов с суровым климатом являются отрицательная среднегодовая температура воздуха, продолжительная суровая зима, наличие в основании сооружений многолетнемерзлых грунтов с периодически оттаивающим верхним слоем, наличие термокарста, наледей, морозного пучения, морозобойных трещин, оплывов, крупных ледяных включений в массивах грунта.

5.3 Класс капитальности хвостохранилищ

5.3.1 Класс капитальности хвостохранилища и основных сооружений хвостохранилища определяют в зависимости от высоты плотины согласно данным, приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Класс капитальности	Высота плотины, м	Степень ответственности сооружения и последствия его возможного разрушения
I	Более 50	Особо ответственные, авария которых сопряжена с катастрофическими последствиями для населенных пунктов и уранодобывающих предприятий, а также с загрязнением водотоков и водоемов, используемых для питьевого водоснабжения

Окончание таблицы 1

Класс капитальности	Высота плотины, м	Степень ответственности сооружения и последствия его возможного разрушения
II	От 35 до 50	Ответственные, авария которых сопряжена с катастрофическими последствиями для населенных пунктов и уранодобывающих предприятий, с загрязнением сельскохозяйственных угодий, водотоков и водоемов
III	От 15 до 35	Малоответственные, авария которых не вызовет значительных последствий для населенных пунктов и уранодобывающих предприятий, приведет к загрязнению территорий, не имеющих хозяйственного значения
IV	Менее 15	Малоответственные, расположенные в пустынной или незастроенной местности, авария которых приведет к загрязнению территорий, не пригодных к использованию

5.3.2 Класс капитальности второстепенных сооружений определяют в соответствии с данными, приведенными в таблице 2.

Таблица 2

Класс капитальности сооружений	
основных	второстепенных
I	II—III
II	III—IV
III	IV
IV	IV

5.3.3 Класс капитальности хвостохранилища допускается повышать на единицу, если:

- хвостохранилище расположено в неблагоприятных инженерно-геологических или геоморфологических условиях;
- в случае возникновения аварии ликвидация последствий такой аварии потребует дорогостоящих мероприятий или продолжительного периода времени для их выполнения;
- авария хвостохранилища может привести к длительному простою уранодобывающего предприятия.

5.3.4 Класс капитальности хвостохранилища допускается понижать на единицу, если:

- хвостохранилище расположено в стороне от населенных пунктов, промышленных предприятий и сельскохозяйственных угодий;
- имеется резервная емкость или хвостохранилище разделено на карты, что позволит не останавливать уранодобывающее предприятие в случае аварии на хвостохранилище;
- авария хвостохранилища не нанесет значительного ущерба уранодобывающему предприятию и не вызовет длительного простоя такого предприятия;
- хвостохранилище расположено в благоприятных инженерно-геологических или геоморфологических условиях.

5.3.5 Объем хвостохранилища, необходимый для складирования хвостов, V_x, м^3, вычисляют по формуле

$$V_x = \frac{MmT}{\gamma_c \eta} + V_{пр}; \quad (1)$$

где M — масса хвостов, поступающих в хвостохранилище в течение суток, кг;

m — количество рабочих дней в году;

T — период эксплуатации, год;

γ_c — плотность сухих хвостов, кг/м^3;

η — коэффициент заполнения хвостохранилища, принимаемый по данным таблицы 3;

$V_{пр}$ — объем пруда-отстойника, м^3.

Таблица 3

Объем хвостохранилища, млн м^3	Коэффициент заполнения хвостохранилища η	
	намывного	наливного
Менее 1	0,75	0,80
От 1 до 10	0,80	0,85
От 10 до 30	0,85	0,90
Более 30	0,90	0,95

5.4 Плотина хвостохранилища

5.4.1 Проектирование плотин наливных хвостохранилищ следует проводить в соответствии с СП 58.13330, СП 39.13330, с учетом конкретных условий заполнения хвостохранилищ (пригрузка хвостами верхового откоса плотины, фильтрационные свойства хвостов, их минералогический и химический составы и т. д.). Возведение плотины очередями также следует учитывать при выборе конструкции плотины.

5.4.2 Ширина гребня плотины наливного хвостохранилища должна быть не менее 6 м, при прокладке по гребню плотины распределительного пульпопровода ширина гребня плотины должна быть не менее 8 м.

5.4.3 Между плотиной и прудом-отстойником следует предусматривать создание пляжа из хвостовых отложений. Устройство верхового откоса плотины наливного хвостохранилища обосновывают отдельно.

5.4.4 Карьер грунта для возведения плотины рекомендуется располагать в чаше хвостохранилища для увеличения его полезной емкости.

5.4.5 Для увеличения плотности и прочности хвостов, намытых в плотину хвостохранилища, рекомендуется предусматривать:

- уплотнение намытых хвостов (различными способами);
- попеременный намыв с «отдыхом» нескольких карт;
- электрохимическое закрепление намытых хвостов (электроосмос).

5.4.6 Если крупных фракций (более 0,05 мм) в составе хвостов недостаточно для намыва полного объема плотины хвостохранилища, рекомендуется устройство комбинированного хвостохранилища. Полный профиль плотины из карьерного грунта на части периметра хвостохранилища целесообразно предусматривать для равнинных и косогорных хвостохранилищ. Возведение части профиля плотины из хвостов и части из карьерного грунта может быть целесообразно для всех типов хвостохранилищ.

5.4.7 Для сокращения объема насыпи из карьерного грунта в плотинах комбинированных хвостохранилищ рекомендуется использовать грунтобетон, армированный грунт, подпорное сооружение из грунта и полимерной пленки (или геотекстиля).

При отсыпке карьерного грунта на намытые ранее хвосты следует использовать геотекстиль в качестве переходного слоя.

5.4.8 Выделение крупных фракций хвостов при проектировании плотин комбинированного хвостохранилища наряду с гравитационными способами рекомендуется проводить с помощью гидроциклонов непосредственно на хвостохранилище. Гидроциклоны рекомендуется использовать в том числе при незначительных (не более 5 % от общей массы) содержаниях крупных фракций хвостов.

5.5 Дренаж и дренажные насосные станции

5.5.1 Дренаж хвостохранилища служит:

- для снижения избыточного порового давления, возникающего при интенсивной отсыпке плотины (дамбы) в ее теле или основании;
- увеличения скорости осадки тела и основания хвостохранилища;
- перехвата и возврата фильтрующей воды плотины (дамбы) и основания хвостохранилища;
- повышения устойчивости плотины (дамбы) и предотвращения возникновения фильтрационных деформаций в теле и основании хвостохранилища;
- защиты противофильтрационных экранов на дне и откосах чаши хвостохранилища от разрушения грунтовыми водами в период строительства и начала эксплуатации.

5.5.2 Дренаж, как правило, включает в себя водоприемные, защитные и водоотводящие устройства.

5.5.3 При проектировании дренажа хвостохранилищ следует предусматривать меры по предотвращению протечек из хвостохранилищ в поверхностные и подземные водные объекты и на поверхность земли.

5.5.4 Фильтрационными расчетами следует определять:

- положение депрессионной поверхности фильтрационного потока в теле плотины хвостохранилища и в берегах;
- границы возможного ореола загрязнения подземных вод хвостовой водой;
- потери воды хвостохранилища через плотину и основание хвостохранилища;
- напор (или градиент) фильтрационного потока в теле плотины и основании, а также в местах выхода фильтрационного потока в дренаж и на границах противофильтрационных элементов.

5.5.5 При проектировании намывных и комбинированных хвостохранилищ в фильтрационных расчетах следует учитывать анизотропность фильтрационных свойств хвостов, намытых в плотину. В расчетных схемах горизонтальный масштаб уменьшается в N раз и вычисляется по формуле

$$N = K_{ф.гор}/K_{ф.верт}, \quad (2)$$

где $K_{ф.гор}$, $K_{ф.верт}$ — коэффициенты фильтрации хвостовых отложений в горизонтальном и вертикальном направлениях соответственно.

5.5.6 Дренаж и обратные фильтры плотины хвостохранилища следует выбирать с учетом СП 39.13330.

5.5.7 Предпочтение следует отдавать трубчатым дренажам из химически стойких труб с обратными фильтрами из полимерных материалов.

5.5.8 Для плотин хвостохранилищ I и II классов капитальности допускают устройство дренажа в виде проходного коллектора.

5.5.9 Для устранения последствий химической кольматации обратных фильтров солями, выпадающими из хвостовой воды, необходимо предусматривать мероприятия по регенерации дренажей путем обработки их прифильтровой зоны специальными растворами.

5.5.10 Дренажная насосная станция служит для приема воды хвостохранилища из дренажа и возвращения ее в хвостохранилище или в систему оборотного водоснабжения.

5.5.11 Для дренажной насосной станции следует предусматривать резервуар для сбора воды хвостохранилища.

5.5.12 Работу дренажной насосной станции следует автоматизировать. Включение и выключение насосов должны быть проведены по уровню воды в резервуаре.

5.5.13 Для дренажной насосной станции следует предусматривать аварийно-предупредительную и пожарную сигнализации, а также телефонную связь с диспетчерской.

Аварийно-предупредительную и пожарную сигнализации проектируют в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62682, ГОСТ Р 59638.

5.6 Противофильтрационные устройства

5.6.1 Противофильтрационные устройства хвостохранилищ следует проектировать в соответствии с СП 39.13330, СП 45.13330, с учетом норм [12].

5.6.2 При проектировании противофильтрационных устройств хвостохранилищ следует учитывать химический и радионуклидный составы хвостовой воды. Воздействие хвостовой воды на материал противофильтрационного устройства не должно приводить к увеличению его водопроницаемости.

5.6.3 Конструкцию противофильтрационного устройства необходимо выбирать с учетом наличия глинистых грунтов и влияния хвостовой воды на подземные и поверхностные воды.

