

ПК «ИНСТИТУТ КАЗГИПРОВОДХОЗ»

**ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛОТИН
ХВОСТОХРАНИЛИЩ И ЗОЛОТВАЛОВ**

ВЫПУСК №1

Алматы 2017 г.

Настоящая брошюра подготовлена ПК «Институт Казгипроводхоз» в целях всестороннего обсуждения практических вопросов по разработке деклараций безопасности плотин и хвостохранилищ в Республике Казахстан.

В качестве материалов представлены сведения по вопросам норм проектирования гидротехнических сооружений и хвостохранилищ. Приведены факторы по анализу безопасности гидротехнического сооружения и хвостохранилищ, его соответствие критериям безопасности, проекту, действующим техническим нормам и правилам проектирования.

ПК «Институт Казгипроводхоз» будет признателен всем заинтересованным организациям и специалистам при обсуждении вопроса по обеспечению безопасности плотин.

Свои замечания и предложения просим направлять:

ПК «Институт Казгипроводхоз», г. Алматы, пр. Сейфуллина д.434.

kazgipro@mail.ru.

ГИП - Алибаев Каримжан

(моб. +7 771 766 33 67 +7-701-229-09-87),

эл.адрес: karimalibaev@mail.ru

1. СТРОИТЕЛЬСТВО ПЛОТИН И ДАМБ ХРАНИЛИЩА.

Строительство плотин и дамб хранилища для складирования отходов обогащения руды (хвостов и шламов) металлургической промышленности производится специализированными организациями, ведущими гидротехнические работы по разработанному проекту производства работ, увязанному с комплексом строительства хранилища горнообогатительного комбината, с учетом особенностей геологических, гидрогеологических, топографических и других местных условий, охраны окружающей среды и водных ресурсов.

Плотины и дамбы хранилища рекомендуется строить по утвержденному проекту, в котором указываются наиболее целесообразные схемы движения машин и строительных механизмов, схемы приема работ с максимальным использованием типовых решений для данных условий района. Должны учитываться требования к конструкции и возведению плотин и дамб первичного и вторичного обвалования, изложенные в главе СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов.

При строительстве плотин или дамб хранилища необходимо подготовить основание и сопряжения с берегами: вырубить деревья, кустарник, удалить растительный слой, пни и корневую систему в основании гидросооружений (для сооружений IV и V классов капитальности в отдельных случаях разрешается оставлять растительный слой в основании), удалить в основании и у берегов лед и снег.

При строительстве плотин или дамб производят отсыпку грунта слоями. Слой по основанию отсыпают автосамосвалами и разравнивают бульдозерами. Допускается отсыпать плотины или дамбы слоями 1,0 - 1,5 м с перемещением механизмов по поверхности отсыпанного слоя.

Строительные работы по возведению плотины или дамбы хранилища намывом или укаткой влажного грунта необходимо проводить в теплое время года, создав емкость хранилища для зимнего замыва отходов производства обогащения руды.

Для сокращения затрат на возведение ограждающих дамб рекомендуется шире использовать рядовые вскрышные породы, доставляемые в тело дамбы при помощи техники, ведущей вскрышу и транспортирование отвальных пород. Вскрышные породы должны доставляться к месту укладки непосредственно из карьеров рудников, минуя перегрузочные пункты и временные отвалы.

Вскрышные породы при этом следует транспортировать из карьеров и укладывать в тело дамб без сортировки и ограничения по грансоставу. Однако их отсыпку необходимо вести зонированно, т.е. поперечный профиль дамб должен быть разбит на зоны, в каждую из которых укладываются вскрышные породы, разрабатываемые на определенных участках (горизонтах) карьера.

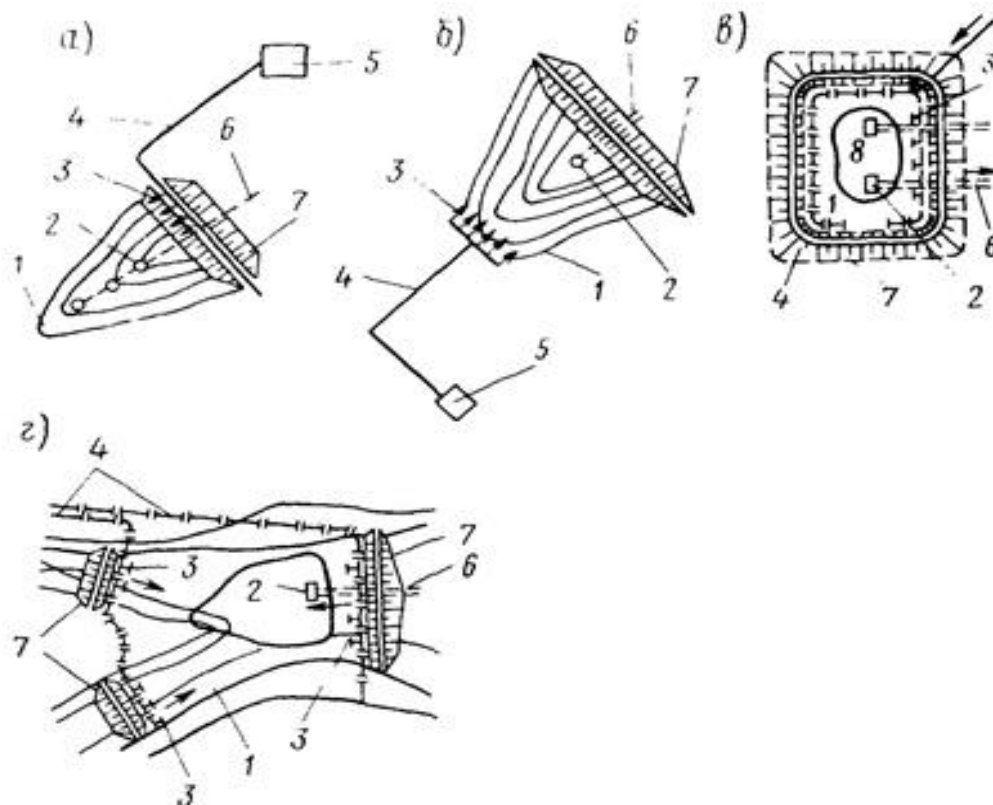


Рис. 1. Схема замыва хранилищ

a - от плотины к берегу; *б* - от берега к плотине; *в* - кольцевая; *г* - комбинированная; 1 - хранилище; 2 - водосбросной колодец; 3 - пульповыпуски; 4 - магистральный пульповод; 5 - обогатительная фабрика; 6 - водосбросная труба; 7 - дамба (плотина); 8 - прудок-отстойник.

В проекте производства работ следует обосновать необходимость каждого из видов работ, их объем, способы выполнения с учетом запаса высоты плотины или дамбы в соответствии с СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов.

При планировке гребня рыхлоотсыпанной насыпи должна быть обеспечена строительная высота плотины или дамбы, которая определяется с учетом запаса на осадку, учитываемую коэффициентами для рыхлоотсыпанного сооружения из глинистых грунтов и равную 1,15 - 1,2, супесчаных - 1,1 - 1,15, песчаных 1,05 - 1,1.

После окончания основных осадок гидросооружений и до заполнения водой хранилища следует применять рекомендованные типы крепления гребня и откосов плотины и дамбы. Если необходимо крепить гребень и верховой откос до окончания основных осадок или он находится под водой, следует применять гибкие типы крепления: каменную и гравийно-галечниковую отсыпку, фашинные тьюфаки, фашины и т.п.

В хранилищах, замываемых от вершины к дамбе, при заполнении их паводковыми и атмосферными стоками со значительной величиной площади зеркала воды верховой откос должен быть укреплен на 1 м ниже начального уровня воды в хранилище. В случае замыва хранилища от дамбы к вершине путем постепенного повышения отвала крепить верховой откос плотины или дамбы не следует.

Типы крепления следует выбирать на основе технико-экономического сопоставления вариантов с учетом возможности выполнения его при максимальном использовании средств механизации.

2. СТРОИТЕЛЬСТВО ДАМБ ВТОРИЧНОГО ОБВАЛОВАНИЯ.

После строительства дамб первичного обвалования, возводимых из местных грунтов, в основном из вскрышных пород, сооружаются вторичные дамбы обвалования намывом из отходов обогащения руды.

При проектировании и возведении дамб вторичного обвалования пользуются рекомендациями и конструкциями по технологическому намыву дамб обвалования, которые осуществляются в процессе эксплуатации хранилищ.

Высота дамб вторичного обвалования в процессе намыва отходов при двустороннем намыве с отложением тонкозернистых частиц в ядро должна быть не более 3 м, при этом должны соблюдаться технология рассредоточенного намыва, размеры заданных пляжей и толщина слоев, намываемых с каждой стороны (не более 1 м при одностороннем намыве дамб вторичного обвалования).

Выбор материалов для дамб вторичного обвалования производится на основе технико-экономических расчетов с учетом эксплуатационного режима. Материалом для дамб вторичного обвалования являются отходы обогащения руды и грунты вскрышной породы.

Первичная дамба обвалования замывается отходами 1-го яруса таким образом, чтобы крупные частицы отходов откладывались ближе к упорной призме, а мелкие частицы далее к прудку-отстойнику.