5.6.4 При близком залегании водоупора рекомендуется устраивать:

- выступ, связанный с фундаментом и заглубленный в основание, служащий для увеличения устойчивости плотины;
- противофильтрационную завесу методом «стена в грунте».

При глубоком залегании водоупора, где устройство «стены в грунте» невозможно, необходимо устраивать цементационные завесы.

5.6.5 Для создания противофильтрационных устройств применяют глинистые грунты, полиэтиленовые пленки, асфальтобетон, бетон, железобетон.

5.6.6 В случае применения противофильтрационных экранов из пленок, при условии обеспечения поставки, предпочтение следует отдавать тем видам пленок, которые не требуют отсыпки защитного слоя из грунта.

Если защитный слой входит в конструкцию экрана, он должен быть устойчивым к воздействию ветровых волн, которые могут образоваться в пруде-отстойнике хвостохранилища.

5.6.7 Когда вода хвостохранилища содержит токсичные вещества, следует устраивать двухслойный экран.

Возможно также применение противофильтрационной завесы, основанной на принципе создания гидравлического барьера.

5.6.8 Допускается использовать хвосты для устройства противофильтрационного и защитного слоев экрана.

При этом хвосты должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к грунтам, указанным в нормах [12].

5.6.9 Допускается устройство комбинированной противофильтрационной диафрагмы плотины из буронабивных свай с инъекционной завесой.

5.7 Устойчивость откосов плотин хвостохранилищ

5.7.1 Расчеты устойчивости откосов плотин хвостохранилищ следует выполнять в соответствии с СП 39.13330.

5.7.2 При оценке устойчивости верхового откоса наливного хвостохранилища следует учитывать пригрузку откоса хвостовыми отложениями.

5.7.3 Откосы плотин сооружают из слоев, содержащих армирующую основу из стеклоткани, оплавляющую мастику, оплавляющую битумную мастику и полиэтиленовую пленку.

6 Системы гидротранспорта хвостов

6.1 Общие положения

6.1.1 Систему гидротранспорта хвостов следует проектировать в соответствии с СП 37.13330.2012 (глава 8).

6.1.2 Система гидротранспорта хвостов состоит из следующих сооружений:

- пульпопроводы;
- аварийные емкости;
- пульпонасосные станции.

6.1.3 Системы гидротранспорта хвостов по характеру своей работы разделяют на безнапорные и напорные. Напорные системы гидротранспорта могут быть напорно-самотечными и напорно-принудительными. Возможна комбинированная схема системы гидротранспорта хвостов.

6.1.4 Пульпопроводы в системах гидротранспорта хвостов разделяют на магистральные и распределительные.

Магистральные служат для гидротранспорта хвостов от уранодобывающего предприятия до хвостохранилища, распределительные — для гидротранспорта хвостов в пределах периметра хвостохранилища.

6.1.5 Прокладку магистральных пульпопроводов следует предусматривать в несколько веток — рабочих и резервных.

Количество веток магистральных пульпопроводов принимают:

- при самотечном и напорно-самотечном гидротранспорте — две ветки (одна рабочая, другая резервная);
- напорном гидротранспорте — в соответствии с расчетом в каждом конкретном случае (но не менее двух).

6.1.6 Хвостовую пульпу, перед подачей на хвостохранилище, при необходимости, допускается подвергать предварительному сгущению (увеличению консистенции) на специальных установках (гидроциклонах) или сгустителях.

6.1.7 Хвостовая пульпа перед ее складированием в хвостохранилище должна быть нейтрализована (кондиционирована) с приведением уровня pH к нейтральному.

6.2 Исходные данные и расчетные параметры

6.2.1 Для проектирования системы гидротранспорта хвостов необходимо иметь данные в объеме технического задания и материалы топографических, инженерно-геологических, гидрологических и экологических изысканий по трассе пульпопровода.

6.2.2 Расчетными параметрами при проектировании системы гидротранспорта являются:
- массовый или объемный расход пульпы;
- химический состав жидкой фазы хвостов;
- плотность пульпы;
- массовая или объемная консистенция пульпы;
- гранулометрический состав хвостов;
- гидравлическая крупность частиц хвостов.

Результаты измерений параметров при проектировании должны быть представлены с указанием погрешности и неопределенности в соответствии с метрологическими требованиями [7]. Расчеты при проектировании проводят с учетом погрешностей/неопределенностей.

6.3 Требования к трассе пульпопроводов и материалу труб

6.3.1 Трассу пульпопроводов следует выбирать на основе технико-экономических расчетов с учетом топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических и гидрологических изысканий и санитарно-гигиенических требований.

6.3.2 При выборе трассы пульпопроводов следует стремиться к осуществлению самотечного или напорно-самотечного гидротранспорта.

6.3.3 Если по трассе самотечных пульпопроводов имеются участки с уклонами, превышающими расчетные, во избежание повышенного износа пульпопроводов их следует укладывать с расчетным уклоном, а на конце устраивать перепадные колодцы или предусматривать защитное покрытие.

6.3.4 В пределах промышленной площадки (далее — промплощадка) уранодобывающего предприятия пульпопроводы прокладывают на эстакадах или в туннелях.

6.3.5 Эстакады следует проектировать без пешеходных мостиков. Туннели для пульпопроводов устраивают, как правило, проходными.

6.3.6 Ремонт пульпопроводов необходимо предусматривать с помощью гидроподъемников, телескопических вышек или кранов.

Для обслуживания пульпопроводов должен быть обеспечен доступ к эстакадам.

6.3.7 При трассировке магистральных пульпопроводов следует стремиться к минимально возможному количеству V-образных понижений. Для этого допускается располагать пульпопроводы в выемке, на насыпи или эстакаде.

6.3.8 В пониженных точках профиля должны быть предусмотрены узлы опорожнения с запорно-регулирующей арматурой и аварийные емкости для выпуска пульпы. Конкретное количество опорожнений указывают в техническом задании на сооружение аварийной емкости для выпуска пульпы.

В проекте следует предусматривать мероприятия по очистке аварийных емкостей.

6.3.9 Пульпопроводы следует прокладывать по поверхности земли с уклонами не менее 0,005. Допускается распределительные пульпопроводы по гребню плотины укладывать горизонтально.

6.3.10 Когда абразивный износ труб невелик или предусмотрена их защита от абразивного износа, допускается укладка пульпопроводов на территории действующего уранодобывающего предприятия по поверхности с засыпкой грунтом.

6.3.11 В месте пересечения трассы пульпопроводов и водотоков следует предусматривать мосты. Защита водотока от загрязнения должна быть обеспечена даже в случае образования течи в пульпопроводе.

Устройство дюкеров допускается в исключительных случаях при специальном обосновании. При этом дюкер следует проектировать как конструкцию «труба в трубе».

Примечание — Дюкер — напорный участок водовода (пульпопровода), прокладываемый под руслом реки (канала), по склонам или дну глубокой долины (оврага), под дорогой, расположенной в выемке.

6.3.12 Вдоль трассы пульпопровода следует устраивать эксплуатационную дорогу с кюветом. Ширина проезжей части дороги должна быть не менее 4,5 м.

6.3.13 Пересечения пульпопроводов с насыпями автомобильных или железных дорог следует предусматривать в непроходных каналах или защитных кожухах.

6.3.14 Основным материалом для напорных пульпопроводов являются стальные трубы. Кроме стальных труб могут быть использованы трубы из других материалов. Коэффициенты износостойкости материалов, из которых могут быть изготовлены пульпопроводы, приведены в таблице 4.

6.3.15 На распределительных пульпопроводах необходимо предусматривать выпуски. Диаметр выпусков и расстояние между ними следует определять расчетом на основании результатов лабораторных исследований или натурных наблюдений по складированию хвостов.

Таблица 4

Наименование материала	Коэффициент износостойкости
Сталь	
Ст.3	1
Ст.5	1,1
20	1
20 (высокотемпературная газовая цементная)	2,1
40	1,3
40Х	1,35
25Г2	1,35
3Х13	1,13
30ХГС	1,5
4Х13	3
Х12	4
Х18	4
55Л	1,08
25Л	1,13
35Л	1,76
55Л (с термообработкой)	2,44
Серый чугун	
Сч 28-48	0,5
Сч 35-56	0,72
Хромомолибденовый чугун ИЧХ16МТ	3,3
Хромистый чугун ИЧХ28Н2	4
Другие материалы	
Шлакоситалл	6
Технический фарфор	6,5
Базальт	6,5
Керамика	4
Медный шлак	10
Термостойкое стекло	10
Полиэтилен высокого давления	0,5
Полиуретан	5
Поливинилхлорид	0,8
Стекловолокнит	2,9

6.3.16 На выпусках необходимо устанавливать запорную арматуру, функционирующую при отрицательных температурах, — арматуру с обогревом или криогенную арматуру.

6.3.17 Распределительные пульпопроводы следует укладывать на инвентарные опоры, допускающие многократное использование.

6.3.18 Для звеньев распределительного пульпопровода рекомендуется использовать быстроразъемные соединения.

6.3.19 Если возможны деформации основания пульпопровода, рекомендуется использовать соединение труб, допускающее поворот и смещение секций без нарушения герметичности.