Наращивание хранилища дамбами вторичного обвалования производится после окончания намыва нижнего яруса и образования соответствующего пляжа. Пригодность отходов для этой цели и требование раскладки отходов определяются их зерновым составом: если содержание частиц диаметром мельче 0,074 мм меньше 60 % (по весу), то отходы следует намывать в дамбы без раскладки их по фракциям, если больше 60 %, то при возведении дамб из этих отходов следует применить раскладку их по фракциям гидроциклонами или делительными устройствами.

Ширину гребня вторичной дамбы, по которой предполагается укладка распределительных пульповодов, устанавливают с учетом диаметра и числа ниток распределительных пульповодов, возможности монтажа их и выпусков, а также с учетом строительных механизмов при производстве работ.

Ширину гребня вторичной дамбы обвалования, на которой не предполагается укладка распределительных пульповодов, определяется из условия продвижения строительных механизмов и машин с учетом требований главы СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов.

Каждый последующий ярус вторичной дамбы рекомендуется отсыпать от верховой бровки гребня предыдущего яруса в сторону хранилища, сохраняя гребень в качестве бермы.

Высота вторичной дамбы обвалования рассчитывается в зависимости от количества пригодного материала для ее возведения, необходимого для возведения яруса по всему периметру хранилища или его секции, достаточного объема, который должен обеспечить прием пульпы.

Возведение дамб вторичного обвалования, как показала практика, экономически выгодно намывом отходов обогащения руды в процессе заполнения хранилища. В соответствии со схемой заполнения хранилища пульпу можно подавать в хранилище эстакадным, зенитным и безэстакадным способом. Выбор способа и схемы замыва хранилища зависит от производительности ГОКа. Так, например, при намыве отходов в хранилище свыше 5000 т/сут выгодно применять безэстакадный способ намыва отходов из торца пульповода, меньше 5000 т/сут выгоднее рассредоточенный способ намыва с малых эстакад.

3. СХЕМА ЗАПОЛНЕНИЯ ХРАНИЛИЩА ЗАМЫВОМ ОТХОДОВ.

Схема заполнения и намыва хранилища устанавливается технологией организации работ в зависимости от зернового состава (крупности помола руды) отходов, производительности фабрики, объема, класса капитальности хранилища, климатических, топографических и геологических условий ложа.

Если содержание в отходах частиц диаметром крупнее 0,074 мм составляет менее 30 % и их недостаточно для возведения ограждающих дамб, то рекомендуется применять наливной тип хранилища с устройством дамбы на всю высоту гидроотвала из местных грунтов ступенями по очередям с соблюдением расчетного профиля дамбы, предусматривающего устойчивость сооружения при полной высоте. Замыв хранилища в этом случае производится любым способом, т.е. от плотины или дамбы или к плотине или дамбе. Для повышения устойчивости дамбы замыв хранилища предпочтительнее осуществлять рассредоточенным способом от плотины или дамбы.

При содержании в отходах фракции диаметром крупнее 0,074 мм в достаточном количестве для образования ограждающей дамбы хранилище проектируется намывного типа. Это же условие действительно и при эксплуатации, и при дальнейшем наращивании дамбы хранилища.

Заполнение хранилища может производиться по четырем основным схемам:

1. от плотины и ограждающей дамбы к вершине;
2. от вершины или берега к плотине или дамбе;
3. по комбинированной схеме, когда одновременно или последовательно осуществляется заполнение как от плотины или дамбы, так и от берегов;
4. по кольцевой схеме для заполнения косогорных и равнинных хранилищ.

Рекомендуется два вида намыва пульпы в хранилище:

- рассредоточенный (через отдельные выпуски) и
- сосредоточенный (через торец трубы).

Замыв от ограждающей дамбы (плотины) к вершине применяется при заполнении овражных хранилищ. Он выгоден при рассредоточенной подаче пульпы и отличается следующими достоинствами: использованием отходов для возведения дамб вторичного обвалования; возможностью надлежащего осветления пульпы; вводом в эксплуатацию дамб первичного обвалования, возведенных из дренирующего материала, без дренажа, без механического уплотнения, а в зимних условиях - с использованием мерзлого грунта.

Заполнение хранилища от вершины к дамбе (плотине) успешно используется при безэстакадной подаче пульпы с обогатительных фабрик большой производительности и при высоких темпах замыва. Без дополнительных организационных мероприятий этот способ можно применять в течение всего периода эксплуатации плотинного хранилища.

При большом объеме овражного хранилища создаются благоприятные условия для осветления пульпы, для аккумуляции естественного стока и последующей разработки отходов в целях использования их в промышленности. Основным недостатком этого способа заключается в трудности использования отходов для возведения ограждающих дамб из-за значительной удаленности дамб отвала.

Комбинированный замыв применяют при большой длине овражного хранилища. Сочетая достоинства первых двух способов, он обеспечивает высокую интенсивность замыва, полное использование объема хранилища и т.д.

Кольцевой замыв, характеризующийся простотой и удобством в эксплуатации, успешно применяют в условиях косогорных и равнинных хранилищ.

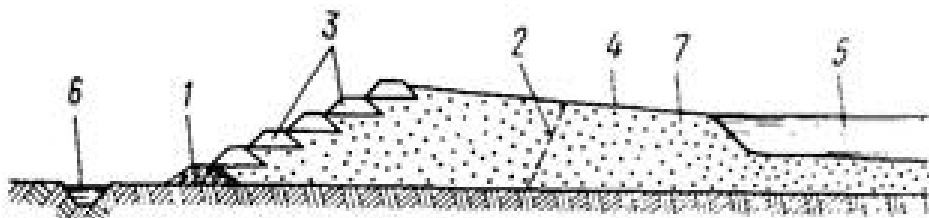


Рис. 2. Схема одностороннего намыва хранилищ

1 - первичная дамба обвалования; 2 - граница упорной призмы; 3 - вторичные дамбы обвалования; 4 - пляж; 5 - прудок; 6 - канава; 7 - гидроотвал

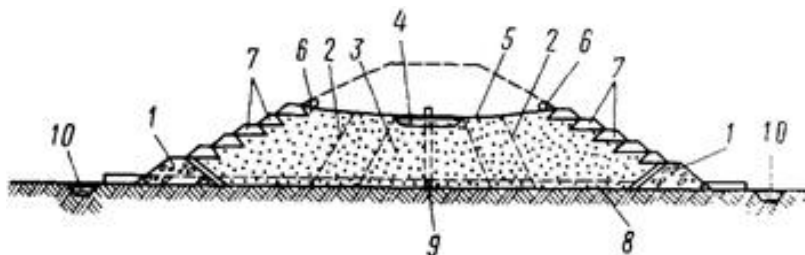


Рис. 3. Схема двухстороннего намыва хвостохранилищ

1 - первичная дамба обвалования из вскрышных пород с обратным фильтром; 2 - граница упорной призмы; 3 - ядро; 4 - прудок-отстойник; 5 - пляж; 6 - распределительный пульповод; 7 - вторичные дамбы обвалования; 8 - коллектор; 9 - сбросный колодец; 10 - канава

Пульпа от магистрального пульповода подается в кольцо распределительного пульповода, смонтированного непосредственно на гребне ограждающих дамб или на эстакадах малой высоты. В распределительном пульповоде устроены выпуски, оборудованные трубами или лотками. Расстояние от одного выпуска до другого можно принимать равным 8 - 10 м. При постепенном возведении хранилища трубы или лотки укладываются по откосу ограждающих дамб от выпусков до уреза воды в прудке. Через отверстия в трубе или лотке крупные фракции выпадают на верхнем откосе, создавая пляж, а мелкие фракции сбрасываются в прудок-отстойник через открытый торец трубы или лотка.

После того как отвал поднимется к гребню дамбы первичного обвалования, из намывных отходов отсыпают дамбы вторичного обвалования, последовательно замыкая ярусы хранилища перед ними. В связи с подачей пульпы на верховой откос профиль ограждающей дамбы усиливается и ее противофильтрационные свойства улучшаются.

Недостаток кольцевого способа заключается в значительной длине распределительных пульповодов и относительно большом объеме дамб на единицу складироваемых отходов.

Заполнение хранилища по высоте может быть одноярусным и поярусным. В один ярус заполняют хранилища плотинного вида. Для поярусного заполнения хранилища используют дамбы первичного обвалования и дамбы вторичного обвалования, последовательно возводимые в процессе эксплуатации хранилища. При этом способе заполнения хранилища на объем отходов, намываемых в отвал, приходится сравнительно небольшой объем ограждающих дамб, что позволяет использовать отходы для возведения дамб вторичного обвалования.

Односторонний намыв отходов в дамбу или плотину ведется только со стороны верхового откоса дамбы гидроотвала. Эта схема намыва рекомендуется тогда, когда исходный материал содержит фракции диаметром менее 0,074 мм не свыше 50 % по весу. При этой схеме намыва обеспечивается в пределах упорной призмы полное фракционирование материала по крупности и пористости по принципу обратного фильтра, что способствует лучшей устойчивости низового откоса.

Двухсторонний намыв дамб или плотин ведется одновременно как с правой, так и с левой стороны. Эта схема рекомендуется при сравнительно небольшом объеме работ по намыву. Исходный материал должен содержать не менее 60 % фракций диаметром более 0,074 мм. При намыве поочередно с каждой стороны должно соблюдаться основное требование: урез воды прудка у противоположной от намыва стороны не должен переходить за середину пляжа при двухстороннем намыве, при этом должна соблюдаться расчетная ширина пляжа, обеспечивающая устойчивость дамбы.

Для проектирования отложения пылевато-глинистых фракций в местах сопряжения дамбы с бортами хранилища намыв следует вести таким образом, чтобы отстойный пруд не распространялся на боковые зоны хранилища.

Двухсторонний намыв требует в 2 раза больше крупнозернистого материала, чем односторонний. В случае недостаточного количества крупнозернистого материала необходимо применять разделение фракций по крупности на классификаторах. При необеспеченности строительства крупными фракциями отходов может оказаться целесообразным также комбинированный профиль упорной призмы, включающий как намывные отходы, так и другие местные строительные материалы, которые тоже намываются.

При большой площади хранилища и высокой производительности обогатительной фабрики схема заполнения хранилища должна включать в себя разбивку территории пляжа на технологические карты и намыв осуществляется картовым способом. Разбивка на карты разрабатывается при составлении проекта организации работ по возведению сооружений хранилища.

Кроме одно- и двухстороннего намыва может найти применение пионерно-торцевая схема для замыва нижнего подводного яруса внешней призмы дамбы, а также для намыва оснований под разделительные Дамбы и дамбы для прокладки магистральных пульповодов. Замыв нижнего, подводного яруса внешней призмы должен производиться только крупными фракциями отходов, содержание частиц диаметром более 0,074 мм должно составлять не менее 60 %.

Пионерно-торцевая схема для замыва основных емкостей хранилища не рекомендуется из-за невозможности получения при раскладке крупных фракций в упорной призме и обеспечения ее устойчивости.

4. ПОДАЧА ПУЛЬПЫ ДЛЯ НАМЫВА ОТХОДОВ В ХРАНИЛИЩА.

4.1. Намыв отходов с эстакад малой высоты.

Замыв хранилищ отходами с эстакад малой высоты можно производить при любом объеме подаваемой пульпы (рис. 32). При этом способе подачи пульпы на гребне плотины и дамбы или на дамбе первичного обвалования, или на их откосах (на расстоянии 8 м от подошвы) монтируют деревянную эстакаду высотой до 2,0 - 2,5 м, на которой прокладывают трубы пульповода. В трубах устраивают выпуски на расстоянии от 6 до 12 м один от другого, расстояние между которыми увеличивается с уменьшением диаметра частиц отходов. Из выпусков пульпу принимают в лотки, обычно деревянные. Под каждые 4 - 5 выпусков устраивают один приемный поток. Из приемного лотка пульпу отводят по распределительным лоткам, уложенным по откосу на легких деревянных опорах, в прудок-отстойник. Распределительные лотки располагают через 24 - 30 м один от другого.

Для выпуска пульпы и раскладки отходов по откосу в лотках устраивают отверстия. Эти отверстия размещаются в зависимости от крупности подаваемых отходов в консистенции пульпы. Замыв хранилища производят через 4 - 5 одновременно работающих выпусков при открытом конце пульповода. По мере намыва отвала выпуски перекрывают и открывают следующие по ходу пульпы выпуски, через которые и подают пульпу. В случае применения обратного водоснабжения прудок-отстойник хранилища до замыва отходов заполняют водой, а пульпу подают к урезу воды в нем.

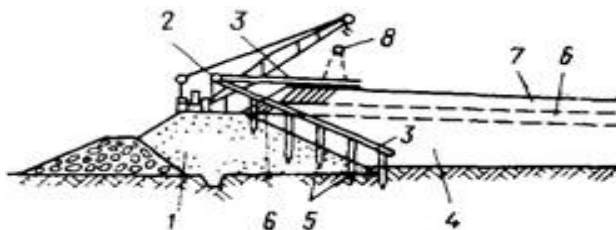


Рис. 4. Схемы замыва хранилища с эстакад малой высоты

1 - дамба первичного обвалования; 2 - пульповод на эстакаде; 3 - лоток; 4 - первый ярус замыва; 5 - опоры лотка; 6 - второй ярус замыва; 7 - третий ярус замыва; 8 - второе положение пульповода

Различают две стадии замыва хранилища по высоте: первая - от основания до гребня дамбы первичного обвалования (при этом хвостовую пульпу подают по лоткам, звенья которых по мере повышения отвала постепенно снижают); вторая - выше гребня дамбы первичного обвалования. На этой стадии из отходов, отложившихся на пляже, с помощью бульдозера или экскаватора отсыпают ограждающие дамбы вторичного обвалования, за которые затем намывают отходы.

Когда поверхность отвала поднимается к выпускам, пульповод и эстакаду демонтируют, снижая насадки и выдергивая с помощью крана стойки. Очередной ярус дамбы вторичного обвалования отсыпают с увеличенной шириной гребня, монтируя на нем эстакаду для пульповода. С этой эстакады замывают новую ступень хранилища.

4.2. Подача пульпы с высоких эстакад

При большой интенсивности нарастания отвала, когда требуется частая перестановка эстакад малой высоты, а также частый демонтаж и монтаж пульповода, целесообразнее устраивать эстакады значительной высоты. Организация замыва хранилища с эстакад большой высоты аналогична описанной выше для эстакад малой высоты. По мере повышения отвала горизонтальные и наклонные элементы эстакады постепенно удаляют. Стойки эстакады оставляют в отвале.

4.3. Подача пульпы зенитным способом с подкладок

Зенитный способ подачи пульпы рекомендуется применять при небольшом выходе отходов (небольшой интенсивности нарастания отвала хранилища) и при небольшой высоте отвала (менее 12 м в год). При этом способе также различают две стадии замыва хранилища:

первая - на гребне дамбы первичного обвалования на подкладках (или на эстакаде малой высоты) монтируют распределительный пульповод с выпусками в виде труб, размещаемыми на расстоянии 6 - 13 м один от другого. Выпуски оборудуют затворами, обычно клапанными. В трубах выпусков устраивают сбросные отверстия диаметром 50 мм.

Замыв хранилища до гребня дамбы первичного обвалования в порядке, аналогичном описанному для подачи пульпы с эстакад малой высоты;

вторая - когда поверхность отвала достигнет гребня дамбы первичного обвалования, из отходов отсыпают дамбу вторичного обвалования. Затем к выпускам присоединяют трубы диаметром 200 мм, располагая их под углом, соответствующим углу низового откоса дамбы, с таким расчетом, чтобы открытый торец их выходил за гребень дамбы вторичного обвалования (рис. 33). Подавая через торец трубы пульпу, замывают ярус хранилища перед дамбой вторичного обвалования. Пульпу можно подавать на пляж с помощью лотка. Затем на намывных отходах возводят следующий ярус дамбы вторичного обвалования из отходов и замывают перед ней очередной ярус хранилища, так продолжают намыв до тех пор, пока отвал поднимается на 8 - 10 м выше гребня дамбы первичного обвалования.

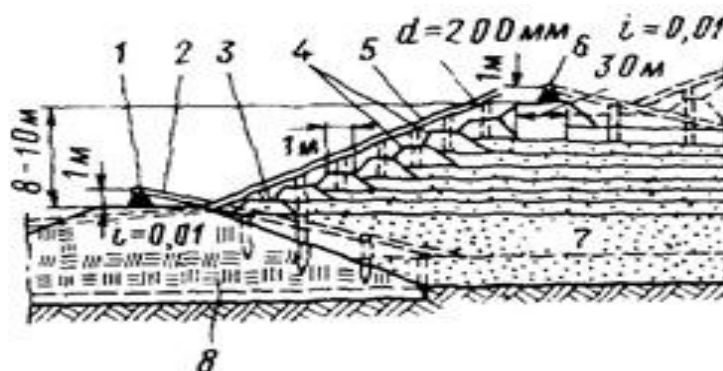


Рис. 5. Схема замыва хранилища зенитным способом

1 - распределительный пульповод; 2 - стальная труба выпуска; 3 - деревянная или стальная труба; 4 - дамба вторичного обвалования, отсыпанная из отходов; 5 - фанерная труба пульповода; 6 - второе положение распределительного пульповода; 7 - начальный уровень воды; 8 - насыпная дамба первичного обвалования

На этом уровне отвала отсыпают из отходов дамбу с уширенным гребнем, на котором на подкладках (или на эстакаде малой высоты) вновь монтируют распределительный пульповод. Затем, последовательно присоединяя звенья труб диаметром 200 мм, постепенно удлиняют их таким образом, чтобы общая высота новой ступени снова достигла величины 8 - 10 м, повторяя все операции по замыву отходов и возведению очередного яруса дамбы вторичного обвалования.

Из распределительного пульповода пульпу одновременно подают через 3 - 4 выпуска, остальные выпуски при этом закрывают запорами. Намыв слой отходов толщиной 20 - 30 см, затворы этих выпусков закрывают, а затворы следующих 3 - 4 выпусков по ходу пульпы открывают, и так продолжают до конца замываемого участка.

Применение зенитного способа подачи пульпы на обогатительных фабриках ограничено в связи с характерными для него большими потерями напора.

4.4. Подача пульпы в хранилище рассредоточенным способом с наклонных лаг

Рассредоточенный способ рекомендуется для ГОКов, сбрасывающих небольшое количество отходов - до 5000 т/сут при данном способе намыва расход пульпы по карте осуществляется малыми порциями через малые отверстия, расположенные друг от друга на расстоянии 5 - 8 м. Замыв хранилища по этому способу производится в две стадии.