6.3.20 Использовать полимерные трубы для устройства магистральных пульпопроводов в районах с сейсмической активностью 7 и выше баллов возможно только при специальном обосновании с учетом следующих требований:

- магистральные пульпопроводы должны быть выполнены из материалов, выдерживающих абразивное воздействие пульпы, быть морозостойкими и стойкими к кислым и щелочным средам;
- прокладка магистрального пульпопровода из полимерных труб должна быть осуществлена в границах промзоны уранодобывающего предприятия;
- устройство магистрального пульпопровода должно быть выполнено таким образом, чтобы при прорыве трубы было максимально ограничено распространение стоков по поверхности и в грунт;
- устройство магистрального пульпопровода должно обеспечить защиту трубы от внешних механических повреждений прямого воздействия устройством дамб обвалования, теплоизоляции и т. п.;
- прокладка магистрального пульпопровода должна быть осуществлена только наземно, подземная прокладка не допускается без специальных технических обоснований;
- предпочтительно размещать трассу магистрального пульпопровода таким образом, чтобы в основании залегали слабопроницаемые грунты с низкими коэффициентами фильтрации (глины, суглинки, супеси);
- при прокладке магистрального пульпопровода по водопроницаемым грунтам (песчано-щебенистые) необходимо предусматривать решения для защиты этих грунтов от загрязнения при возникновении аварии;
- трассировка магистрального пульпопровода должна быть выполнена таким образом, чтобы исключить распространение аварийных стоков в сторону от промзоны, особенно в направлении водных объектов, водозаборов, населенных пунктов, лесных массивов и земель сельскохозяйственного и рекреационного назначения.

6.4 Расчеты пульпопроводов

6.4.1 Оптимальными показателями функционирования пульпопровода являются:

- скорость пульпы, близкая к критической;
- температура пульпы, превышающая 0 °С.

6.4.2 Допускается работа пульпопроводов с частичным заилением и наличием слоя льда на внутренних стенках трубы. Предельную величину слоя заиления или льда следует устанавливать расчетом в каждом конкретном случае.

6.4.3 Гидравлический расчет гидротранспорта хвостов приведен в приложении А.

6.4.4 Тепловую изоляцию пульпопроводов проектируют в соответствии с требованиями СП 61.13330.

Допускается применение подогрева пульпы бойлерами, греющим кабелем или паровым спутником при соответствующем обосновании.

6.4.5 Тепловым расчетом пульпопровода определяют предельную дальность транспортирования пульпы, при которой ее температура не опускается ниже заданной температуры выпуска пульпы в хвостохранилище.

Тепловой расчет пульпопровода приведен в приложении Б.

Рассчитанная допустимая дальность транспортирования пульпы должна быть не меньше фактической длины пульпопровода.

6.4.6 Для компенсации тепловых изменений длины пульпопроводов, уложенных по поверхности земли, следует использовать самокомпенсацию на углах поворота.

6.4.7 На прямолинейных участках рекомендуется зигзагообразная прокладка пульпопроводов.

В случае невозможности зигзагообразной прокладки пульпопроводов на прямолинейных участках следует предусматривать установку компенсаторов. Для установки компенсатора следует выделять отдельный пролет.

6.4.8 Анкерные опоры при зигзагообразной прокладке пульпопроводов следует располагать посередине каждого прямолинейного участка. Прямолинейные участки следует назначать по возможности одинаковыми.

При прямолинейной прокладке пульпопроводов с установкой компенсаторов анкерные опоры следует размещать так, чтобы расстояние от опоры до двух соседних компенсаторов было одинаковым.

6.4.9 Расстояние между компенсаторами L_k, м, вычисляют по формуле

$$L_k = l_k/\lambda(T_{max} - T_{min}), \quad (3)$$

где l_k — допускаемый свободный ход компенсатора, м;

λ — коэффициент линейного теплового расширения материала, $°C^{-1}$ (для стали $\lambda = 12 \cdot 10^{-6}$, для полиэтилена $\lambda = 11 \cdot 10^{-5}$);

T_{max}, T_{min} — соответственно максимальная и минимальная температура воздуха, °С.

6.4.10 Расчеты пульпопроводов на прочность следует проводить с учетом СП 33.13330, ГОСТ 32388.

6.4.11 Конструкции опор пульпопроводов выбирают в зависимости от способа прокладки пульпопроводов, нагрузок, высоты и материала опор, значений физико-механических характеристик грунтов основания и метода производства работ.

6.4.12 Устройство опор пульпопроводов на пучинистых грунтах проектируют с учетом руководства [13].

6.5 Мероприятия по борьбе с гидравлическими ударами в пульпопроводах

6.5.1 Гидравлический удар в пульпопроводе может возникнуть:
- при засорении (закупорке) пульпопровода;
- внеплановом или аварийном отключении электроэнергии.

6.5.2 Для защиты пульпопроводов от гидравлического удара следует применять:
- воздушные колонны;
- гасители гидравлических ударов;
- предохранительные устройства со срезной или разрывной шпилькой.

6.6 Пульпонасосные станции

6.6.1 Пульпонасосные станции разделяют на головные и промежуточные.

Головную пульпонасосную станцию располагают на уранодобывающем предприятии, промежуточную — по трассе пульпопровода.

Промежуточные пульпонасосные станции могут соединяться между собой с разрывом или без разрыва потока пульпы.

В случае разрыва пульпопровод, подводящий пульпу к пульпонасосной станции, подключается непосредственно к всасывающему патрубку насоса, при соединении без разрыва — к приемному зумпфу, к которому, в свою очередь, подключается всасывающий патрубок насоса.

Допускается сочетание обеих схем.

6.6.2 Применение схемы с разрывом потока пульпы целесообразно при большой высоте подъема и малом расстоянии между пульпонасосными станциями.

6.6.3 Головные пульпонасосные станции следует располагать на площадках уранодобывающих предприятий, как правило, в главном корпусе или вблизи от него в отдельном здании.

6.6.4 Места расположения промежуточных насосных станций следует выбирать на основе совместного рассмотрения продольного профиля по трассе пульпопровода и расчетных пьезометрических линий. Следует стремиться к размещению пульпонасосной станции в V-образных понижениях по трассе пульпопровода, чтобы уменьшить число емкостей опорожнения.

6.6.5 Количество и тип рабочих грунтовых насосов следует выбирать в соответствии с расчетом расхода пульпы и необходимого расчетного напора. Необходимо стремиться к использованию наиболее мощных насосов и уменьшать их количество. Насосы должны быть изготовлены из твердых сплавов и футерованы коррозионно- и абразивно-стойким материалом.

Если величина расчетного напора превышает напор, создаваемый насосом, то предпочтение следует отдавать насосам в исполнении, допускающем их последовательную работу, что позволяет располагать пары сдвоенных насосов в одном здании.

6.6.6 В пульпонасосных станциях устанавливают, как правило, не менее трех насосов (один — рабочий, два других — резервные).

6.6.7 Параллельную работу двух центробежных грунтовых насосов на одном пульпопроводе рекомендуется исключать.

6.6.8 В зависимости от заданной отметки поступления пульпы, головные пульпонасосные станции могут быть незаглубленными или заглубленными. Предпочтение следует отдавать незаглубленным головным пульпонасосным станциям.

6.6.9 Промежуточные пульпонасосные станции следует проектировать только незаглубленными.

6.6.10 Расчетные уровни в зумпфах пульпонасосных станций должны удовлетворять следующим условиям:

- при пуске должен быть обеспечен залив насоса;
- вакуумметрическая высота всасывания от нижнего рабочего горизонта не должна превышать допустимую для данного типа грунтового насоса.

Емкость зумпфа (между высшим и низшим горизонтами) следует определять с учетом производительности насоса по времени от 2 до 5 мин.

Каждый насос должен иметь автономный зумпф, а при соответствующем обосновании магистральный пульпопровод.

6.6.11 Компоновка пульпонасосной станции должна обеспечивать безопасное проведение ремонтных работ. Проведение ремонтных работ на любом участке не должно приводить к снижению производительности пульпонасосной станции.

Расстояние между агрегатами должно быть не менее ширины агрегата плюс 300 мм, но не менее 1000 мм; между агрегатом и стеной — не менее 1200 мм; между агрегатом и щитом управления — не менее 2000 мм.

6.6.12 Все технологическое оборудование следует размещать таким образом, чтобы оно было доступно для обслуживания. Пропуск труб через стены должен быть выполнен в сальниках или гильзах.

6.6.13 В пульпонасосной станции следует предусматривать монтажную площадку, размеры которой должны обеспечивать возможность замены насосных агрегатов.

6.6.14 Опорожнение зумпфов и трубопроводов с целью их ремонта следует проводить через выпуски в лотки и специальный зумпф, из которого пульпа удаляется с помощью грязевого насоса или эжектора в зумпф работающего насоса или в аварийную емкость. Туда же необходимо подавать воду после гидроуборки пульпонасосной станции.

6.6.15 Аварийные сбросы от пульпонасосных станций необходимо предусматривать в аварийные емкости по специальным лоткам или трубам.

6.6.16 Конструкция заглубленных головных пульпонасосных станций должна исключать возможность затопления машинного зала.

6.6.17 К грунтовым насосам необходимо предусматривать подвод воды для гидроуплотнения и охлаждения подшипников. Напор, расход и качество воды определены конструкцией грунтового насоса и указаны в его паспорте.

6.6.18 Количество насосов, обеспечивающих гидроуплотнение рабочих грунтовых насосов, принимают в количестве не менее двух (рабочий и резервный).

6.6.19 К зумпфам головной пульпонасосной станции должна быть подведена оборотная или техническая вода для плановой промывки рабочего пульпопровода.

6.6.20 При проектировании пульпонасосных станций предпочтение следует отдавать стойкому к абразивному износу оборудованию или предусматривать дополнительные меры к повышению его износостойкости (гуммирование, футеровка и т. д.).

6.6.21 Для монтажа и демонтажа оборудования в пульпонасосной станции следует предусматривать подвесные кран-балки или мостовые краны. Грузоподъемность крана должна обеспечивать подъем наиболее тяжелого элемента оборудования.

6.6.22 В здании пульпонасосной станции должна быть предусмотрена вентиляция, а при отрицательной температуре окружающего воздуха — отопление.