I стадия - производят замыв первой зоны емкости перед дамбой первичного

обвалования описанным ранее способом. Распределительный пульповод из старых или фанерных труб диаметром 250 - 400 мм монтируют вдоль гребня ограждающей дамбы первичного обвалования на лагах, уложенных на сваи или стойки, забитые на расстоянии 4 - 6 м от другой, под углом соответствующим углу низового откоса дамб вторичного обвалования. Трубы закрепляют на лагах с помощью упоров. В распределительном пульповоде через 1 - 1,5 м по его длине просверливают отверстия диаметром 40 - 50 мм. Пульпу подают через 15 - 20 таких отверстий, при этом наиболее крупные фракции отходов выпадают вблизи отверстий и создают пляж. Мелкие же фракции с потоком пульпы переносятся в прудок-отстойник хранилища;

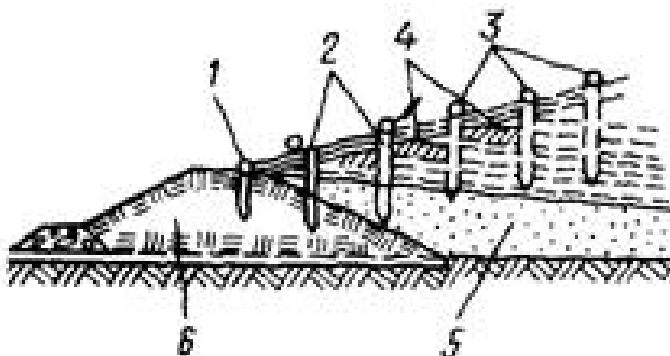


Рис. 6. Схема замыва хранилища рассредоточенным способом с наклонных лаг

1 - наклонные лаги; 2 - сваи; 3 - последовательное положение распределительного пульповода; 4 - дамбы вторичного обвалования, отсыпаемые из отходов; 5 - замыв отходами обогащения руды дамбы первичного обвалования; 6 - дамба первичного обвалования

II стадия - после того, как поверхность отвала отходов поднимется до гребня дамбы первичного обвалования, на отвал отсыпают дамбу вторичного обвалования. С нее продолжают замыв хранилища до тех пор, пока отвал поднимется к выпускам распределительного пульповода и возникнет необходимость поднять его. Забивая очередной ряд свай и укладывая лаги выше по откосу, передвигают по ним пульповод одновременно по всей его длине.

К достоинствам этого способа относятся возможность передвижения распределительного пульповода без перерывов в процессе подачи пульпы и проведения всех работ по отсыпке дамб вторичного обвалования, монтажу пульповода и его передвижению средствами малой механизации.

4.5. Подача пульпы безэстакадным способом

Безэстакадный способ замыва хранилища характеризуется простотой применения и рекомендуется при интенсивной подаче отходов (свыше 5000 т/сут), а также при большой емкости и длине хранилища. Замыв происходит успешно при высокой консистенции пульпы. Пульпа подается в отвал непосредственно из торца трубы, уложенной на поверхность отвала. В связи с сосредоточенной подачей пульпы мероприятия по улучшению раскладки отходов и по отбору крупных фракций по фронту отсыпки дамб вторичного обвалования не могут проводиться, поэтому использование отходов для возведения ограждающих дамб вторичного обвалования возможно лишь при поступлении с обогатительной фабрики отходов значительной крупности (частиц менее 0,074 мм меньше 60 %). При наличии исследований раскладки отходов при намыве разрешается использовать отходы более тонкого помола.

Время обезвоживания отходов, обеспечивающее проходимость механизмов по отвалу, уточняют по лабораторным исследованиям и указывают в местной инструкции.

Намыв отходов перед дамбой первичного обвалования и перед дамбами вторичного обвалования производят с помощью одних и тех же организационных приемов.

Ограждающие дамбы вторичного обвалования возводят с помощью бульдозера или грейфера из отходов, намытых на пляже, если их крупность не менее указанной выше.

Распределительный пульповод монтируют последовательно из звеньев стальных труб, используя быстроразъемное соединение. В процессе подачи пульпы наращиваемое звено поддерживают краном в несколько наклонном положении, обеспечивая превышение переднего конца звена над поверхностью намыва на 50 см.

Через торец крайнего звена пульповода подают пульпу до тех пор, пока поверхность отложений отходов не подойдет к подошве деревянного бруса, на котором покоится в горизонтальном положении предыдущее звено.

На намытые отходы кладут брусья, а на них укладывают горизонтальное звено пульповода, находившееся до этого в наклонном положении, и цикл повторяют: присоединяют к горизонтальному звену новое, поддерживая его в наклонном положении, подают пульпу через открытый торец до предела, указанного выше, и т.д.

Постепенно наращивая пульповод до конца намываемого участка, меняют направление намыва и, отступая последовательно, снимают звенья пульповода. Поднимая и поддерживая в наклонном положении конечное звено, убирают лежащие под ним брусья и намывают отходы до нижнего края следующего звена, лежащего на подкладках, и т.д. до начала намываемого участка.

Звенья присоединяют и снимают в процессе непрерывной подачи пульпы. Монтаж и демонтаж звеньев производят с помощью гусеничного крана грузоподъемностью 3 - 5 т.

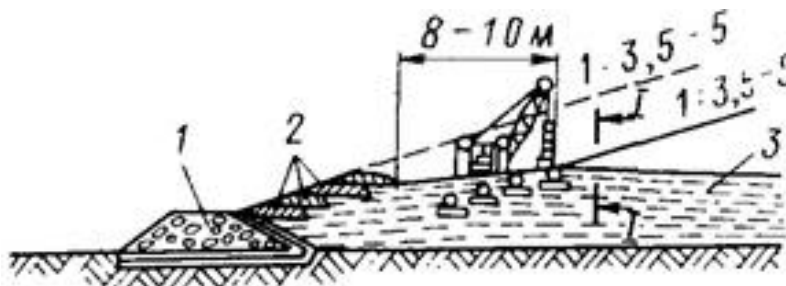


Рис. 7. Схема замыва хранилища сосредоточенным безэстакадным способом

1 – дамба первичного обвалования; 2 – дамбы вторичного обвалования; 3 – отложение отходов.

Способом безэстакадной подачи пульпы замывают и карьерную выработку. Распределительный пульповод при этом укладывают непосредственно на намытые отходы, постепенно наращивая его отдельными звеньями, начиная от магистрального пульповода, уложенного вдоль выработки.

Для уточнения схемы замыва и расчетных характеристик намываемых отходов (грансостав исходных отходов, раскладка отходов по фракциям на пляже и в прудке, объемный вес скелета, пористость, удельный вес, угол внутреннего трения, сцепление, коэффициент фильтрации и т.п.) рекомендуется выполнять опытный намыв, привлекая специалистов научно-исследовательского института. По результатам опытного намыва в случае необходимости нужно корректировать схемы замыва хранилища.

При опытном намыве необходимо подобрать оптимальные схемы сброса и конструкцию выпусков, при которых крупные фракции отходов будут откладываться непосредственно у откоса ограждающей дамбы. Для сброса мелких фракций отходов в глубь хранилища рекомендуется в конце серии выпусков устраивать специальные выпуски

длиной 50 – 60 м.

Наиболее благоприятные условия для раскладки отходов по фракциям достигаются при намыве пляжа сериями выпусков диаметром, равным 0,1 – 0,3 диаметра распределительного пульповода, при расстоянии между ними 5 – 20 м. Длина выпусков должна быть минимальной, чтобы пульпа падала у подошвы верхового откоса ограждающей или вторичной дамбы.

Для эффективного управления сбросом пульпы и поддержания заданного режима раскладки отходов на распределительных пульповодах после каждой серии выпусков и на всех выпусках должны быть установлены шиберные задвижки или другая запорная арматура.

5. КАРТОВЫЙ НАМЫВ ОТХОДОВ

При большой протяженности дамб односторонний намыв отходов мелкого помола не обеспечивает опережения роста пляжей над ростом уровня воды и создания пляжей на всей длине дамб.

При одностороннем картовом намыве дамб карты ограждаются дамбочками, а намыв ведется со стороны низового откоса дамбы в сторону хранилища.

Эта схема намыва может применяться, когда исходная пульпа содержит фракции хвостов диаметром менее 0,074 мм не выше 70 %, но при этом количество глинистых частиц не должно быть более 20 %. При такой схеме картового намыва темп возведения дамб выше в 2 - 3 раза, чем при одностороннем намыве.

Весь фронт намыва должен быть разделен на карты по числу магистральных пульповодов, подающих пульпу в хранилище. В зависимости от количества исходных отходов и необходимого темпа наращивания длина участков задается равной 600 - 100 м. Участки делятся на карты, число которых должно быть не меньше двух, одна из них замыкается, вторая строится. Размер карты по фронту намыва рекомендуется принимать в пределах 200 - 400 м.

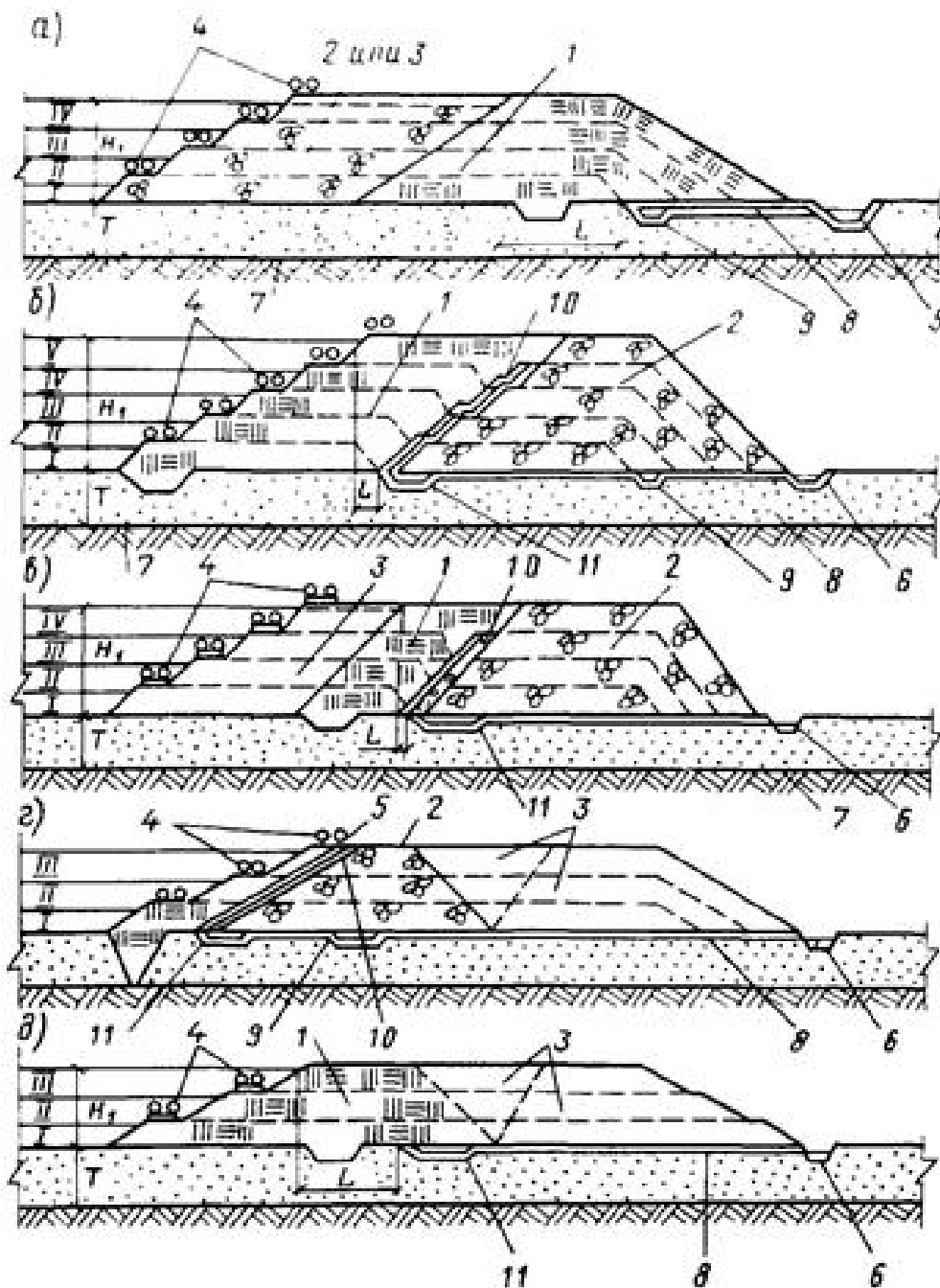


Рис. 8. Конструктивная схема дамбы-отвала

a - с верховой частью из скальных пород или любых пород; *б* - с верховой частью из нескальных пород; *в* - с ядром; *г* - с экраном; *д* - с зонированной отсыпкой пород в упорную призму; *1* - нескальные породы; *2* - скальные породы; *3* - любые породы; *4* - пульповоды; *5* - экран; *6* - дренажная канава-коллектор; *7* - кровля водоупора; *8* - отводящий коллектор дренажа; *9* - дренажная канава первого года эксплуатации, превращаемая во внутренний дренаж дамбы на последующих этапах наращивания; *10* - переходный слой; *11* - горизонтальный дренаж; *I - V* - ярусы намыва хвостов

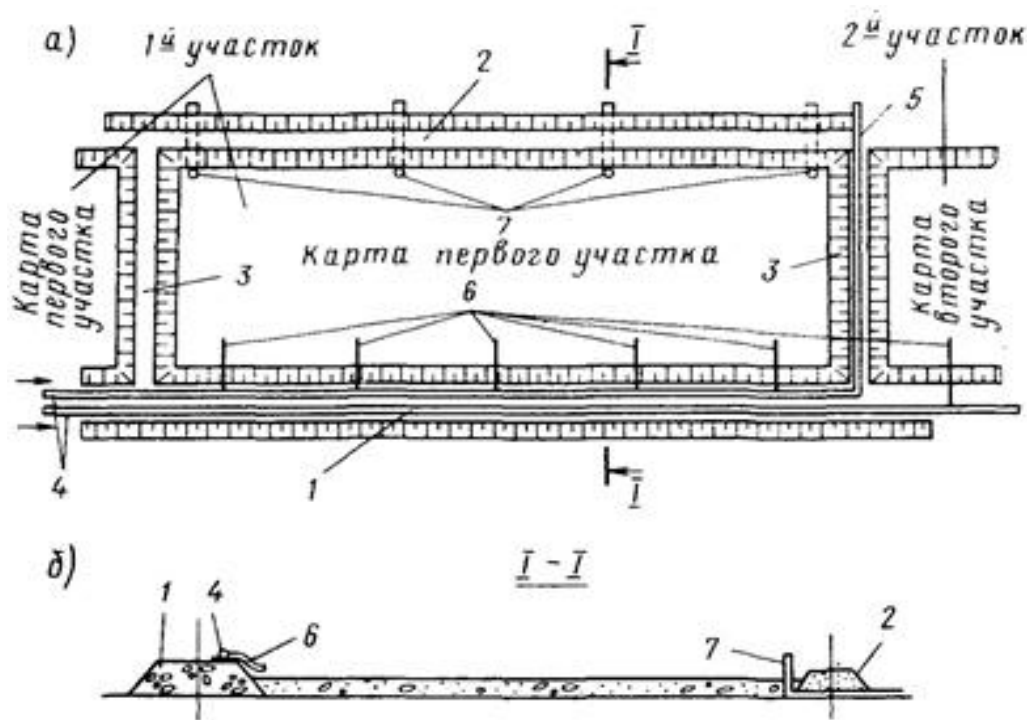


Рис. 9. Нарращивание ограждающих дамб хвостохранилищ односторонним намывом карт

а - план; *б* - разрез; 1 - внешняя дамбочка; 2, 3 - внутренняя и разделительная дамбочки; 4 - магистральный пульповод; 5 - концевой выпуск; 6 - выпуски на карту; 7 - водосбросы

Каждый магистральный пульповод должен оканчиваться концевым выпуском того же диаметра, выведенным в хранилище за пределы карты на длину не менее 2 м от подошвы внутренней дамбочки. Этот выпуск следует укладывать на разделительной дамбе между соседними участками намыва.

Подача пульпы в карты осуществляется через выпуски, ввариваемые в нижнюю часть магистрального пульповода.

В соответствии с имеющимся опытом рекомендуется принимать:

- диаметр выпусков не менее 0,4 диаметра магистрального пульповода;
- расстояние между выпусками не более 150 их диаметров;
- расстояние выпуска от разделительной дамбочки не менее 20 его диаметров;
- конец выпусков располагать не ближе 2 м от подошвы откоса.

Выпуски оборудуются запорной аппаратурой.

Длина карт на первом ярусе намыва максимальная и определяется из необходимого для устойчивости проектируемой дамбы заложения откосов. По мере роста в высоту длина карт уменьшается, за счет чего следует увеличивать фронт намыва. Длину карт на последнем ярусе намыва не рекомендуется принимать менее 30 м.

Карты представляют прямоугольные в плане участки хранилища, ограниченные со всех сторон дамбочками. Дамбочки разделяются на три типа: внешние, образующие низовой откос дамбы; внутренние, формирующие ее верховой откос;

разделительные - между картами намыва. Наиболее ответственные из них - внешние, являющиеся основной частью упорной призмы, поэтому их материал должен быть устойчив к действию воды и перемены температур, а коэффициент фильтрации - больше коэффициента фильтрации намываемых в карту отходов.

Внутренние и разделительные дамбочки могут отсыпаться из любого местного грунта. В необходимых случаях их откосы закрепляются от размыва скальными грунтами вскрыши рудного места. Внутренние дамбочки желательнее возводить из грунтов с большим коэффициентом фильтрации (скальные грунты вскрыши, песчаные отходы); коэффициент фильтрации разделительных дамбочек не должен быть больше коэффициента фильтрации намываемых в карту отходов.

Ширина поверху внутренних и разделительных дамбочек должна обеспечить безопасный проезд и разезд самосвалов. На гребне внешних дамбочек необходимо оставить место также для укладки пульповодов, с помощью которых будет вестись замыв карт. Коэффициент заложения откосов внутренних и разделительных дамбочек может приниматься равным углу естественного откоса грунта, внешних дамбочек исходя из проектного очертания низового откоса дамбы.

Высоту внешних дамбочек рекомендуется принимать равной 3 - 5 м, а высоту внутренних и разделительных в два раза меньше. Таким образом, по высоте сооружение должно разбиваться на этапы намыва, соответствующие высоте внешних дамбочек, а каждый этап в свою очередь должен быть разделен на два яруса намыва.

Для отвода с карт в хранилище воды, содержащей глинистые и суглинистые фракции отходов, в теле внутренних ограждающих дамбочек устраиваются водосбросы, состоящие из приемного оголовка и отводящей трубы.