7 Системы оборотного водоснабжения

7.1 Общие положения

7.1.1 Системы оборотного водоснабжения по характеру работы разделяют на напорные, безнапорные и комбинированные.

7.1.2 В состав систем оборотного водоснабжения включают, как правило, следующие сооружения:

- водозабор;
- донный водосброс (водовыпуск);
- насосные станции;
- водовод оборотной воды.

7.1.3 Системы оборотного водоснабжения должны обеспечивать возврат в технологический процесс уранодобывающего предприятия всей осветленной хвостовой воды из хвостохранилища, за исключением безвозвратных потерь (на испарение, фильтрацию, насыщение пор хвостовых отложений).

7.1.4 Количество хвостовой воды, подлежащей возврату на уранодобывающее предприятие, определяют расчетом водного баланса в хвостохранилище (годового или по сезонам).

7.1.5 Для механического осветления поступающей в хвостохранилище хвостовой пульпы необходимо предусматривать пруд-отстойник.

7.1.6 Осветление хвостовой воды производят путем разделения пруда-отстойника дамбой на две зоны — мелководную и глубоководную.

7.1.7 Для осветления воды допускается применение коагулянтов.

Осветление хвостовой воды систем оборотного водоснабжения производят до уровней, установленных в задании на проектирование.

7.1.8 Водозабор хвостохранилища должен обеспечивать отбор (откачку) осветленных поверхностных слоев воды пруда-отстойника.

7.1.9 В связи с изменением уровня воды в пруде-отстойнике хвостохранилища водозаборы следует располагать на плавучих или передвижных насосных станциях или устраивать их в виде колодцев (вертикальных или наклонных) с водозаборными окнами на разных уровнях.

7.1.10 Колодцы устраивают в начале донного водосброса.

7.1.11 Колодцы следует проектировать из железобетона на основе сульфатостойкого цемента и с устройством гидроизоляции.

7.1.12 Для уменьшения давления на стенки колодцев или водозаборных окон рекомендуется предусматривать колодцы с центральным стояком из трубы. Внутреннее пространство между стояком и стенкой колодца по мере подъема уровня воды в пруде-отстойнике заполняют крупнозернистым грунтом.

7.1.13 К колодцам должен быть обеспечен безопасный доступ по эстакадам, пешеходным мостикам или с помощью плотов или лодок.

7.2 Насосные станции систем оборотного водоснабжения

7.2.1 Насосные станции систем оборотного водоснабжения разделяют на головные и промежуточные.

При проектировании предпочтение следует отдавать плавучим и передвижным насосным станциям, использующим напор, создаваемый плотиной хвостохранилища.

7.2.2 Головные насосные станции располагают непосредственно в пруде-отстойнике хвостохранилища (плавучие и передвижные) или в нижнем бьефе, в конце донного водосброса.

7.2.3 Головные стационарные насосные станции оборотного водоснабжения допускается проектировать заглубленными или полузаглубленными.

7.2.4 Промежуточные насосные станции располагают вдоль трассы водовода на поверхности земли.

При проектировании следует стремиться к уменьшению числа промежуточных насосных станций за счет применения более мощных (производительных) насосов.

7.2.5 Насосные станции оборотного водоснабжения следует подключать друг к другу без разрыва потока воды.

7.2.6 Рабочие и резервные насосы плавучих насосных станций следует размещать на отдельных понтонах для возможности маневрирования при заполнении хвостохранилища.

7.2.7 Понтоны плавучих насосных станций следует разделять на секции водонепроницаемыми переборками, чтобы возможное затопление одной из секций не привело к затоплению всей насосной станции. Во всех секциях должны быть установлены датчики, сигнализирующие о наличии воды.

7.2.8 Для функционирования плавучих насосных станций при отрицательных температурах необходимо устраивать и поддерживать незамерзающие участки — майны. Для этого рекомендуется использовать плавучие полимерные утеплители (например, из плит вспененного полистирола) или потокообразователи.

7.2.9 Передвижные насосные станции монтируют с раздельным размещением рабочего и резервного насосов на отдельных платформах.

Для передвижения платформа может быть установлена на салазки или гусеницы или передвигаться по рельсам на колесах.

7.2.10 Для предотвращения засорения плавающим мусором или льдом на водоприемниках устанавливают защитные решетки.

7.3 Водоводы оборотного водоснабжения

7.3.1 Переходы водоводами водотоков выполняют так же, как и для пульпопроводов.

7.3.2 Водоводы оборотного водоснабжения прокладывают ниже глубины промерзания. При глубине промерзания грунта более 3 м или при наличии вечномерзлых грунтов водоводы прокладывают по поверхности земли с применением подогрева.

7.3.3 При устройстве греющего кабеля прокладку водоводов рекомендуется проводить вместе с пульпопроводами.

7.3.4 Тепловые и статические расчеты водоводов оборотного водоснабжения, проложенных по поверхности земли, выполняют аналогично расчетам пульпопроводов, приведенным в приложении А.

8 Система водосбросных сооружений

8.1 Общие положения

8.1.1 Система водосбросных сооружений должна обеспечивать выполнение следующих функций:

- сброс воды в период половодья и дождевых паводков во избежание превышения уровней воды из верхнего бьефа в нижний или в систему оборотного водоснабжения;
- пропуск льда, мусора и других плавающих предметов из верхнего бьефа в нижний.

8.1.2 Система водосбросных сооружений хвостохранилища состоит, как правило, из следующих сооружений:

- плотина;
- нагорные каналы с водосбросами;
- донный водосброс.

Состав водосбросных сооружений может быть изменен с учетом схем сброса воды хвостохранилища, принятых в техническом задании на проектирование хвостохранилища.

8.1.3 Сброс воды хвостохранилища в нижний бьеф проводят в случае переполнения водой чаши хвостохранилища.

8.1.4 Сброс воды хвостохранилища проводят в обход хвостохранилища по поверхности земли.

8.1.5 Сброс воды под хвостохранилищем допускается в исключительных случаях при обосновании и только по проходному водосбросу.

8.1.6 После донного водосброса перед насосной станцией оборотного водоснабжения в целях обеспечения ее нормальной работы целесообразно устраивать аккумулирующую емкость.

Примечание — Аккумулирующая емкость представляет собой бассейн, предназначенный для временного хранения излишков оборотной воды и ее дополнительного отстаивания.

8.2 Конструкция водосбросных сооружений хвостохранилищ

8.2.1 Водосбросные сооружения проектируют в соответствии с СП 39.13330, СП 58.13330, СП 290.13330.

8.2.2 Сопряжение нагорных каналов с нижним бьефом хвостохранилища выполняют с помощью перепадов, быстротоков и т. п. Конструкции водосбросов следует принимать с автоматическим действием без затворов для регулирования расхода воды хвостохранилища.

8.2.3 Устройство донных водосбросов следует предусматривать при невозможности или экономической нецелесообразности устройства плавучих или передвижных насосных станций, например на равнинных намывных хвостохранилищах. На хвостохранилищах I и II классов капитальности донные водосбросы (водовыпуски) следует проектировать проходными для возможности их осмотра и ремонта.

8.2.4 Труба водосброса под плотиной хвостохранилища должна иметь не менее двух диафрагм.

8.2.5 При изменениях уровня воды от 4 до 7 м в хвостохранилище устраивают сифонные водосбросы. При большем изменении уровня воды следует предусматривать возможность переноса сифонного водосброса.

8.2.6 Гидравлические и статические расчеты водосбросов проводят с учетом вида водосброса и применяемых строительных материалов. Водосбросы проектируют, как правило, из железобетона.

8.2.7 Величину превышения расчетных максимальных расходов воды определяют в зависимости от класса капитальности хвостохранилища с учетом СП 33-101, СП 58.13330.

9 Мероприятия по охране окружающей среды

9.1 Общие положения

9.1.1 Защита окружающей среды должна быть обеспечена соблюдением установленных законом [14] нормативов в области охраны окружающей среды, в том числе нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и допустимых сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду согласно санитарным правилам [15].

9.1.2 Потенциальными источниками загрязнения окружающей среды являются хвосты и хвостовая вода, которые могут содержать радионуклиды, химические элементы и соединения в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации.

9.1.3 Вокруг хвостохранилищ всех типов устанавливают ограждение на расстоянии не менее 30 м от границ участков непосредственного размещения хвостов (колючая проволока на железобетонных столбах).

9.2 Защита поверхностных и подземных вод

9.2.1 Сброс хвостовой воды в гидрографическую сеть или на рельеф запрещен.

9.2.2 Противофильтрационные мероприятия, предусмотренные проектом хвостохранилища, должны обеспечивать защиту подземных вод от загрязнения хвостовой водой.

Для исключения распространения загрязнения за пределы СЗЗ при проектировании следует предусматривать перехват загрязненной воды с ее возвратом в хвостохранилище.

Конструктивные решения по защите от загрязнения рекомендуются в виде открытых канав, устройства дренажа, водоперехватывающих скважин, инъекционных завес и других мероприятий, учитывающих рельеф и геологическое строение.

9.2.3 Для контроля влияния хвостохранилищ на поверхностные и подземные воды следует предусматривать сеть контрольно-наблюдательных скважин.

Количество и глубину скважин следует определять проектом в зависимости от конкретной гидрогеологической обстановки.

9.3 Защита местности от пыления хвостов

9.3.1 В наливных хвостохранилищах следует предусматривать увлажнение пылящих надводных хвостовых отложений или временное закрепление (обработку) их специальными растворами.

9.3.2 На намывных и комбинированных хвостохранилищах намыв следует организовывать таким образом, чтобы обработать (увлажнить) максимально возможную площадь пляжа, если это не приведет к чрезмерным потерям воды хвостохранилища. Для того чтобы избежать потерь воды, создают противопылевые водяные завесы.