Пропускная способность сбросов должна обеспечивать практически беспрудковый замыв карт при подаче на них максимального расхода пульпы. Глубина воды в конце карт не должна превышать 0,3 м.

Высоту шандор, с помощью которых перекрываются отверстия приемных оголовков, следует задавать в пределах 0,15 - 0,20 м.

Рекомендуется в соответствии с имеющимся опытом принимать:

- количество водосбросов на один меньше числа выпусков, но не менее двух (расстояние между водосбросами 70 - 100 м);
- каждый водосброс рассчитывать на пропуск 70 % расхода, сбрасываемого на карту; минимальное расстояние водосброса от разделительной дамбы - 10 м;
- подтопление отводящей трубы водосброса со стороны хранилища допускается до оси трубы.

Уклон намывных карт отходов при консистенции исходной пульпы $T:Ж = 1:15 - 1:20$ и в зависимости от расхода - 0,015 - 0,01.

При проведении намыва следует соблюдать два основных условия: глубина воды в конце карты не должна превышать 0,3 м; наиболее мелкие фракции отходов должны сбрасываться в хранилище через концевой выпуск.

Для обеспечения второго условия расход пульпы через концевой выпуск должен составлять примерно 20 % общего расхода при содержании в исходных отходах глинистых частиц в пределах 10 % и 40 % при содержании этих частиц - 20 %.

Качество отходов в среднем по карте допускается следующее:

$$d_{\text{ср.в}} \geq 0,1 \text{ мм};$$

$$\text{частиц } d \leq 0,074 \text{ мм} < 50 \text{ \%};$$

частиц $d \leq 0,009$ мм < 5 %.

В зоне водосброса допускается следующее количество отходов:

$d_{\text{ср.в}} \geq 0,05$ мм;

$d \leq 0,076$ мм < 70 %;

$d \leq 0,005$ мм < 7 %.

В соответствии с имеющимся опытом намыв рекомендуется вести таким образом, чтобы на картах откладывалось не менее 10 % частиц крупнее 0,074 мм, находящихся в исходной пульпе.

При расчете устойчивости верхового, откоса дамбы следует учитывать пригрузку откоса отходами, которые откладываются за картами.

В зимний период времени при температурах воздуха ниже $10 < C$ допускается замыв карт только выпусками, работающими полным сечением; при дальнейшем понижении температуры в случае образования на карте в районах сбросных колодцев льда толщиной более 0,1 м картовый намыв должен быть остановлен до начала повышения температуры.

При намыве в хранилище происходит естественная и при необходимости искусственная раскладка отходов. Естественная происходит, когда пульпа подается без специальных устройств для раскладки отходов по фракциям. Искусственная раскладка отходов по фракциям производится с помощью устройств, указанных в настоящем разделе.

Раскладку отходов производят для возведения дамб вторичного обвалования из наиболее крупных фракций; промышленного использования отходов с повышенным содержанием ценных компонентов или как строительных материалов для строительства дорог и зданий и т.п.

Искусственную раскладку отходов можно осуществлять давлением пульпы в пульповоде, направляя нижнюю часть с преобладанием содержания крупных фракций на пляж, а верхнюю часть потока с мелкими фракциями - в прудок-отстойник.

Если хвосты мелкие и сильно разжиженные, то следует применять гидроциклоны, если отходы намываются с большим расходом, то применяют пульподелители.

6.ЭКСПЛУАТАЦИЯ ХРАНИЛИЩ

После завершения строительства гидротехнических сооружений хранилища любого типа должны быть приняты к эксплуатации приемной комиссией, состоящей из заказчика, подрядчика, представителя проектной организации, санитарной службы, водной инспекции и других заинтересованных организаций. Приемка должна производиться на основе рабочих чертежей проектных материалов, актов скрытых работ, данных лабораторного контроля, характеризующего качество строительных работ, осмотр в натуре гидротехнических сооружений, документации, составленной предприятием и строительной организацией с учетом нормативно- технического материала.

При решении общих вопросов эксплуатации гидротехнических сооружений хранилища рекомендуется использовать Типовую инструкцию по эксплуатации хвостовых хозяйств обогатительных фабрик.

При составлении проекта хранилища любого типа должно уделяться внимание эксплуатации гидротехнических сооружений, для чего рекомендуется организовать специальный цех «Технического контроля хранилища отходов ГОКа». В

проекте должны быть предусмотрены соответствующие штаты, помещение, механизмы, оборудование и организация работ по эксплуатации хранилища.

Земляная плотина или дамба (наливного типа хранилища), возведенные сразу на проектную высоту или очередями, после завершения строительства должна выполнять роль напорного сооружения, обеспечивающего устойчивость и непроницаемость сточной жидкости из хранилища.

При заполнении наливных хранилищ намывом отходов по схеме от плотины или дамбы к берегам пульповодами, уложенными по гребню насыпи, нельзя допускать утечки пульпы или воды из пульповода на низовой откос.

В период эксплуатации наливного хранилища необходимо периодически производить осмотр состояния покрытий откосов и гребня плотины или дамбы от размыва дождевыми и тальными водами, а в случае неудовлетворительного состояния сооружения производить соответствующие профилактические мероприятия.

Наряду с разработкой чертежей гидротехнических сооружений хранилища проектной организацией должен быть составлен проект организации работ по эксплуатации сооружений хранилища, в который должны входить:

- схемы и чертежи заполнения хранилища или его части с учетом использования отходов в случае наращивания плотины или дамбы;
- графики заполнения хранилища в различное время года;
- мероприятия по борьбе с пылением намытых отходов на пляжах и откосах, по подготовке гидротехнических сооружений к зимней эксплуатации и пропуска весеннего паводка;
- проекты и сметы на организацию контрольно- измерительной аппаратуры;
- инструкции по контролю за состоянием гидротехнических сооружений хранилища и их ремонту;
- данные о потребности в воде, электроэнергии, строительных материалах и других наиболее важных для эксплуатации хранилищ ресурсах;
- проекты и сметы на вспомогательные сооружения (подъездные дороги, электроосвещение, телефонная или радиосвязь, служебные помещения для работников, обслуживающих хранилище, контрольная лаборатория и др.), их водоснабжение и канализация, состав механизмов, оборудование передвижных мастерских, транспорт для эксплуатации сооружений хранилища, штаты эксплуатационного персонала и контрольной лаборатории, проекты и сметы на расстановку КИА, инструкция по наблюдению за состоянием сооружений хранилища и их ремонту, сметы и графики на авторский надзор со стороны проектной организации.

При эксплуатации хранилищ наливного и намывного типов запрещается:

- производить работы (сварка, сверление), связанные с ремонтом пульповодов и арматуры, находящихся под давлением;
- ремонт движущихся частей и ограждений при работе машин и агрегатов, а также смазку действующих машин без специальных приспособлений;
- хождение по территории хранилища посторонним лицам, купание в отстойных прудах, хождение по льду, использование воды хранилища для хозяйственных целей и водопоя животных;
- без специального инструктажа посылать людей для осмотра и ремонта коллекторов, имеющих внутренний диаметр менее 1,5 м;

- спуск людей в колодец без привязанного страховочного пояса, трос которого надежно закреплен на поверхности.

Запрещается без обоснования заполнять аварийные емкости хранилища, предназначенные для аккумуляирования паводков и отходов на период ремонтных работ.

Замечания службы контроля о нарушениях сплошности тела плотины или дамбы, возникших в результате неравномерных деформаций, должны быть немедленно ликвидированы.

При аварийной ситуации для немедленного принятия мер по ликвидации последствий на хранилище должен находиться запас строительного материала и инструментов.

При подготовке хранилища к пропуску весеннего паводка служба эксплуатации должна выполнять следующие мероприятия:

- проверить состояние дамбы, наличие необходимой емкости для полного и частичного аккумуляирования паводка (в тех случаях, когда хранилище рассчитано на прием талых вод) и составить схему работы водосбросных сооружений на период пропуска паводка;
- проверить исправность всех водосбросных сооружений, а также затворов и подземных механизмов;
- перед водосбросными сооружениями подорвать или обколоть лед, убрать бревна и другие посторонние предметы;
- проверить исправность освещения сооружений хранилища, подъездных дорог и средств связи;
- в ответственных случаях следует организовать комиссию, которая проводит все работы по подготовке и пропуску паводка;
- после паводка должны быть осмотрены сооружения хранилища, составлены акты о повреждениях и график их ремонта.

Для систематического контроля работы сооружений хранилищ и обобщения опыта их эксплуатации служба эксплуатации организует регулярные наблюдения и ведет записи в специальных журналах о состоянии сооружений хранилищ, о ходе намыва отходов и возведении ограждающих сооружений, о зимней эксплуатации, о работе механизмов и оборудования, об авариях и ремонтно-восстановительных работах на хранилище и т.п.

Необходимо также хранить официальные документы: акты, чертежи и другие материалы, характеризующие эксплуатацию сооружений хранилища. Состав и методы наблюдений, порядок и формы записи следует устанавливать местной инструкцией.

7. МЕРОПРИЯТИЯ ПО БОРЬБЕ С ПЫЛЕНИЕМ ПОВЕРХНОСТИ СКЛАДИРУЕМЫХ ОТХОДОВ В ХРАНИЛИЩАХ

Намытые или отсыпанные в хранилища отходы при высыхании подвержены ветровой эрозии, в результате чего возрастает разрушение пляжей и откосов гидросооружения и запыленность прилегающей к хранилищу территории.

При проектировании хранилищ должны предусматриваться мероприятия, максимально уменьшающие последствия ветровой эрозии, в результате которой загрязняются атмосферный воздух, почвы, водоемы как в период строительства и эксплуатации сооружений, так и в период консервации.

Для предотвращения пыления намыв отходов в хранилище должен производиться

ровными слоями по всей площади хранилища с таким расчетом, чтобы обеспечить постоянное смачивание всей намытой площади.

Мероприятия по защите от ветровой эрозии разрабатываются для каждого конкретного хранилища и должны включать в себя основные положения.

Для предохранения от эрозии верхового откоса плотины или дамбы необходимо:

- поддерживать максимальный уровень воды в отстойном пруде при обеспечении одновременно максимальной ширины пляжа, назначенной проектом;
- увлажнение пляжа путем дождевания (поливом);
- химическое закрепление отходов; намораживание льда толщиной 3 - 6 см; снегоудержание и др.

Для предохранения от эрозии низового откоса плотины или дамбы необходимо:

- покрытие поверхности откоса гравийно-галечниковой смесью, шлаком;
- толщина защитного слоя не менее 0,10 м;
- покрытие поверхности откоса растительным грунтом (слоем не менее 0,1 м), на котором производится посев многолетних трав;
- посадка кустарников и др.

Создание защитного покрытия откоса требует учета особенностей конкретного сооружения (климат района, химико-минералогический состав намытых отходов); обработки поверхностного слоя откоса различными химическими соединениями (эмульсии на основе битумов, синтетических полимеров, силикатрастворов, укрытие пленками). Толщина закрепленного слоя поверхности откоса должна составлять 0,5 - 3,0 см, срок службы до 2 лет. В отдельных случаях при небольшом объеме крепления возможно применить сплошную одерновку.

8. ВОДОСБРОСНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Водосбросные сооружения хранилищ предназначаются:

- для отвода из хранилищ поверхностного стока, собранного с прилегающей к хранилищу водосбросной площади, если этот сток не используется частично или полностью для оборотного водоснабжения;
- для отвода осветленной и предварительно очищенной от химических компонентов воды за пределы хранилища, если эта вода частично или совсем не используется в оборотном водоснабжении;
- для частичного или полного опорожнения пруда хранилища, если в этом возникнет необходимость в процессе его эксплуатации.

Конструкция водосбросных сооружений должна обеспечить отвод вод с различных отметок горизонта воды в прудке хранилища в связи с непрерывным подъемом гребня плотины или дамб обвалования в процессе эксплуатации.

Отвод поверхностных вод (кроме осадков, выпадающих непосредственно в чашу хранилища) может быть осуществлен следующими способами:

- аккумулярованием поверхностного стока в хранилище с последующим сбросом его в ближайшие водоемы
- (или водотоки) или использованием его в системе оборотного водоснабжения;
- пропуском поверхностного стока в обход хранилища с устройством плотин с обводных и нагорных каналов; различными комбинированными способами.

При решении вопросов о размещении водосбросных колодцев рекомендуется учитывать следующее:

- расстояние от места выпуска пульпы до водосброса должно обеспечивать требования к осветлению пульпы; в условиях русловых хранилищ коллектор укладывается по дну водотока, а водосбросные колодцы
- постепенно поднимаются по склону; при этом шаг поднятия должен равняться глубине прудка, необходимой для осветления пульпы. При окончании сброса через верх предыдущего яруса колодцев в работу вступает низ последующего яруса;
- если длина косогорных и пойменных хранилищ больше ширины и при расположении в них водосбросных колодцев в одну линию не достигается надлежащего осветления, то водосбросные колодцы располагают в две линии так, чтобы при намыве отходов в районе одной линии через другую осуществлялся сброс осветленной воды.

Выбор варианта сброса воды тоннелем, коллектором или открытым каналом для хранилища плотинного типа и для хранилища с постоянным наращиванием первичной дамбы решается экономическими и эксплуатационными соображениями.

Водосбросный колодец предназначен для сброса осветленной воды из хранилища, а также для приема осветленной воды в систему оборотного водоснабжения.

9. ВОДНЫЙ БАЛАНС ХРАНИЛИЩА

Использование или сброс осветленной предварительно очищенной сточной воды за пределы хранилища должны осуществляться с учетом водного годового баланса хранилища.

Баланс B рассчитывается по уравнению

$$B = (a + \delta) - (b + v + d + L\phi + u), \quad (78)$$

где a - вода из пульпы; δ - вода из поверхностного стока; b - заполнение объема прудка; v - вода, идущая на заполнение пор в отвале отходов; d - среднемесячные потери воды на испарение из прудков хранилища; $L\phi$ - потери на фильтрацию; u - безвозвратные потери в технологическом процессе предприятия, которые учитываются по местным условиям.

Заполнение объема прудка определяют по формуле

$$b = F\Delta h,$$

где F - площадь зеркала прудка при среднегодовой отметке его горизонта; Δh - повышение горизонта воды в прудке за расчетный год эксплуатации хранилища.

Объем воды, идущей на заполнение пор в отвале отходов, можно определить по формуле

$$v = e/1 + e = (\gamma_{ск} - \gamma_0)/\gamma_0, \quad (79)$$

где e - коэффициент пористости отходов в отвале; $\gamma_{ск}$ - плотность сухих отходов; γ_0 - плотность частиц отходов.

Среднемесячные потери воды на испарение из прудков хранилища можно определить в соответствии с Техническими указаниями по расчету испарения с поверхности водоемов (Л., изд-во Гидрологического ин-та, 1968 г.).

Ориентировочные среднемесячные потери на испарение могут быть подсчитаны по формуле

$$d = 10\alpha \frac{t - t_0}{t_0} \text{ мм.}$$

где $d_{\text{ср.мес}}$ - среднемесячный дефицит влажности воздуха.

Помимо годовых балансов воды для различных периодов эксплуатации (начальный, конечный и за характерные годы) необходимо выполнить водный баланс по характерным сезонам: летнему, когда велики потери воды на испарение; зимнему, когда велики потери воды на льдообразование; весеннему, когда тает лед и возможен большой приток поверхностного стока.

На основании расчетов водного баланса или по замеру расходов на сливе хранилища определяется дефицит в воде, который может быть покрыт за счет привлечения поверхностных источников, шахтного водоотлива и по допустимым санитарным условиям за счет очищенных промышленных и хозяйственно- бытовых стоков.

10.ОБОРОТНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Водоснабжение горно-обогатительных комбинатов следует проектировать с учетом использования для технологического процесса обогащения руд осветленных вод из хранилища, т.е., как правило, следует предусматривать оборотную систему водоснабжения.

На горно-обогатительных комбинатах черной металлургии, где обогащение руд производится в основном промывкой и методом мокрой магнитной сепарации, пульпа в большинстве случаев не загрязняется химическими соединениями и поэтому осветленная вода из хранилищ может быть возвращена в технологический процесс.

При проектировании оборотного водоснабжения обогатительных фабрик ГОКов в отдельных случаях допустима организация одного общего хранилища для сброса пульпы магнитной сепарации и флотации.

Организация оборотной системы водоснабжения через хранилища на предприятиях цветной металлургии, где обычно применяется метод флотации с использованием химических реагентов, связана, как правило, с необходимостью химической очистки осветленной воды. Это обстоятельство требует проектирования очистных сооружений.

Как для оборотного водоснабжения, так и перед сбросом из хранилища вода должна быть осветлена. Степень осветления воды для оборотного водоснабжения устанавливается в соответствии с технологическими требованиями к воде, обогатительной фабрикой, а степень осветления воды, сбрасываемой в водоемы, устанавливается в соответствии с требованием окружающей.

Для отстоя воды пульпы с малым содержанием глинистых частиц устраивает один прудок. При содержании в ней тонких глинистых взвесей в отдельных случаях требуется устройство второго прудка. Необходимость строительства второго прудка для дополнительного отстоя тонких глинистых взвесей должна определяться схемой и методом очистки. В случае значительного содержания особо тонких взвесей для их осаждения могут потребоваться добавки коагулянтов в первый или второй прудок.

Все операции по осветлению воды и очистке осветленной воды следует по возможности заканчивать в прудке хранилища до сброса воды или забора ее для оборотного водоснабжения.

В состав сооружений оборотного водоснабжения предприятий включаются водозаборы осветленной воды, насосные станции, водоводы и очистные сооружения.

Водозаборные сооружения осветленной воды располагаются в хранилищах и бывают руслового или берегового типа. Проектирование их следует производить в соответствии с главой СНиП по проектированию гидротехнических сооружений речных.

Водозаборы должны размещаться в таких местах хранилищ, где будет обеспечен захват осветленных вод с минимальным количеством взвеси и не произойдет их заиливание в течение расчетного периода эксплуатации. При невозможности соблюдения этих условий на весь период эксплуатации водозаборы располагаются в ковшах с периодической очисткой последних земснарядами. К водозаборам необходимо обеспечить свободный доступ обслуживающего персонала с помощью пешеходных мостиков или плавсредств. Управление шандорами должно быть механизировано.

Расчет водозаборных сооружений следует производить на максимальный расход осветленной воды, необходимый для данного комбината на расчетный период эксплуатации.

Насосные станции систем оборотного водоснабжения должны проектироваться для обеспечения предприятий осветленной водой на расчетный период их эксплуатации.