9.3.3 Для создания противопылевых завес предусматривают специальный трубопровод с устройством разбрызгивателей воды, поступающей из системы оборотного водоснабжения. Не допускается применение воды, содержащей вредные вещества.

9.3.4 Если применение водяных противопылевых завес технически невозможно или экономически нецелесообразно, следует предусматривать закрепление (обработку) пляжей намыва специальными растворами.

При выборе закрепляющих специальных растворов предпочтение следует отдавать тем растворам, которые не способствуют образованию слоистой (анизотропной) структуры намытых хвостов.

9.3.5 При попеременном заполнении нескольких карт хвостохранилища карты, где намыв приостановлен, следует обрабатывать противопылевыми составами. Перед возобновлением намыва пленку противопылевого покрытия следует удалять (разрушать) путем боронования грунта в пределах пляжа намыва.

10 Радиационная безопасность

10.1 Проектные решения хвостохранилищ в части обеспечения радиационной безопасности должны соответствовать нормам и правилам [1], [9].

10.2 Радиационная опасность при работе с радиоактивными рудами, концентратами обогащения этих руд, а также с продуктами их химической переработки обусловлена содержанием в них естественных радионуклидов природных рядов распада урана или тория.

10.3 В процессе эксплуатации хвостохранилищ источниками радиационного воздействия на человека и загрязнения окружающей среды являются хвосты и хвостовая вода, основными радиационно-опасными факторами — пылеобразование с поверхности сухих пляжей и намывных дамб, эксхаляция радона в атмосферный воздух с поверхности хвостов, загрязнение подземных и поверхностных вод в результате фильтрации хвостовой воды через тело дамбы и чашу хвостохранилища, а также внешнее гамма-излучение от хвостов.

10.4 Радионуклидный состав производственной радиоактивной пыли хвостохранилищ уранодобывающих предприятий представлен остаточным (не извлеченным на ГМЗ) природным ураном и продуктами его распада с активностью, сопоставимой с их активностью в исходной руде.

10.5 Радиационная составляющая производственной радиоактивной пыли может быть представлена естественными радионуклидами рядов распада урана или тория.

10.6 Для территории хвостохранилищ, территории СЗЗ и зоны наблюдения радиационная опасность определяется:

- техническими решениями базисных и промежуточных складов руды, подлежащей приему, переработке и отгрузке;
- выбросами в атмосферу радиоактивных аэрозолей, рудной пыли, газов и радона;
- аварийным сбросом жидких радиоактивных отходов.

Для хвостохранилищ должен проводиться анализ текущего уровня безопасности согласно нормам и правилам [11] (пункты 19, 20, 89).

10.7 Потенциальная радиационная опасность уранодобывающего предприятия определяется общей активностью находящейся в переработке руды, характером радиационной опасности содержащихся естественных радионуклидов, характером технологического процесса, объемом выбросов и эффективностью систем пылегазоочистки и рядом других факторов, включая культуру производства.

10.8 Категорию радиационного объекта по потенциальной радиационной опасности устанавливают в соответствии с санитарными правилами [9] (подраздел 3.1) и методическими указаниями [16].

10.9 Для контроля за состоянием компонентов окружающей среды предусмотрено ведение производственного мониторинга.

11 Нормы технологического проектирования эксплуатации хвостохранилищ

11.1 При проектировании хвостохранилищ определяют:

- порядок и последовательность заполнения хвостохранилища или карт (если проектом намечено деление его на карты);
- параметры намыва (для намывных хвостохранилищ);
- порядок возведения отдельных частей плотины для комбинированного хвостохранилища;
- режим работы водозаборов и водосбросов (в т. ч. при отрицательных температурах);
- состав и конструкцию бытовых и складских сооружений;
- состав сооружений, обеспечивающих безопасную эксплуатацию хвостохранилища;
- состав и количество (штат) эксплуатационного персонала;
- состав машин и механизмов для эксплуатации хвостохранилища;
- местоположение и конструкцию сооружений и приборов для контроля за состоянием хвостохранилища.

11.2 Заполнение хвостохранилищ

11.2.1 Наливное хвостохранилище, как правило, заполняют из торца распределительного пульпопровода или из его выпусков, диаметр которых равен диаметру пульпопровода. На выпусках и на пульпопроводе предусматривают запорную арматуру.

11.2.2 В случае устройства по всей чаше хвостохранилища противофильтрационного экрана следует равномерно распределять хвосты по периметру пруда-отстойника (с образованием небольших пляжей) для защиты экрана от воздействия ветровых волн.

11.2.3 Если проектом предусмотрено на наливном хвостохранилище образование пляжей, его заполнение следует производить аналогично намывному хвостохранилищу.

11.2.4 Заполнение намывного хвостохранилища в начальный период осуществляют таким образом, чтобы поток пульпы был направлен от плотины.

11.2.5 По месту расположения распределительного пульпопровода следует применять следующие способы намыва:

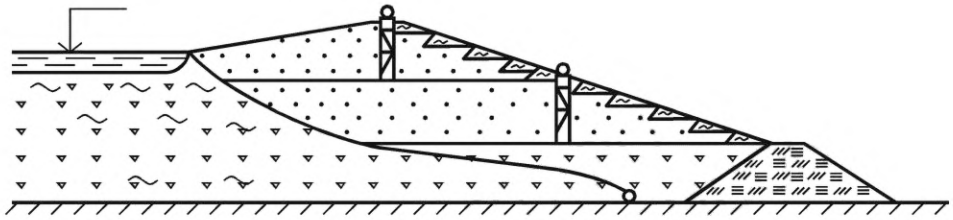
- эстакадный;
- безэстакадный;
- намыв с низких опор;
- зенитный.

Способы намыва приведены на рисунке 1.

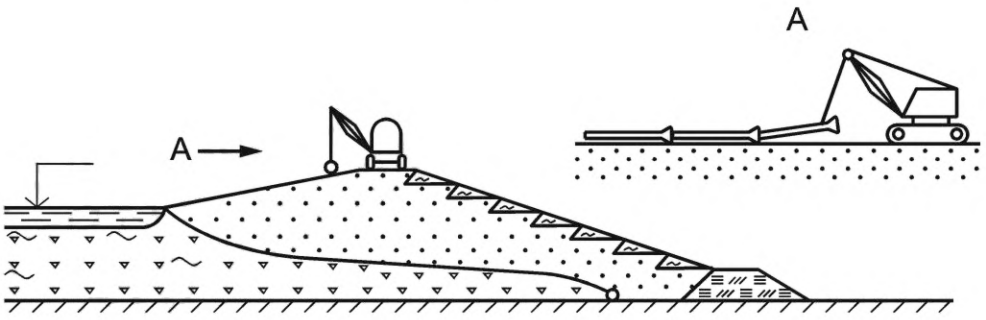
11.2.6 При эстакадном способе намыва распределительный пульпопровод укладывают на эстакады высотой от 3 до 6 м.

Из выпусков на пульпопроводе пульпу подают на пляж намыва по лоткам или рукавам.

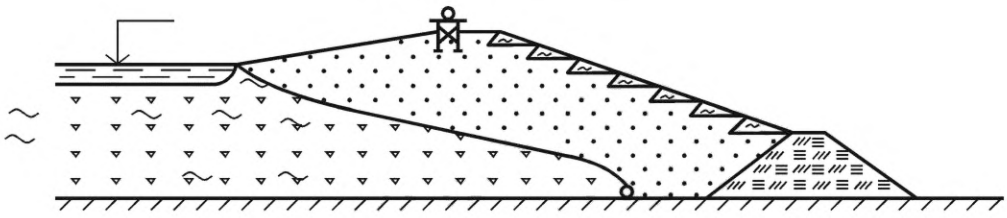
Опоры эстакады остаются, как правило, в намытых отложениях, для новой эстакады может быть использована только верхняя часть прежней.



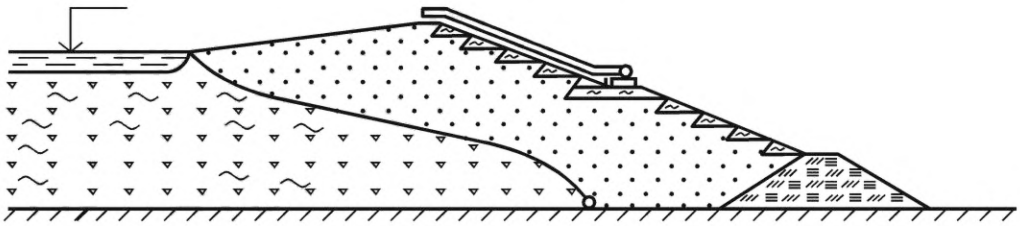
а) эстакадный намыв



б) безэстакадный намыв



в) намыв с низких опор



г) зенитный намыв

Рисунок 1

11.2.7 Безэстакадный способ намыва применим при преобладании в хвостах фракций крупнее 0,1 мм. Пульпа подается на пляж из торца распределительного пульпопровода, который состоит из отдельных звеньев с раструбными быстроразъемными соединениями и который укладывают на поверхность намытых хвостов (иногда по лежням).

Длину пульпопровода изменяют без остановки намыва.

11.2.8 Наиболее распространенным способом намыва является намыв с низких опор, когда распределительный пульпопровод укладывают на опоры высотой от 1 до 2 м. После завершения намыва очередного яруса опоры перемещают краном на новое место.

11.2.9 При зенитном способе намыва распределительный пульпопровод укладывают на берму, располагаемую ниже пляжа намыва по лежням. По откосу устанавливают выпуски, оборудованные запорной арматурой. По мере намыва выпуски наращивают.