Насосные станции первого подъема могут быть стационарными или плавучими. Эти станции должны подавать осветленную воду на заданную заказчиком отметку. Если потребный напор не может быть обеспечен насосной станцией одного подъема, то необходимо решить вопрос о проектировании промежуточных перекачивающих насосных станций. Количество промежуточных станций определяется расчетом в соответствии с профилем трассы водоводов и устанавливаемых на станциях насосным оборудованием.

Каскад промежуточных насосных станций следует проектировать без разрыва струи по схеме «насос-трубопровод-насос», при этом всасывающие трубы насосов могут быть подключены к общему коллектору. Напорные трубопроводы от насосов также могут иметь общий коллектор. Для перекачки осветленной воды из хранилища можно применять водопроводные насосы различных типов.

Проектирование стационарных насосных станций первого и последующих подъемов следует производить в соответствии со СНиП по проектированию водоснабжения, наружных сетей и канализации зданий.

Плавучие насосные станции, имея ряд преимуществ перед стационарными водозаборными сооружениями в стоимости, в конструктивном отношении недостаточно доработаны для использования их в качестве водозаборов промышленного водоснабжения. Основными недостатками этих станций являются: сложность эксплуатации в зимних условиях, малая надежность в противопожарном отношении, недостаточная устойчивость при ветровых нагрузках, заклинивание шаровых соединений на напорных водоводах при резких подъемах и снижениях горизонта в источнике и др. Применение плавучих насосных станций может быть рекомендовано для южной и средней полосы страны при соответствующем обосновании.

Осветленные воды подлежат химической очистке перед сбросом в нижележащие водоемы, если они содержат вредные компоненты. Сброс вредной осветленной воды из хранилища может быть допущен по согласованию с санитарной и рыбной инспекцией как в условиях разбавления ее водой естественного, так и промышленного стока.

Расчет разбавления осветленной воды хранилища водой естественного стока в

целях сброса производится по допустимой концентрации. Величина сброса и концентрация воды должны быть определены из режима стока маловодного года 95 %-ной обеспеченности.

11. РАСЧЕТ ПРУДКА-ОТСТОЙНИКА

Прудок-отстойник хранилища предназначен для осветления, а иногда и очистки промышленных стоков (прием и аккумуляция в хранилище сезонных паводковых расходов в отдельных случаях допускается).

Объем и размеры прудка должны удовлетворять требованиям осветления и очистки промышленных стоков, подаваемых в него. Степень осветления при организации оборотного водоснабжения задается технологами, проектирующими обогатительную фабрику, а в случае сброса стоков в водоемы общественного пользования устанавливается в соответствии с указаниями главы СНиП по проектированию канализации.

Для расчета осветления в прудке-отстойнике воды от оставшихся в ней мелких частиц отходов необходимо иметь данные по зерновому составу отходов, их плотности и расходу пульпы, $\text{м}^3/\text{с}$.

Определение длины прудка-отстойника производится в следующем порядке. Скорость движения воды в прудке устанавливается по формуле

$$v_{\text{пр}} = c'/h_{\text{пр}}\omega_{10}, \quad (81)$$

где $v_{\text{пр}}$ - наибольшая допустимая средняя скорость в прудке-отстойнике, $\text{м}/\text{с}$; c' - половина ширины активной зоны прудка, м ; $h_{\text{пр}}$ - глубина прудка, м (глубину прудка при расчете можно принимать равной 0,3 - 0,5 м для мелкозернистых отходов и до 1 м - для крупнозернистых); ω_{10} - гидравлическая крупность частиц отходов с действующим диаметром d_{10} .

Время t , потребное для обмена в прудке, определяется по формуле

$$t = h_{\text{пр}}/\omega_{60},$$

где ω_{60} - гидравлическая крупность частиц отходов с контролирующим диаметром d_{60} , идущих в отмыв.

Требование необходимого осветления воды может быть выполнено, если объем прудка $W_{\text{пр}}$ и приток в него $Q_{\text{пр}}$ соответствуют следующим уравнениям:

$$W_{\text{пр}} = v_{\text{пр}}h_{\text{пр}}2c't \text{ м}^3;$$

$$Q_{\text{пр}} = v_{\text{пр}}h_{\text{пр}}2c' \text{ м}^3/\text{с},$$

где $2c'$ - ширина активной зоны прудка, м .

Расход воды в прудке зависит от состава и крупности намываемых отходов и определяется по уравнению

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{в}}/f,$$

где $Q_{\text{в}}$ - расход воды, содержащейся в пульпе, которую подают в хранилище; f - коэффициент, зависящий от крупности отходов, из которых формируется пляж (для крупнозернистых отходов $f = 2$, для среднезернистых 1,5, для мелкозернистых 1,25).

Расход пульпы составляет

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{т}} + Q_{\text{в}} \text{ м}^3/\text{ч},$$

где Q_T и Q_B - соответственно расходы твердой и жидкой фаз пульпы.

Расход твердой фазы можно выразить через расход воды и объемную консистенцию пульпы

$$Q_T = k_{об}Q_B, \quad k_{об} = v_T/V_B \text{ т.е. } \text{объему твердой фазы/объем воды.}$$

Тогда расход пульпы может быть выражен уравнением

$$Q_{п} = k_{об}Q_B + Q_B = Q_B(k_{об} + 1),$$

Ориентировочно длину прудка L можно определить из уравнения, выражающего равенство геометрического объема прудка и объема воды в нем:

$$L2c'h_{пр} = Q_{пр}t/f(k_{об} + 1),$$

откуда

$$L = Q_{пр}t/f(k_{об} + 1)2c'h_{пр}$$

12. РАСЧЕТ КОЛЛЕКТОРА

Коллекторы служат для отвода осветленной и очищенной от механических и химических компонентов воды за пределы хранилища. В некоторых случаях они могут укладываться непосредственно на основание из намывных отходов либо заглубляться в траншею. Выбор того или иного типа определяется в зависимости от профиля местности и грунтовых условий.

Площадь поперечного сечения коллектора в свету определяется гидравлическим расчетом. Ему придается в продольном направлении уклон, обеспечивающий отвод осветленной воды.

Коллекторы рекомендуется устраивать круглого поперечного сечения, в отдельных случаях прямоугольного сечения. Размеры поперечного сечения в этом случае устанавливаются с помощью статических и гидравлических расчетов.

Коллекторы могут устраиваться железобетонными и металлическими. Предпочтительным является устройство их из железобетона, при этом они могут сооружаться полностью сборными, полностью монолитными или смешанными.

Коллекторы после их возведения покрываются гидроизолирующим покрытием. Они должны устраиваться таким образом, чтобы была обеспечена водонепроницаемость в стыковых соединениях во избежание утечки отходов совместно с водой.

Коллекторы укладываются либо на спрофилированный грунт, либо на бетонное основание. При укладке на спрофилированный грунт производится выравнивание основания песком с последующим уплотнением песка. Укладка на бетонное основание производится с подливкой раствора.

При укладке коллекторов на профилированное основание (выкружку с углами охвата больше 75°) естественное основание минерального грунта или подготовка из песка выполняется по форме трубы устройством специального углубления (выкружки) на ширину не менее $0,6D_n$, где D_n - наружный диаметр коллектора.

При подготовке скального основания после профилирования подсыпается песчаная подушка толщиной не менее 0,15 м.

При укладке коллектора в траншею предусматривается соответствующая конструкция крепления: консольная, консольно-анкерная, консольно-распорная. Необходимость крепления вертикальных стенок траншей устанавливается проектом

производства работ в зависимости от местных условий, характеристик грунта, дебита и уровня грунтовых вод, глубины выемки и др.

При устройстве коллектора прямоугольного сечения на естественном основании последнее выравнивается для бетонной подготовки. Конструкция, а также толщина слоя подготовки принимается с учетом свойства грунта и нагрузки на коллектор.

При укладке коллектора в траншею уплотнение грунта производится по всей ширине траншеи; при укладке в насыпь - по ширине не менее 2 м, но не более чем по 1,75 м в обе стороны от оси коллектора.

Для обеспечения уплотнения засыпки трамбование ведется слоями толщиной не более 0,20 м. При любом способе уплотнения объемная масса песчаной засыпки должна быть не менее $1,50 \text{ т/м}^3$, а при засыпке суглинками или глиной - $1,6 \text{ т/м}^3$.

Объемная масса засыпки определяется отбором проб с обеих сторон коллектора через 50 м по его длине и оформляется актом на скрытые работы.

Засыпка траншей в зимнее время производится супесчаным, суглинистым или глинистым тальми грунтами на высоту не менее 0,5 м над верхом коллектора сразу же после его укладки. Засыпка траншей песчаным грунтом в зимнее время ведется таким же способом, как и в летнее время.

В статическом отношении водосбросные коллекторы относятся к тонкостенным цилиндрическим оболочкам, деформации которых от внешнего вертикального давления вызываются изгибающими моментами.

Расчеты коллекторов круглого и прямоугольного сечения, т.е. определение окружных изгибающих моментов и нормальных сил производятся в зависимости от диаметра коллектора, условий укладки, глубины заложения, способа опирания коллектора на основание, величины и характера распределения нагрузок, действующих на поверхности. Расчет нагрузок и усилий ведется в соответствии со следующим разделом.

Литература:

1. Рекомендаций по проектированию и строительству шламонакопителей и хвостохранилищ металлургической промышленности. ВНИИ ВОДГЕО Москва 1986 г.

ДЛЯ ЗАМЕТОК:

- 1.....
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
- 10.....
- 11.....