Примечание — Берма — это уступ, устраиваемый на откосах земляных плотин, каналов, дамб для придания устойчивости вышележащей части сооружения и ее защиты от размыва атмосферными осадками, а также для усовершенствования условий эксплуатации сооружения.

11.2.10 Выбор способа намыва зависит от конкретных условий и должен производиться на основе технико-экономического сравнения вариантов.

11.2.11 Заполнение комбинированных и намывных хвостохранилищ с помощью гидроциклонов должно быть механизировано. Для перемещения гидроциклонов по пляжу намыва должны быть предусмотрены машины и механизмы.

К распределительному пульпопроводу гидроциклоны следует подключать с помощью резинотканевых рукавов и быстроразъемных соединений. Крупные хвосты, выделенные гидроциклонами, необходимо разравнивать бульдозером и уплотнять катками или трамбовками.

Количество механизмов определяют в зависимости от их расчетной производительности и объема выделяемых гидроциклонами песков.

11.2.12 Заполнение хвостохранилища при отрицательных температурах производят следующим способом:

- в специально выделенную емкость, из которой в дальнейшем хвосты перемещают в хвостохранилище;
- под лед в пруд-отстойник.

11.2.13 При отрицательных температурах под лед пруда-отстойника хвосты складируют, как правило, в наливных хвостохранилищах. Допускается укладка распределительного пульпопровода на лед при условии обеспечения безопасности работ (укладка настилов, контроль толщины льда и т. д.).

11.3 Эксплуатирующий персонал

11.3.1 Рекомендуемый состав эксплуатирующего персонала приведен в таблице 5.

Таблица 5

Должность (профессия)	Квалификация, разряд	График работы в сутки	Примечание
Начальник участка	Инженер-гидротехник	1 смена	На хвостохранилищах III и IV классов может быть техник-гидротехник
Бригада по обслуживанию насосных станций			
Бригадир	Техник-механик	1 смена	—
Машинист насосных установок	6-й разряд	3 смены	Количество машинистов зависит от степени автоматизации насосных станций
Слесарь-ремонтник	5-й разряд	1 смена	—
Электросварщик	6-й разряд	1 смена	—
Слесарь-электрик	5-й разряд	1 смена	—
Бригада по намыву и обслуживанию трубопроводов			
Бригадир	Техник-гидротехник	1 смена	—
Обходчик пульпопроводов и водоводов	4-й разряд	1 смена	При длине коммуникаций более10 км придается автомобиль
Рабочие-гидромеханизаторы	4-й, 5-й разряд	3 смены	Количество зависит от сложности намыва, но не менее 2 человек
Машинист бульдозера	6-й разряд	1 смена	—
Шофер-машинист крана (экскаваторщик)	3-й класс (6-й разряд)	1 смена	—
Слесарь-ремонтник	5-й разряд	1 смена	—

11.3.2 Для контроля за намывным или комбинированным хвостохранилищем предусматривают контрольный пост в следующем составе:

- начальник поста (инженер или техник-гидротехник);

- старший лаборант;
- лаборант-контролер;
- техник-геодезист;
- разнорабочий.

11.4 Бытовые и складские помещения

11.4.1 Для обслуживающего персонала хвостохранилища проектом предусматривают бытовые помещения, обеспеченные электроэнергией, питьевой водой, санитарно-гигиеническими устройствами, отоплением при отрицательных температурах, телефонной связью.

11.4.2 В здании бытовых помещений должны быть предусмотрены:

- комнаты для персонала (в т. ч. для руководства) и контрольного поста;
- комната для приема пищи;
- гардеробная;
- душевая комната;
- мастерская с набором инструментов;
- комната для размещения лабораторного оборудования;
- комната для хранения образцов и химических реагентов;
- туалет.

11.4.3 При удалении участка намыва от бытовых помещений более чем на 1 км вблизи него должен быть установлен передвижной вагончик для обогрева рабочих, производящих намыв.

При фронте намыва более 2 км предусматривают не менее двух передвижных вагончиков.

11.4.4 С целью хранения запасных частей оборудования, запорной арматуры, строительных материалов предусматривают складские помещения, а для машин и механизмов — гаражи или крытые навесы.

11.5 Машины и механизмы для эксплуатации хвостохранилищ

11.5.1 С целью механизации трудоемких и ручных работ для службы эксплуатации хвостохранилищ предусматривают машины и механизмы, количество и состав которых зависят от типа хвостохранилища, систем гидротранспорта, оборотного водоснабжения и объема выполняемых работ. Примерный перечень машин и механизмов должен входить в состав проекта хвостохранилища.

11.5.2 Рекомендуемый перечень машин и механизмов для эксплуатации хвостохранилищ приведен в таблице 6.

Таблица 6

Наименование машин и механизмов	Выполняемые работы
Универсальный экскаватор со сменным оборудованием	Отсыпка дамб обвалования, монтаж и демонтаж распределительных пульпопроводов; перемещение гидроциклонов
Автомобильный кран	Монтаж и демонтаж магистральных пульпопроводов; другие погрузочно-разгрузочные работы
Трубоукладчик	Монтаж и демонтаж, ремонтные работы на пульпопроводах и водоводах
Бульдозер	Отсыпка дамб обвалования; перемещение грузов; ремонтные работы; перемещение песка из-под гидроциклонов
Грузовой автомобиль	Перевозка грузов
Ремонтная передвижная мастерская	Ремонт машин и механизмов
Передвижной сварочный агрегат	Сварочные работы на пульпопроводах; ремонтные работы
Передвижная компрессорная станция	Ремонтные работы
Передвижной самовсасывающий насос	Откачка воды из траншей и котлованов, возврат хвостовой воды в хвостохранилище
Телескопическая автовышка или гидроподъемник	Ремонтные работы на пульпопроводах, уложенных на эстакадах

Окончание таблицы 6

Наименование машин и механизмов	Выполняемые работы
Потокообразователь	Образование майны около плавучей насосной станции при отрицательных температурах
Лебедка электрическая или ручная	Монтажные и ремонтные работы
Илососная машина	Очистка от хвостов емкости опорожнения
Поливомоечная машина	Увлажнение или нанесение противопылевых составов на пляж намыва
Лодка	Для перемещения людей по пруду-отстойнику
Внедорожный автомобиль	Транспорт для осмотра сооружений хвостохранилища

11.6 Требования по охране труда при эксплуатации хвостохранилищ

11.6.1 Все движущиеся части агрегатов, оголенные части электрических устройств, зумпфы, открытые колодцы, пешеходные мостики, подмости должны иметь ограждение высотой не менее 1 м.

11.6.2 Все служебные и бытовые здания и сооружения следует оборудовать автоматической пожарной сигнализацией и телефонной связью. На специальных щитах должны быть предусмотрены противопожарные средства и инвентарь.

11.6.3 Для передвижения по откосам плотины в необходимых местах следует предусматривать лестницы или трапы с перилами.

11.6.4 На гребне плотины, а также на пляже намыва необходимо предусматривать электрическое освещение.

11.6.5 Магистральные пульпопроводы должны быть заземлены.

11.6.6 Запрещается передвижение персонала по трубам, через железнодорожные пути, барьеры, эстакады. Передвижение на территории хвостохранилищ допускается только по предназначенным для этого переходным дорожкам, проходам, лестницам и площадкам.

11.7 Контроль за работой сооружений хвостохранилищ

11.7.1 Контроль в процессе эксплуатации за состоянием и работой сооружений хвостохранилищ следует вести в соответствии с эксплуатационной документацией хвостохранилищ ГМЗ. Для проведения такого контроля в проекте хвостохранилища необходимо предусматривать оборудование и средства измерений.

11.7.2 Для контроля за работой систем гидротранспорта и оборотного водоснабжения должна быть предусмотрена установка средств измерений, таких как вакуумметры, манометры, расходомеры, указатели уровня, а на пульпопроводах — консистометры.

11.7.3 Для контроля за осадками плотин хвостохранилища в них следует закладывать поверхностные и глубинные марки. Измерение нормальных и касательных напряжений в массиве грунта основания или по контакту с сооружениями следует выполнять с помощью тензометрических датчиков.

Для контроля за положением депрессионной кривой предусматривают закладку в тело плотины пьезометров.

Следует совмещать поверхностные марки с устьями пьезометров.

11.7.4 Для контроля за влиянием хвостохранилища на подземные воды необходимо проектировать сеть контрольно-наблюдательных скважин. Положение, глубина и конструкция скважин зависят от конкретных гидрогеологических условий, противофильтрационных мероприятий и класса капитальности хвостохранилища. В направлении движения подземных вод проектируют не менее двух рядов скважин и не менее трех скважин в ряду.

11.7.5 В контрольно-наблюдательных скважинах необходимо проведение регулярного отбора проб подземных вод. Периодичность отбора и состав наблюдаемых компонентов определены программой мониторинга состояния недр.

11.8 Радиационный контроль при эксплуатации хвостохранилищ

11.8.1 Объем, виды и методы контроля определены в проектной документации предприятия на основании анализа радиологических характеристик исходного сырья, технологии производства и с учетом основных радиационно-опасных факторов.

В проекте должны быть определены:

- виды и объем радиационного контроля в производственных помещениях, на территории промплощадки и в пределах СЗЗ;
- точки отбора проб в помещениях и сетка отбора проб на промплощадке и в пределах СЗЗ;
- перечень средств измерений и методик (методов) измерений, применяемых при радиационном контроле;
- периодичность радиационного контроля при проведении работ по эксплуатации;
- состав работников службы радиационного контроля.

11.8.2 В зависимости от характера проводимых работ следует осуществлять радиационный контроль:

- за мощностью дозы ионизирующего излучения на рабочих местах, в отдельных помещениях и на территории промплощадки хвостохранилища;
- содержанием в воздухе помещений радиоактивных газов и аэрозолей, соединений лития в пыли;
- уровнем загрязнений поверхностей рабочих помещений радиоактивными веществами;
- возможным загрязнением радиоактивными веществами различных отходов;
- уровнем загрязнения транспортных средств.

11.8.3 Контроль за радиационной обстановкой (радиационный мониторинг) организуют и проводят с учетом указаний [17], при этом радиационный контроль должен включать организацию и сопровождение базы данных индивидуального дозиметрического контроля персонала и параметров радиационной обстановки в производственных помещениях на территории хвостохранилищ и в СЗЗ.

11.8.4 Радиационный контроль осуществляется службой радиационной безопасности. Служба радиационной безопасности должна быть обеспечена соответствующими помещениями, транспортными средствами, оргтехникой, комплектом пробоотборной аппаратуры и средствами радиационного и аналитического контроля.

11.8.5 Контроль радиационной обстановки в СЗЗ хвостохранилищ проводят по результатам измерений:

- мощности дозы гаммы-излучения;
- загрязнения воздушной среды радиоактивными газами и аэрозолями;
- поверхностного загрязнения территории радиоактивными веществами.

Контроль радиационной обстановки включает определение:

- содержания радиоактивных веществ в почве, воде, растительности;
- радионуклидного состава радиоактивного загрязнения.

11.8.6 Эксплуатирующая организация разрабатывает и утверждает программу радиационного контроля с учетом особенностей и условий выполнения работ в соответствии с санитарными правилами [9].

При разработке программы радиационного контроля основными параметрами при осуществлении радиационного контроля являются:

- мощность дозы и плотности потоков ионизирующих излучений на рабочих местах, на поверхности технологического оборудования, в смежных помещениях, в местах сбора и хранения радиоактивных отходов, на территории предприятия, в СЗЗ и зоне наблюдения;
- уровень загрязнения радиоактивными веществами помещений, рабочих поверхностей оборудования, контейнеров, транспортных средств, специальной одежды и других средств индивидуальной защиты, территории предприятия, СЗЗ и зоны наблюдения;
- объемная активность радиоактивных газов и аэрозолей в воздухе рабочих и других помещений, в атмосферном воздухе на территории предприятия, СЗЗ, зоны наблюдения.

11.8.7 Эксплуатирующая организация должна разработать и осуществить технические и организационные мероприятия по ограничению поступления в хвостохранилища радионуклидов и предотвращение недопустимых сбросов (протечек) из хвостохранилищ в поверхностные и подземные водные объекты и на поверхность земли согласно нормам и правилам [11] (пункт 85).

12 Вывод из эксплуатации хвостохранилищ

12.1 Общие положения

12.1.1 Вывод из эксплуатации хвостохранилищ осуществляют по следующим причинам:

- невозможность или экономическая нецелесообразность дальнейшей эксплуатации;
- проявление природных условий, вызывающих невозможность дальнейшей безопасной эксплуатации;

- прекращение деятельности уранодобывающего предприятия или ГМЗ;
- перепрофилирование производства.

12.1.2 Вывод из эксплуатации хвостохранилищ осуществляют в соответствии с требованиями закона [18], норм и правил [19], [20], с учетом руководств [2], [21].

12.1.3 Проектная документация на сооружение (размещение) хвостохранилищ должна содержать концепцию вывода из эксплуатации в соответствии с нормами и правилами [19] (пункт 7) и предусматривать технические решения и организационные мероприятия, направленные на обеспечение работ по выводу из эксплуатации хвостохранилищ согласно нормам и правилам [19] (пункт 8).

12.1.4 Вывод из эксплуатации хвостохранилищ осуществляют по проекту, предусматривающему необходимые организационно-технические и санитарно-эпидемиологические мероприятия, обеспечивающие безопасность персонала и населения и устранение неблагоприятных экологических последствий.

12.1.5 Проектом по выводу из эксплуатации хвостохранилищ должны быть предусмотрены технические и санитарно-гигиенические решения по рекультивации загрязненных радиоактивными и токсичными веществами участков территории промплощадки хвостохранилища.

Приложение А
(справочное)

Гидравлический расчет гидротранспорта хвостов

А.1 Гидротранспорт хвостов с напорным пульпопроводом

При средневзвешенной крупности хвостов $d_{ср} = 40…400 \cdot 10^{-6}$, м, и плотности частиц хвостов $\gamma_т = 2600…3200$ кг/м^3 критическую скорость движения пульпы в пульпопроводе $v_{кр}$, м/с, вычисляют по формуле

$$v_{кр} = 207{,}14 / (\lg R_{lw} + 5{,}5) \cdot \sqrt[3]{(1 - \gamma_в / \gamma_п) D \beta W_{ср}}, \quad (А.1)$$

где R_{lw} — число Рейнольдса, вычисляемое по формуле

$$R_{lw} = (W_{ср} \cdot d_{ср})/\nu, \quad (А.2)$$

где $W_{ср}$ — гидравлическая крупность, соответствующая $d_{ср}$, м/с;

ν — коэффициент кинематической вязкости воды, м^2/с, вычисляют в зависимости от температуры воды по таблице А.1

Таблица А.1

Температура воды, °С	0	5	10	15	20	30	40
v, 10^{-6}, м^2/с	1,78	1,52	1,31	1,14	1,01	0,81	0,66

$\gamma_в$ — плотность воды, кг/м^3, равная 1000 кг/м^3;

$\gamma_п$ — плотность пульпы, кг/м^3, вычисляемая по формуле

$$\gamma_п = (M_{хв} + M_в)/(M_{хв}/\gamma_т + M_в/\gamma_в), \quad (А.3)$$

где $M_{хв}$, $M_в$ — масса соответственно хвостов и воды, поступающих в систему гидротранспорта, кг/ч;

D — внутренний диаметр пульпопровода, м;

β — коэффициент стеснения, учитывающий уменьшение скорости падения частиц в стесненной среде и вычисляемый по формуле

$$\beta = \sqrt{\left(20{,}25 \cdot S_{об}^2 + (1 - S_{об})^3\right)} - S_{об}, \quad (А.4)$$

где $S_{об}$ — объемная консистенция пульпы, вычисляемая по формулам

$$S_{об} = (M_{хв}\gamma_в)/(M_в\gamma_т), \quad (А.5)$$

$$S_{об} = (\gamma_п - \gamma_в)/(\gamma_т - \gamma_в). \quad (А.6)$$

Допускается для определения $v_{кр}$ использовать другие формулы, если условия, при которых они получены, отвечают расчетным.

Номинальный диаметр трубы подбирают по сортаменту таким образом, чтобы величина фактической скорости превышала величину критической скорости.

Рекомендуется принимать такой диаметр пульпопровода, чтобы слой заиления в нем не превышал 15 % диаметра. В таком случае слой заиления позволяет защитить внутреннюю поверхность пульповода от истирания, что увеличивает срок службы пульпопровода.

Величину удельного падения напора (пьезометрического уклона) в пульпопроводе при скорости движения пульпы $v \approx v_{кр}$ вычисляют по формулам:

при $d_{ср} \le 100 \cdot 10^{-6}$ м, определяют удельное падение напора в пульпопроводе при гидротранспорте пульпы $I_{п.кр}$, м/м, со скоростью $v_р$ по формуле

$$I_{п.кр} = I_{в.кр}\gamma_п/\gamma_в, \quad (А.7)$$

где $I_{в.кр}$ — удельное падение напора в пульпопроводе при движении чистой воды с той же скоростью, м/м, вычисляемое по формуле

$$I_{в.кр} = \lambda(v_{кр}^2)/2gD, \quad (А.8)$$

где λ — коэффициент Дарси, который вычисляют по формулам:

- для новых стальных труб по формуле

$$\lambda = 0{,}31/(\lg R_e - 1)^2, \quad (А.9)$$

где R_e — число Рейнольдса, вычисляемое по формуле

$$R_e = (v_{кр} \cdot D)/v, \quad (А.10)$$

- для труб, имеющих следы коррозии, по формуле

$$\lambda = 0{,}24(1{,}9\cdot 10^{-6}D - 1 + R_e - 1)0{,}226, \quad (A.11)$$

- при $d_{ср} > 100\cdot 10^{-6}$ м, определяют удельное падение напора в пульпопроводе при гидротранспорте пульпы $I_{п.кр}$, м/м, по формуле

$$I_{п.кр} = I_{в.кр}\,(\gamma_п/\gamma_в\,)1{,}5\,(1{+}150\,d_{ср}/D). \quad (A.12)$$

При слое заиления удельное падение напора в пульпопроводе $I_{п.кр}$, м/м, не превышающем $0{,}15D$, вычисляют по формуле

$$I_{п.кр} = I_п, \quad (A.13)$$

где $I_п$ — удельное падение напора в пульпопроводе, м/м, при гидротранспорте со скоростью $v \neq v_{кр}$.

При скорости в пульпопроводе $v > v_{кр}$ удельное падение напора $I_п$ вычисляют по формулам:

- при $\gamma_п \leq 1200$ кг/м^3

$$I_п = I_в + (I_{п.кр} - I_{в.кр})\,v_{кр}/v\,; \quad (A.14)$$

- при $\gamma_п > 1200$ кг/м^3

$$I_п = I_в\gamma_п/\gamma_в + (I_{п.кр} - I_{в.кр}\gamma_п/\gamma_в), \quad (A.15)$$

где $I_в$ — удельное падение напора в пульпопроводе при движении по нему чистой воды со скоростью v, м/м, которое вычисляют по формулам (А.8) — (А.11) с заменой $v_{кр}$ на v.

А.2 Гидротранспорт хвостов с безнапорным пульпопроводом

Расчетную скорость движения пульпы в лотках v, м/с, рекомендуется вычислять по формуле

$$v = 64\cdot\sqrt{R\sqrt[3]{(\gamma_п - 1)w_{ср}A}}, \quad (A.16)$$

где R — гидравлический радиус живого сечения потока, м;

А — поправочный коэффициент на неоднородность хвостов, вычисляемый по формуле

$$A = 0{,}2\,[d_{ср}/(0{,}5d_{ср}^{\,2} + 0{,}8d_{ср})], \quad (A.17)$$

где $d_{ср}$ — средневзвешенная крупность хвостов для части гранулометрического состава в диапазоне $d_0 \ldots d_{80}$, мм.

Уклон лотка $I_л$ вычисляют по формуле

$$I_л = v\,n\,R - 1{,}33k, \quad (A.18)$$

где v — расчетная скорость движения пульпы в лотках, м/с;

n — коэффициент шероховатости лотка, определяемый по справочникам в зависимости от материала лотка;

R — гидравлический радиус живого сечения потока, м;

k — поправочный коэффициент, устанавливаемый по таблице А.2.

Таблица А.2 — Поправочный коэффициент k

Плотность пульпы $\gamma_п$, кг/м^3	Глины, суглинки $d_{ср} = 20\cdot 10^{-6}$ м $w_{ср} = 0{,}2\cdot 10^{-3}$ м/с			Супеси, пески $d_{ср} = 200\cdot 10^{-6}$ м $w_{ср} = 20\cdot 10^{-3}$ м/с			Крупные пески $d_{ср} = 2\cdot 10^{-3}$ м $w_{ср} = 0{,}2$ м/с			Гравий $d_{ср} = 10\cdot 10^{-3}$ м $w_{ср} = 0{,}5$ м/с		
	Поправочный коэффициент k при скорости потока v, м/с											
	1,0	2,0	3,0	1,5	2,0	3,0	2,0	3,0	4,0	2,5	3,0	4,0
1050	1,25	1,15	1,10	1,30	1,20	1,10	1,40	1,35	1,20	1,60	1,50	1,30
1080	1,40	1,30	1,25	1,40	1,30	1,20	1,60	1,40	1,35	1,80	1,60	1,50
1100	1,45	1,40	1,30	1,60	1,45	1,40	1,90	1,70	1,50	2,00	1,80	1,60
1120	—	1,45	1,40	—	1,60	1,45	—	1,90	1,65	—	—	—
1190	—	1,60	1,45	—	—	1,60	—	—	—	—	—	—

Приложение Б
(справочное)

Тепловой расчет пульпопровода

Б.1 Пульпопровод не потеряет свои качества при отрицательных температурах при условии

$$L_{пр} \geq L_{ф},$$

где $L_{пр}$ — предельная дальность гидротранспортирования, м;
$L_{ф}$ — фактическая дальность гидротранспортирования, м.

Б.2 Пульпопровод без теплоизоляции

Предельную дальность гидротранспортирования $L_{пр}$, м, вычисляют по формуле

$$L_{пр} = (\gamma_c Q_п c)/(K\pi D_2) I_п [t_1 - (\theta + \gamma_п Q_п I_п g R)]/[t_2 - (\theta + \gamma_п Q_п I_п g R)], \quad (Б.1)$$

при $\frac{t_1 - \theta}{t_2 - \theta} > 2$

$$L_{пр} = [\gamma_п Q_п c(t_1 - t_2)]/(K\pi D_2(-\theta) - \gamma_п Q_п I_п g), \quad (Б.2)$$

при $\frac{t_1 - \theta}{t_2 - \theta} \leq 2$,

где $\gamma_п$ — плотность пульпы, кг/м^3;
$Q_п$ — объемный расход пульпы, м^3/с;
c — удельная теплоемкости пульпы, Дж/(кг·°С);
t_1 — температура пульпы в начале пульпопровода, °С;
t_2 — температура пульпы минимально допустимая по условиям эксплуатации, °С;
K — приведенный коэффициент теплопередачи пульпопровода в окружающую среду, Вт/(м^2·°С), вычисляемый по формуле

$$K = (1/\alpha_н + D_2/(2\lambda_{ст}) I_п D_2/D_1) - 1, \quad (Б.3)$$

где $\lambda_{ст}$ — коэффициент теплопроводности материала стенки трубы, Вт/(м·°С);
D_1 — внутренний диаметр пульпопровода, м;
D_2 — наружный диаметр пульпопровода, м;
$\alpha_н$ — коэффициент теплопередачи от пульпопровода в окружающую среду, Вт/(м^2·°С), вычисляют по формуле:

$$\alpha_н = 48{,}34(0{,}07 + 0{,}088W)D_2^{-0{,}3}), \quad (Б.4)$$

где W — расчетная скорость ветра, м/с;
θ — расчетная температура воздуха, °С;
$I_п$ — удельные потери напора в пульпопроводе, м/м (принимаются на основе расчета гидротранспорта, см. приложение А);
g — ускорение свободного падения, м/с^2; g = 9,8 м/с^2;
R — суммарное термическое сопротивление стенок пульпопровода, м·°С/Вт, вычисляемое по формуле

$$R = 1/(K\pi D_2). \quad (Б.5)$$

Б.3 Пульпопровод с теплоизоляцией по всей длине $L_ф$

Для вычисления $L_{пр}$ в формулах (Б.1) — (Б.4) D_2 заменяют на D_3,
где D_3 — наружный диаметр теплоизоляции, м.

Коэффициент теплопередачи пульпопровода K, Вт/(м^2·°С), вычисляют по формуле

$$K = (1/\alpha_н + D_2/(2\lambda_{ст}) I_п D_2/D_1 + D_2/(2\lambda_{из}) \cdot I_п D_3/D_2), \quad (Б.6)$$

где $\lambda_{из}$ — коэффициент теплопроводности материала теплоизоляции, Вт/(м°С).

Б.4 Пульпопровод с теплоизоляцией на части, его длины $L_2 < L_ф$

Длину участка пульпопровода с теплоизоляцией L_2 вычисляют по формуле

$$L_2 = [L_ф(\pi K_1 D_2 (-\theta) - \gamma_п Q_п I_п g) - \gamma_п Q_п c(t_1 - t_2)]/[(\pi (-\theta)\cdot(K_1 D_2 - K_2 D_3)], \quad (Б.7)$$

где K_1, K_2 — коэффициенты теплопередачи, Вт/(м^2·°С), соответственно пульпопровода с теплоизоляцией и без теплоизоляции, вычисляемые по формулам (Б.5) и (Б.6).

Б.5 Пульпопровод с образованием льда на внутренней поверхности стенки по условиям эксплуатации

Для вычисления $L_{пр}$ в формулах (Б.1) и (Б.2) температуру t_2 заменяют на температуру $t_о$, где $t_о$ — температура момента оледенения пульпы, °С.

Коэффициент теплопередачи пульпопровода K в этом случае вычисляют по формуле

$$K = (1/\alpha_н + D_2/(2\lambda_{ст})I_п D_2/D_1 + D_2/(2\lambda_л)I_п D_1/D_л) - 1, \quad (Б.8)$$

где $\lambda_л$ — коэффициент теплопроводности льда, Вт/(м°С), равный 2,32 Вт/(м°С);

$D_л$ — внутренний диаметр ледяного кольца при оледенении пульпопровода, м.

Теплоемкость пульпы во всех расчетах рекомендуется принимать в зависимости от ее плотности по таблице Б.1

Таблица Б.1

$\gamma_п$, кг/м^3	1000	1032	1065	1102	1142	1230	1330	1450
C, Дж/(кг°С)	4187	4019	3852	3684	3517	3182	2847	2512

Библиография

[1] СанПиН 2.6.1.2523—09 Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009

[2] Руководство по безопасности при использовании атомной энергии от 23 ноября 2016 г. № РБ-113-16 Обеспечение безопасности при рекультивации территорий предприятий по добыче и переработке урановых и ториевых руд

[3] Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ

[4] Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87)

[5] Федеральный закон от 11 июля 2011 г. № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

[6] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений»

[7] Метрологические требования к измерениям, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, их составным частям, программному обеспечению, методикам (методам) измерений, применяемым в области использования атомной энергии (утверждены приказом Госкорпорации «Росатом» от 31 октября 2013 г. № 1/10-НПА)

[8] СП 2.6.1.2216-07 Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ

[9] СП 2.6.1.2612-10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)

[10] ФНП в области использования атомной энергии от 22 августа 2014 г. № НП-055-14 Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности

[11] ФНП в области использования атомной энергии от 5 августа 2014 г. № НП-058-14 Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения

[12] Строительные нормы СН 551-82 Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов

[13] Руководство по проектированию оснований и фундаментов на пучинистых грунтах, НИИОСП им. Н.М. Герсеванова Госстроя СССР. — М.: Стройиздат, 1979 г.

[14] Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»

[15] СанПиН 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

[16] МУ 2.6.5.08—2019 Установление категории потенциальной радиационной опасности радиационного объекта

[17] МУ 2.6.5.008-2016 Контроль радиационной обстановки. Общие требования

[18] Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии»

[19] ФНП в области использования атомной энергии от 20 мая 2014 г. № НП-091-14 Обеспечение безопасности при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Общие положения

[20] ФНП в области использования атомной энергии от 21 июля 2016 г. № НП-097-16 Требования к обеспечению безопасности при выводе из эксплуатации пунктов хранения радиоактивных отходов

[21] Руководство по безопасности при использовании атомной энергии от 27 декабря 2012 г. № РБ-078-12 Обеспечение безопасности при выводе из эксплуатации (закрытии) хвостохранилищ

УДК 622.349.5:006.354 ОКС 27.120.30

Ключевые слова: нормы проектирования, уранодобывающее предприятие, добыча урана, хвостохранилище, хвосты, гидрометаллургический завод

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 09.12.2022. Подписано в печать 20.12.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,77.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru