

**ПК «ИНСТИТУТ КАЗГИПРОВОДХОЗ»**

**ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЛОТИН ХВОСТОХРАНИЛИЩ  
И ЗОЛОТВАЛОВ**

**ВЫПУСК №3**

**Алматы 2017 г.**

Настоящая брошюра подготовлена ПК «Институт Казгипроводхоз» в целях всестороннего обсуждения практических вопросов по проектированию 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](mailto:kazgipro@mail.ru).

**ГИП - Алибаев Каримжан**

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

эл.адрес: [karimalibaev@mail.ru](mailto:karimalibaev@mail.ru)

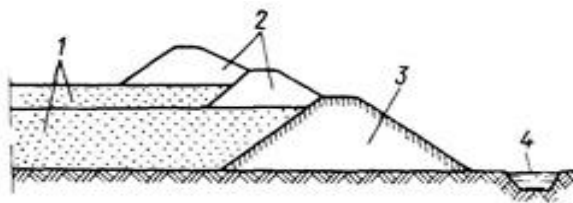
## 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ХРАНИЛИЩА. КОНСТРУКЦИИ ПЛОТИН И ДАМБ ХРАНИЛИЩ

Плотины и дамбы хранилищ отходов горно-обогатительных фабрик металлургической промышленности являются наиболее ответственными гидротехническими сооружениями. Они должны быть не только статически и фильтрационно устойчивы, но и отвечать требованиям охраны окружающей среды. Утечки сточной жидкости из хранилища не допускаются без соответствующей механической, химической и биологической очистки сточной жидкости, сброс ее за пределы хранилища запрещается.

В каждом отдельном случае конструкции плотин и ограждающих хранилища дамб устанавливаются с учетом различных географических, топографических, геологических, гидрогеологических, инженерно- геологических и климатических условий, а также с учетом процесса обогащения (сепарация, флотация и т.п.) и количества выхода в год отходов в хранилища и способов их складирования. Типы плотин и дамб хранилищ из грунтовых материалов (вскрышных пород) и отходов обогащения руды - земляные насыпные, земляные намывные - возводятся в основном из отходов с упорными призмами, отсыпанными из гравийных (щебенистых) и крупнообломочных грунтов, в том числе из грунтов вскрыши рудного места.

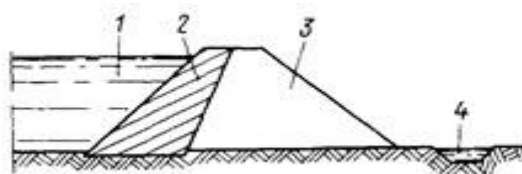
Плотины и дамбы хранилища отличаются по:

конструкции тела: из однородного и неоднородного грунта, с экраном из грунтового или негрунтового материала, с ядром или с диафрагмой («грунтовая стенка» в грунте);



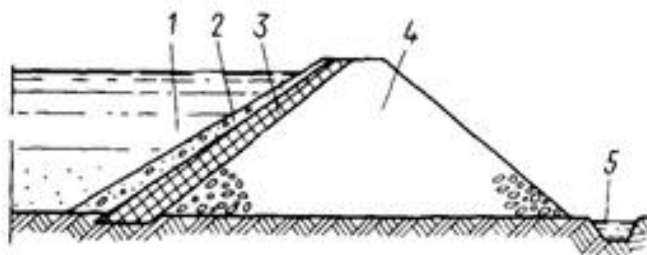
**Рис. 1. Дамба, ограждающая хранилище (однородного типа)**

1 - отходы обогащения руды; 2 - вторичная дамба; 3 - первичная дамба; 4 – канава



**Рис. 2. Плотина (дамба) смешанного типа (неоднородная)**

1 - отходы; 2 - экран из глинистого грунта или смеси торфа с грунтом (песок, супесь);  
3 - тело плотины (дамбы),  
отсыпанное из дренирующих грунтов (вскрыши); 4 –  
канава



**Рис. 3. Экранированная плотина (дамба)**

1 - отходы; 2 - переходный слой; 3 - экран; 4 - тело плотины (дамбы); 5 - канава  
 конструкция противифльтрационных устройств в основании: с понуром, с зубом, с инъекционной завесой или же с диафрагмой;

способу возведения плотины или дамбы: с механическим уплотнением или без уплотнения грунта, с отсыпкой насухо или в воду, намывным и взрывным способом.

При выборе конструкции плотины или дамбы хранилищ, возводимых в том или ином районе, следует учитывать специфику оснований, специфику производства работ на нем, класс капитальности хранилища, геологические и гидрологические условия, а также экономическую эффективность. При проектировании и строительстве хранилища необходимо учитывать также способы подготовки оснований, способы возведения плотин и дамб хранилищ (намыв отходов или грунтов, отсыпка грунта «насухо» или в воду, отсыпка вскрышной породы и т.д.).

Оптимальный профиль плотины или дамбы устанавливается на основе сравнения вариантов, подтвержденных расчетами, статической и фильтрационной устойчивости плотин или дамб и их оснований.

При проектировании и строительстве плотин и дамб хранилищ на любых основаниях рекомендуются конструктивные схемы однородных и неоднородных плотин или дамб, но следует отдавать предпочтение однородным плотинам и дамбам (особенно для накопителей), возводимых из песчаных, глинистых грунтов и из вскрышных пород.

При наличии скальной вскрышной породы, глинистых и суглинистых грунтов конструкция плотины или дамбы экранированного типа будет более целесообразной.

При проектировании и строительстве плотин и дамб хранилищ в первую очередь обращается внимание на подготовку основания и особенно на слабые основания глинистых, торфянистых и других грунтов, при возведении на которых дамб и плотин возможны чрезмерные деформации, а поэтому при расчетах устойчивости и при проектировании должны быть учтены и разработаны соответствующие мероприятия, обеспечивающие устойчивость в эксплуатации гидротехнических сооружений хранилищ. При всех прочих условиях при выборе конструкции плотины или дамбы принимаются во внимание класс капитальности и экономические соображения. При выборе конструкции плотины или дамбы назначаются также отдельные элементы гидротехнического сооружения (экраны, завесы, дренажи и др.).

При выборе конструкции плотины или дамбы для хранилища плотинного типа, когда плотина или дамба возводится из местных грунтов или грунтов вскрыши рудного месторождения на полную высоту или очередями, следует руководствоваться СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов.

При проектировании плотин или дамб намывных хранилищ накопителей промышленных стоков может быть принята конструкция любого типа, приведенного в главе СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов. В этом случае необходимо предусмотреть в конструкции усиленное экранирование с расчетом максимального обеспечения требований охраны природы для полного исключения сброса неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод за пределы хранилища.

Строительство плотин или дамб хранилищ из засоленных грунтов и на основаниях, содержащих включения водорастворимых солей хлоридных или сульфатно-хлоридных в количестве более 5 % или сульфатных более 2 % по весу не допускается без соответствующих обоснований и без обеспечения необходимых защитных инженерных мероприятий.

При проектировании и строительстве плотин или дамб хранилищ допускается их возведение с односторонним и двухсторонним намывом или отсыпкой грунта вскрышных пород или отходов обогащения руды. При двухстороннем намыве в ядро гидросооружения откладываются частицы грунта или отходы, имеющие коэффициент фильтрации  $10^{-3}$  -  $10^{-5}$  м/год.

При проектировании и, особенно, при строительстве плотин и дамб хранилища необходимо особо обратить внимание на противодиффузионные устройства (завесы, экраны и т.п.) и другие мероприятия, обеспечивающие охрану природы с таким расчетом, чтобы ни «капли» сточной жидкости не вытекало за пределы хранилища.

Выбор конструкции гидротехнического сооружения хранилища производится в зависимости от топографических, инженерно-геологических и гидрогеологических условий в основаниях и берегах, а также климатических условий, максимального количества складированных отходов обогащения руды, наличия местных грунтов, в основном получаемых из полезных выемок, сейсмичности района. Выбор вида конструкции плотины или дамбы основывается на технико-экономическом сравнении вариантов.

При проектировании и строительстве хранилищ применяются плотины и ограждающие дамбы различных видов:

а) плотины и дамбы для хранилищ намывного типа, возводимые сразу в одну или несколько очередей на проектную высоту из местных грунтов, в основном из грунтов полезных выемок. При проектировании таких плотин следует руководствоваться главой СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов;

б) ограждающие дамбы первичного и вторичного обвалования, возводимые в процессе замыва хранилища отходами обогащения руды. При выборе типов таких дамб следует руководствоваться настоящими Рекомендациями. Основным строительным материалом для дамбы первичного обвалования являются грунты полезных выемок, а для дамб вторичного обвалования - отходы обогащения руды.

Для хранилищ, расположенных на скальном основании, конструкция плотины или дамбы выбирается любого вида. При проектировании и возведении хранилища на водонепроницаемом скальном основании рекомендуется принять конструкцию плотины или дамбы экранированного вида. Тело плотины или дамбы экранированного вида возводится из любого грунта вскрыши рудного месторождения, а экранирование производится из различных глинистых грунтов, имеющих естественную влажность на границе раскатывания, но не выше границы текучести. Рекомендуется применять искусственную смесь, содержащую глинистые, песчаные и крупнообломочные грунты, смесь торфа с песчаным грунтом, а также пленочные противифльтрационные устройства.

Вид конструкции гидросооружения с двухсторонним намывом отходов или вскрышных грунтов позволяет сэкономить в 1,5 - 2 раза строительные материалы. При таком намыве в центре прудка-отстойника откладываются мелкозернистые пылеватые частицы отходов или же грунтов, образуя ядро гидросооружения. Скальное основание под гидротехническое сооружение и хранилище должно быть подготовлено, особенно в местах сопряжения возможного ядра и в берегах, в случаях овражного типа хранилища.

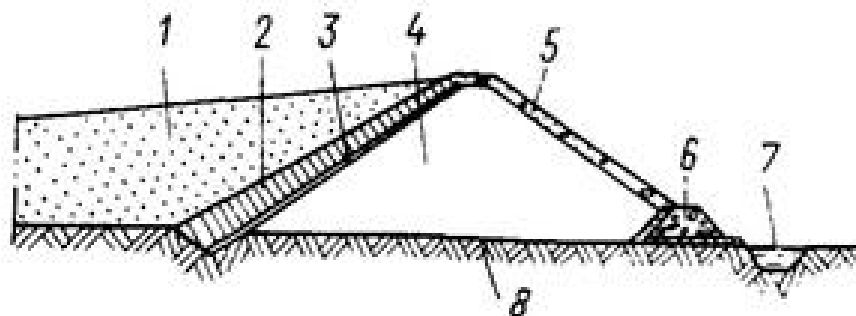
В гидросооружении устраиваются поперечные трубчатые дренажи для перехвата сточной жидкости и направления ее в бортовые каналы. Из каналов жидкость поступает в отстойник и после осветления перекачивается в хранилища или же в систему оборотного водоснабжения. Двухсторонний намыв требует в два раза больше крупнозернистых отходов диаметром крупнее 0,074 мм. В случае недостаточного количества отходов крупных фракций необходимо применить разделение фракции пульпы на классификаторах.

При необеспеченности крупными фракциями отходов более целесообразным является комбинированный профиль гидросооружения как из отходов, так и других местных строительных материалов. Следует иметь в виду, что строительство из местных грунтов требует большого количества грунта, поэтому необходимо максимально использовать грунты полезных выемок и отходы обогащения руды.

При проектировании и возведении хранилища на скальном водонепроницаемом основании необходимы усиленная противифльтрационная завеса типа «грунтовая стенка» в грунте или пленочные и глинистые экраны, уложенные в берегах хранилищ и в ложе, а также и в самом гидросооружении.

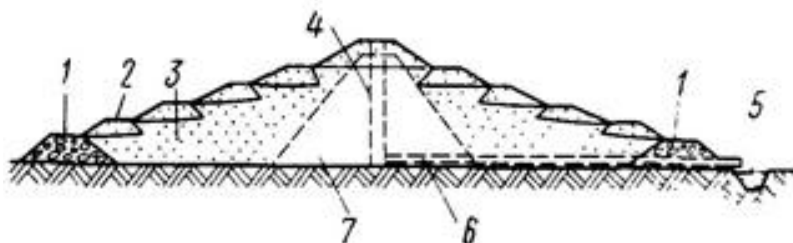
Также рекомендуется плотина (дамба) хранилища с пленочным противифльтрационным устройством, возводимая на водонепроницаемом основании - скальном или грунтовом. Плотина (дамба) может возводиться в одну очередь, сразу на проектную высоту, или же несколькими очередями. При этом одновременно устраивается противифльтрационный пленочный экран в плотине и в ложе хранилища. В зависимости от типа хранилища экранируются и его борта. При устройстве экранов обращается внимание на места сопряжения плотины (дамбы) с ложей и бортами хранилища.

На водонепроницаемом основании рекомендуется конструкция, состоящая из дамбы первичного и вторичного обвалования. В качестве строительного материала, отсыпаемого в дамбу первичного обвалования, используются грунты вскрыши рудного месторождения, а в дамбу вторичного обвалования - отходы обогащения руды.



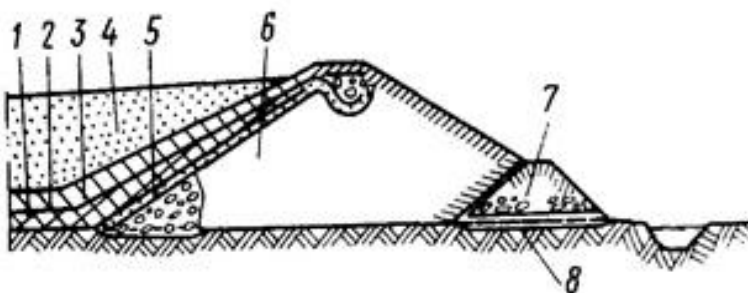
**Рис. 4. Конструкция плотины на водонепроницаемом основании**

1 - отходы; 2 - экран; 3 - переходный слой; 4 - насыпь; 5 - наклонный дренаж; 6 - призма; 7 - канава; 8 - водонепроницаемое основание (скальное или грунтовое)



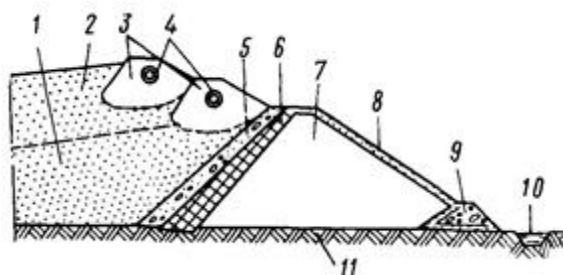
**Рис. 5. Плотина хранилища с намывом отходов обогащения руды**

1 - упорная призма; 2 - дамбы вторичного обвалования; 3 - намытые крупнозернистые отходы; 4 - водосбросный колодец; 5 - канава; 6 - коллектор; 7 - отстойный пруд с мелкозернистыми пылеватыми отходами (ядро плотины)



**Рис. 6. Конструкция плотины на водопроницаемом основании**

1 - подстилающий слой грунта; 2 - полиэтиленовая пленка; 3 - защитный слой; 4 - отходы; 5 - переходный слой; 6 - насыпь (вскрышная порода или местные грунты); 7 - упорная дренажная призма; 8 - водопроницаемое основание (скальное или грунтовое)



**Рис. 7. Конструкция дамбы первичного и вторичного обвалования**

1 - отходы при замыве дамбы первичного обвалования; 2 - отходы при замыве дамбы вторичного обвалования; 3 - дамбы вторичного обвалования; 4 - трубчатый дренаж; 5 - защитный слой; 6 - экран; 7 - тело дамбы первичного обвалования; 8 - наклонный дренаж; 9 - дренирующая призма; 10 - канава; 11 - водонепроницаемое основание

В дамбе первичного обвалования устраивается экран из глинистых грунтов, а при отсутствии его применяется пленочное противодиффузионное устройство. В дамбах вторичного обвалования для перехвата сточной жидкости устраиваются трубчатые дренажи. Собранная сточная жидкость из дренажа и канавы перекачивается обратно в хранилище или после осветления направляется в сеть оборотного водоснабжения.

При проектировании и возведении любого вида конструкции плотины (дамбы) на скальном водопроницаемом основании необходимо предусмотреть устройство завесы в основании любого вида, применяемой в гидротехническом строительстве.

Во всех типах хранилищ и дамбах за придамбовой канавой устраивают противодиффузионную завесу, а в случаях овражных и овражно-равнинных типов - завесу и в бортах хранилища. Наиболее целесообразно эту завесу выполнить способом «грунтовая стенка» в грунте, используя для этой цели современный агрегат СВД-500. При строительстве хранилища равнинного типа придамбовая завеса соединяется с завесой, устраиваемой по периметру хранилища, а для других типов хранилищ придамбовая завеса соединяется с береговой завесой, составляя единую противодиффузионную завесу. Собранная вода из канавы перекачивается обратно в хранилища или используется в обратном снабжении ГОКа.

На рис. 7 показана дамба первичного и вторичного обвалования с пленочным противодиффузионным экраном и трубчатым дренажным устройством, возводимая из грунта вскрыши и намывом отходов обогащения руды. Конструкция дамбы хранилища возводится очередями. В первую очередь отсыпается дамба первичного обвалования (упорная дренажная призма) из грунтов вскрыши или других дренирующих грунтов.



## 2. ДРЕНАЖНЫЕ УСТРОЙСТВА ХРАНИЛИЩА

Дренаж, устраиваемый при строительстве гидротехнических сооружений хранилища, служит следующим целям:

а) снижению избыточного порового давления, возникающего при интенсивной отсыпке плотины (дамбы) в ее теле или основании, сложенных из водонасыщенных грунтов; повышению скорости осадки тела сооружения и его основания;

б) перехвату фильтрующей воды через тело плотины (дамбы) и основание эксплуатируемого или находящегося на консервации сооружения; организованному возвращению ее в хранилище и систему оборотного водоснабжения или сбросу ее после предварительной очистки в естественную дренажную сеть;

в) повышению устойчивости плотины (дамбы) снижением положения депрессионной кривой и предотвращением возникновения фильтрационных деформаций (выпор грунта, механическая суффозия грунта) тела и основания сооружения;

г) защите противофильтрационных экранов на дне и откосах чаши хранилища от разрушения их напором грунтовых вод в период строительства и начале эксплуатации сооружения, когда над экраном нет необходимой пригрузки.

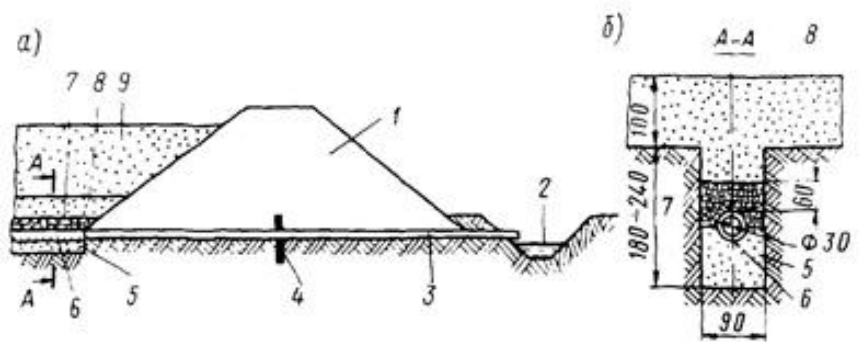
Дренажи устраиваются согласно указаниям главы СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов и настоящих Рекомендаций, а дренажи, служащие защите противофильтрационных экранов, - по Рекомендациям по проектированию, строительству и эксплуатации пленочных противофильтрационных устройств накопителей сточных вод промышленных предприятий.

Дренаж включает в себя водоприемное, защитное и водоотводящее устройства. Защитное устройство предотвращает суффозию материала осушаемого массива и водоприемное устройство.

Роль водоприемного устройства выполняют открытая канава, слой грунта или отходов с более высокой, по сравнению с осушаемым массивом, водопроницаемостью, труба с отверстиями, блоки из пористого материала.

Защитным устройством служит обратный фильтр, представляющий собой ряд последовательно уложенных слоев водопроницаемого грунта, отходов или других искусственных материалов с увеличивающейся крупностью частиц или пористостью от одного слоя к другому в направлении фильтрационного потока.

Водоотводящим устройством служит открытая канава, лоток или трубопровод.



**Рис. 7. Дренаж в основании хранилища**

*a* - общий вид; *б* - укладка дренажной трубы (сечение *A-A*); 1 - тело плотины (дамбы); 2 - кювет; 3 - труба для отвода фильтрационных вод; 4 - диафрагма; 5 - песчаный слой; 6 - дренажная труба, перфорированная в нижней половине; 7 - гравийный слой (крупностью частиц 20 мм); 8 - слой крупнозернистых отходов или песка; 9 - складированные отходы

В зависимости от расположения водоприемного устройства различают дренаж горизонтальный (например, система открытых каналов, труб с отверстиями, уложенных в траншеи, слой грунта с высокой водопроницаемостью, уложенный по поверхности основания хранилища или слоя отходов) и вертикальный (например, система вертикальных или наклонных буровых скважин в основании хранилища или его теле с погруженными в них трубами, имеющими отверстия в нижней части боковой поверхности, оборудованных устройством для откачки из них воды); буровые скважины, заполненные материалом с высокой водопроницаемостью. Выбор конструкции дренажа зависит от назначения дренажа, свойств осушаемых им грунтов и отходов, наличия необходимых для устройства дренажа материалов и механизмов, других местных условий.

Назначение конструктивных размеров дренажа производится на основании расчетов по существующим методикам.

Материалы, используемые для устройства дренажа, должны обладать необходимой прочностью, долговечностью, коррозионной стойкостью по отношению к фильтрующейся из хранилища воде.

Горизонтальный трубчатый дренаж рекомендуется устраивать из керамических, асбестоцементных, бетонных и железобетонных труб. Вертикальный трубчатый дренаж рекомендуется устраивать из металлических труб.

Для водоприемных и защитных устройств дренажа рекомендуется использовать песчаные и крупнообломочные грунты, грунты вскрыши рудного месторождения.

Для обезвоживания складированных отходов в хранилище, расположенном на малопроницаемом малосжимаемом основании, может быть рекомендовано устройство по площади основания хранилища дренажа, состоящего из нескольких линий дренажных труб с отверстиями в нижней половине и слоя крупных отходов или песка, покрывающего площадь основания хранилища слоем толщиной не менее 1 м. Дренажные линии располагаются друг от друга на расстоянии до 30 м, а их длина

определяется размерами хранилища.

Для обеспечения нормальной работы дренажа в период года с отрицательными температурами воздуха необходимо предусматривать мероприятия, позволяющие избежать промерзания дренажа (расположение на достаточном удалении от наружной поверхности основания хранилища или откоса ограждающей дамбы, устройство теплозащитного слоя, обогрев и т.п.).

### **3. ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА**

Противофильтрационные устройства предназначены для снижения или полного прекращения фильтрации из шламонакопителей, хвостохранилищ жидкой фазы вместе с растворенными в ней токсичными веществами, что позволяет предохранить от загрязнения окружающую территорию, поверхностные и подземные водные источники.

В зависимости от топографических, геологических и гидрогеологических условий противофильтрационные устройства равнинных шламонакопителей и хвостохранилищ выполняются в виде:

контурного экранирующего устройства, располагаемого по части или по всему периметру хранилища;

пластового экранирующего устройства, покрывающего всю поверхность дна хранилища (ига: часть ее);

комбинированного экранирующего устройства.

Контурные противофильтрационные устройства применяются для хранилищ, устраиваемых либо непосредственно на малопроницаемых грунтах (глинистых, слаботрещиноватых, скальных и др.), которые можно рассматривать как водоупор, либо на проницаемых грунтах ограниченной мощности (10 - 15 м), подстилаемых водоупором, если имеется возможность устройства малопроницаемых противофильтрационных завес, полностью перерезающих эти грунты.

В зависимости от геологических условий основания, конструкции хранилища и имеющихся грунтов контурные устройства выполняются в виде:

земляной дамбы из малопроницаемых грунтов;

экрана на внутреннем откосе дамбы;

глинистого ядра в теле дамбы;

земляной дамбы из малопроницаемых грунтов с зубом или глиняной стенкой, перерезающей всю водопроницаемую толщу подстилающих пород;

асфальтобетонной диафрагмы.

Для обеспечения надлежащей эффективности противофильтрационное устройство должно иметь надежное сопряжение с подстилающим водоупором. В случае, когда хранилище располагается непосредственно на малопроницаемом основании, такое сопряжение достигается врезкой противофильтрационного устройства в основание. Сопряжение с заглубленным водоупором достигается при помощи зуба или завесы, пререзающих полностью слои проницаемых грунтов.

Пластовое противофильтрационное устройство представляет собой экран, уложенный либо по всему дну хранилища, либо по части его. Экранирование всей

площади дна необходимо при устройстве накопителя на сильнопроницаемых грунтах большой мощности (20 м и более). Оно может выполняться и при строительстве хранилища на малопроницаемых грунтах, когда по санитарным требованиям необходимо полностью предотвратить фильтрацию из него особо вредных загрязнений.

Экранирование части площади хранилища производится в следующих случаях, когда:

только часть площади, занимаемой им, сложена из сильнопроницаемых пород;

в хранилище складированы нетоксичные отходы обогащения руды тонкого помола, обладающие малой проницаемостью, при условии, что можно допустить значительные фильтрационные потери в начальный период эксплуатации хранилища до намыва на его дне малопроницаемого слоя из отходов.

В этом случае экранируются участок дна хранилища, расположенный в зоне пляжа намыва, на котором откладываются более крупные фракции отходов, и часть дна под зоной прудка-отстойника для обеспечения лучшего сопряжения с толщей илистых отложений шлама, выполняющих роль экрана

Комбинированные противофильтрационные устройства применяются для хранилищ, расположенных на сильнопроницаемых грунтах в случае, когда нельзя ограничиться только контурным устройством. Комбинированные устройства состоят из двух основных элементов: контурного противофильтрационного устройства, расположенного на части или по всему периметру хранилища и экрана, полностью или частично покрывающего дно хранилища.

Фронтальные противофильтрационные устройства применяются в хранилищах овражного типа при условиях, когда хранилище устраивается:

непосредственно на малопроницаемых грунтах;

на проницаемых грунтах ограниченной мощности, подстилаемых водоупором.

Фронтальные противофильтрационные устройства выполняются в зависимости от геологических и гидрогеологических условий и наличия того или иного материала в виде:

земляной плотины из малопроницаемого местного глинистого грунта;

экрана на внутреннем откосе плотины, построенной из проницаемого грунта;

глинистого ядра внутри плотины из проницаемого материала;

земляной плотины из малопроницаемого грунта с зубом в основании;

экрана на откосе плотины и зуба в основании;

ядра с зубом или диафрагмы, врезанных в основание до водоупора.

Выбор типа противофильтрационного устройства при проектировании хранилища производится на основании технико-экономического сопоставления возможных вариантов с учетом класса сооружения, состава складированного материала, степени надежности, срока службы рассматриваемых противофильтрационных устройств, условий производства работ, наличия материалов, а также необходимости обеспечения выполнения требований санитарных норм и защиты от загрязнения окружающей территории.

Для создания противофильтрационных устройств шламонакопителей и хвостохранилищ обычно применяются глинистые грунты, полиэтиленовые пленки,

асфальтобетон, бетон, железобетон.

Из глинистых грунтов могут устраиваться практически все виды сооружений или их элементы, выполняющие роль противofильтрационных устройств: однородные плотины, глиняные экраны и ядра плотин из несвязных грунтов, контурные устройства в виде глиняных стенок в основании экрана, укладываемого по смоченной площади.

Глинистые грунты, предназначенные для сооружения противofильтрационных устройств, должны обладать низкой проницаемостью, прочностью и достаточной стойкостью против действия фильтрующихся через них растворов химических веществ.

К химически стойким относятся те глинистые грунты, коэффициент фильтрации которых за весь период эксплуатации накопителя не увеличивается вследствие химической суффозии более чем в  $1 \cdot 10^{-7}$  см/с. В грунтах должны отсутствовать неразложившиеся остатки растений (корни, стебли, травы). К таким грунтам относятся суглинки и глины, содержащие малые количества солей, вымываемых в процессе фильтрации из накопителя складированной жидкости.

При проектировании глинистых противofильтрационных устройств для используемых грунтов надлежит устанавливать:

а) основные характеристики, предусмотренные главой СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов;

б) состав и содержание солей, растворимых в жидкой фазе отходов;

в) зависимость набухания (при действии жидкой фазы отходов и воды) от плотности сухого грунта и приложенной нагрузки;

г) данные об изменении коэффициента фильтрации во времени, полученные за период времени от начала фильтрации жидкой фазы до стабилизации процесса.

Состав и объем исследований, проводимых для определения свойств грунтов, устанавливаются в каждом конкретном случае с учетом характера складированных стоков и основных физико-химических свойств используемых грунтов.

Противofильтрационные экраны из глинистых грунтов подразделяются по конструкции на однослойные и двухслойные.

Однослойный противofильтрационный экран представляет собой непрерывный слой из уплотненного малопроницаемого грунта толщиной 0,5 - 1 м. Эффективность однослойного экрана зависит от его толщины, коэффициента фильтрации грунта и величины действующего напора. Для защиты от высыхания, промерзания и набухания экран закрывается сверху защитным слоем из местного грунта толщиной, определяемой в зависимости от климатических условий, но не менее 0,5 м.

Однослойный экран при любом качестве его исполнения проницаем для жидкости, поэтому его использование целесообразно в том случае, когда можно ограничиться снижением до определенных размеров фильтрационного расхода из накопителя.

Для повышения противofильтрационной способности экрана необходимо уплотнять укладываемый в него глинистый грунт. Степень уплотнения назначается в зависимости от требований и проницаемости грунта, его свойств и имеющегося

оборудования. Для ряда глинистых грунтов достаточно уплотнение до плотности сухого грунта 1,60 - 1,70 г/см<sup>3</sup>.

Для защитного слоя можно использовать местные грунты, обладающие стойкостью против агрессивного действия складированных растворов. На откосах, где защитный слой подвергается действию промерзания и волновому воздействию, более целесообразно использовать крупнозернистые песчаные и гравелистые грунты. Укладка грунта в защитный слой на дне хранилища производится отсыпкой с последующим разравниванием без специального уплотнения. Укладка грунта в защитный слой на откосе производится с уплотнением. Степень уплотнения устанавливается в проекте в зависимости от вида грунта, его свойств и с учетом необходимости обеспечения надлежащей степени устойчивости слоя против оползания его по откосу.

Двухслойный противодиффузионный экран состоит из двух непрерывных слоев из уплотненного малопроницаемого глинистого грунта, разделенных между собой дренажным слоем сильнопроницаемого грунта. Сверху экран прикрывается для защиты от высыхания, промерзания и набухания слоем местного грунта толщиной не менее 0,5 м.

Средний слой экрана используется в качестве дрены-ловушки, обеспечивающей перехват жидкости, которая фильтруется из хранилища через верхний малопроницаемый слой, и отвод ее к насосной станции для обратной перекачки в хранилище или использования в системе оборотного водоснабжения. Это позволяет существенно уменьшить глубину воды в дренажном слое и тем самым снизить градиент напора в нижнем малопроницаемом слое экрана до значений, близких к единице, в условиях нормального атмосферного давления в дренажном слое, и до нуля - при поддержании в нем вакуума порядка 1 - 1,5 м водяного столба.

Полностью предотвратить фильтрацию можно, создавая в дренажном слое избыточное давление, компенсирующее гидростатическое давление в накопителе. Двухслойный противодиффузионный экран может устраиваться на дне хранилища и на откосах дамб обвалования.

Применение двухслойного экрана целесообразно только в случае складирования промышленных отходов, содержащих высокотоксичные соединения, попадание которых на окружающую территорию по санитарным требованиям недопустимо.

5.1. Для экранирования накопителей можно применять отходы мелкого и среднего помола, содержащие большое количество пылеватых и глинистых фракций, коэффициент фильтрации которых не выше  $1 < 10^{-7}$  см/с. Отходы мелкого помола могут быть использованы для устройства противодиффузионного экрана по всей площади дна и откосов хранилища, а отходы среднего помола - лишь в пределах площади, на которой располагается прудок-отстойник, т.е. в зоне осаждения пылеватых и глинистых частиц отходов.

Использование полиэтиленовой пленки для создания противодиффузионных устройств допускается в случае, если пленка устойчива против агрессивного действия складированных веществ.

Применение пленочных противофильтрационных устройств особенно целесообразно:

- при отсутствии достаточного количества грунтов, пригодных для строительства экрана;
- при наличии неблагоприятных погодных условий, затрудняющих укладку грунтового экрана;
- в сейсмических районах, где другие виды устройств могут быть ненадежными.

Для создания противофильтрационных устройств рекомендуется применять пленку из полиэтилена низкой плотности толщиной не менее 0,2 мм при напоре до 10 м водяного столба и не менее 0,4 мм при большем напоре по ГОСТ 10354-82, обладающую следующими свойствами: разрушающее напряжение при растяжении не менее 13,7 МПа, относительное удлинение при разрыве не менее 450 %, морозостойкость не выше минус 60 °С. Полиэтиленовая пленка должна быть стабилизирована сажей.

По конструктивному оформлению и условиям работы экраны из полиэтиленовой пленки выполняются по трем схемам:

- однослойные,
- двухслойные,
- комбинированные.

Однослойный экран состоит из полимерной пленки, подстилающего и защитного слоев.

Двухслойный экран состоит из двух слоев полимерной пленки, разделенных дренажным слоем из песка или песка с гравием, подстилающего и защитного слоев. Вместо нижнего слоя пленки можно уложить слой глинистого грунта (асфальтобетона). Преимуществом этого экрана является резкое снижение напора на нижний слой и повышение в этой связи эффективности экрана. При создании в дренажном слое вакуума (около 1 м водяного столба) двухслойный экран становится практически непроницаемым.

Комбинированный экран состоит из полимерной пленки и уложенного поверх него глинистого слоя, а также подстилающего и защитного слоев. Малопроницаемый глинистый слой толщиной 60 см значительно снижает фильтрационные потери при случайных нарушениях сплошности пленочного покрытия в процессе строительства экрана. При хорошем качестве выполнения работ экран практически непроницаем.

Для создания подстилающего и защитного слоев могут быть использованы, как правило, песчаные грунты, не содержащие неокатанных и крупных окатанных включений, могущих вызвать повреждения пленки. Наибольший допустимый диаметр частиц не должен превышать 5 мм для пленки толщиной 0,2 и 0,3 мм - соответственно 3 и 5 мм. Грунт подстилающего слоя не должен содержать льда, снега. Толщина подстилающего слоя должна быть равной 0,3 - 0,5 м, а защитного слоя не меньше 0,5 м на дне и 0,8 м на откосе хранилища.

Для защитного слоя можно использовать отходы, отвечающие предъявляемым требованиям, а на дне накопителя защитный слой можно заменить слоем воды или пульпы. Это мероприятие должно быть обосновано в проекте. В соответствии с

требованиями СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов в, откос должен быть защищен от повреждения волнами и льдом.

Пленочные противofильтрационные устройства, выполненные качественно, могут рассматриваться как практически не фильтрующие и полностью предотвращать фильтрацию складываемых промышленных стоков из накопителей. Для этого необходимо осуществлять контроль качества выполнения всех работ при строительстве противofильтрационного устройства. Любые случайные, даже незначительные повреждения пленки в процессе ее укладки или при эксплуатации могут оказать отрицательное влияние на коэффициент пленочного противofильтрационного устройства. В этом случае устройство должно рассматриваться как проницаемое для складываемых промышленных стоков.

Проектирование, строительство и эксплуатация пленочных противofильтрационных устройств хранилища промышленных стоков должны выполняться в соответствии с требованиями глав СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов, по организации, производству и приемке работ сооружений гидротехнических, транспортных, энергетических и мелиоративных систем.

Асфальтовые материалы и особенно асфальтобетоны, асфальтополимербетоны могут использоваться для строительства противofильтрационных устройств (экранов, диафрагм). Использованию противofильтрационных устройств из этих материалов способствовал ряд присущих им положительных качеств, к числу которых относятся, в частности: низкая водопроницаемость ( $k_f < 1 \cdot 10^{-7}$  см/с), химическая стойкость против воздействия ряда веществ, содержащихся в складываемых отходах, стойкость против старения, сохранение сплошности при неравномерных осадках (до 0,5 м на длине 10 м). Этому роду покрытий свойственны и недостатки, которые следует учитывать при выборе типа покрытий: битумы нестойки к воздействию концентрированных кислот, особенно при температуре выше 40 °С; в щелочной среде, особенно при волновом воздействии или воздействии турбулентного потока, возможно эмульгирование битума; в тонком слое нефтяные битумы быстро стареют, особенно при воздействии ультрафиолетовых лучей и повышенной температуры; битумы хрупки на морозе.

Противofильтрационные устройства из асфальтовых материалов рекомендуется использовать только в случае, если сточные воды не агрессивны для этих материалов. Эти устройства целесообразно использовать в следующих случаях:

- при отсутствии на месте строительства глинистых грунтов, пригодных для сооружения экрана;
- при неблагоприятных для укладки глинистых экранов климатических условиях; в сейсмических районах;
- в местностях с мягким климатом.

Применение асфальтовых, а также других противofильтрационных устройств должно быть обосновано на основании технико-экономического сопоставления вариантов. Для их сооружения используют асфальтобетоны, представляющие собой смесь битумов с минеральными веществами (щебнем, песком или асфальтополимербетоном - та же смесь, но с добавкой полимерных материалов).



Подбор состава асфальтобетона, обеспечивающего заданные показатели противодиффузионного устройства (водонепроницаемость, прочность), является сложным делом и включает следующие стадии:

- выбор и испытание исходных материалов;
- подбор соотношения минеральных материалов (щебня, песка, минерального порошка);
- определение оптимального количества вяжущего для подобранной минеральной смеси;
- испытание контрольных образцов с целью выявления соответствия свойств подобранного состава требованиям проекта.

По конструктивному оформлению асфальтобетонные экраны могут быть однослойные и двухслойные. Однослойный экран представляет собой непрерывный слой асфальтобетона, уложенный на подготовленное основание (или на слой пористого асфальтобетона), на который сверху нанесен слой поверхностной обработки. В случае необходимости дополнительной защиты (например, от действия отрицательных температур) экран закрывается сверху защитным слоем из местного грунта.

Двухслойный экран представляет собой два непрерывных слоя асфальтобетона с уложенным между ними дренажным слоем, в котором собирается жидкость, профильтровавшаяся через верхний слой, и отводится из него по трубам.

Однослойные асфальтобетонные экраны рекомендуются для хранилищ с достаточно плотным основанием, содержащих малотоксичные загрязнения, если фильтрационные потери, вычисленные при коэффициенте фильтрации экрана  $k_f = 10^{-7}$  см/с, допустимы.

Двухслойные асфальтобетонные экраны рекомендуются для хранилищ, содержащих высокотоксичные загрязнения, попадание которых на окружающую территорию и в подземные воды нежелательно. Двухслойные экраны рекомендуются при наличии в основании хранилища слабых просадочных грунтов, увлажнение которых недопустимо.

Толщина асфальтобетонного слоя экранов должна быть не менее 4 - 6 см. Предпочтительны более толстые слои с укладкой за один раз, так как из-за более высокой теплоемкости толстого слоя и более длительного времени укладки при правильно выбранном составе материалов достигается большая однородность и низкая пористость.

Не рекомендуется укладывать толстые слои за 2 раза из-за опасности повреждения вследствие образования воздушных пузырей.

Для качественной укладки асфальтобетонного экрана необходимо ровное и прочное основание, которое имеет поверхность, обеспечивающую хорошую связь с экраном, но не позволяющую образовываться волнистости.

#### **4. РАСЧЕТЫ ПЛОТИН И ДАМБ ХРАНИЛИЩ НА УСТОЙЧИВОСТЬ, ОСАДКУ И ФИЛЬТРАЦИЮ.**

Ограждающие сооружения должны иметь профиль, который обеспечивал бы безаварийную эксплуатацию хранилищ отходов и их устойчивое состояние на период консервации (рекультивации) при минимальных капиталозатратах на их возведение.

Устойчивость дамб и плотин зависит от целого ряда факторов: условий возведения сооружений; физико-механических характеристик слагающих их грунтов и отходов; различного рода нагрузок поверхностного и объемного характера, действующих на сооружения (фильтрационные, динамические силы и т.д.); характеристик их основания.

При расчете устойчивости откосов основным типом деформации является оползание, когда имеет место одновременное обрушение больших масс отходов обогатительных руд и грунта по некоторым поверхностям скольжения.

Основные расчетные случаи при расчетах устойчивости откосов плотин хранилищ отходов регламентированы СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов.

При проверке устойчивости низового (наружного) откоса основной расчетный случай предусматривает наличие в теле сооружения установившегося фильтрационного потока; при этом дренажные устройства работают нормально, уровень воды в верхнем бьефе (или в прудке-отстойнике) находится на отметке НПУ, а в нижнем - максимальный (но не более 0,2Н). Если нормальная работа дренажа нарушена и уровень воды в хранилище находится на отметке ФПУ, необходим особый расчетный случай. К числу особых сочетаний нагрузок при расчетах устойчивости относятся также случаи, когда учитываются избыточное поровое давление консолидации или сейсмические силы. Расчеты устойчивости ограждающих дамб намывного типа проводятся для наиболее неблагоприятных случаев, как, например, при:

- а) наименьшей ширине пляжа, возникающей в процессе эксплуатации;
- б) изменении расчетных характеристик вследствие снижения крупности помола при обогащении или изменения его технологии.

В качестве особого расчетного случая для намывного сооружения рассматривается максимальное обводнение за счет инфильтрации с пляжа в процессе периодического намыва при предельно допустимой интенсивности наращивания, при этом «отдых» карт намыва должен обеспечить состояние сооружения на данном участке, отвечающее условиям, которые приняты для основного расчетного профиля.

При оценке устойчивости, помимо расчетных показателей физико-механических свойств материала, из которых возводится ограждающее сооружение, необходимо иметь геологическую и гидрогеологическую характеристику его основания.

Оценка устойчивости сооружения должна производиться в зависимости от состояния его основания. В тех случаях, когда в основании залегают слабые грунты (в том числе материал гидроотвала), необходимо предварительно проверить возможность образования выпора, выполнить прогноз изменения физико-механических свойств под воздействием нагрузки от сооружения.

В районах с повышенной сейсмичностью (свыше 7 баллов) или вблизи источников динамических воздействий промышленного назначения необходимо

рассматривать возможность перехода водонасыщенных грунтов, отходов в разжиженное состояние. Оценка возможности возникновения разжижения материала и связанного с этим нарушения устойчивости производится на основе натуральных определений плотности его сложения с использованием метода критических ускорений колебаний.

При расчетах устойчивости ограждающих сооружений надлежит учитывать поровое давление консолидации, возникающее в процессе уплотнения слагающих их материалов, а также в качестве внешнего воздействия со стороны гидроотвала отходов (прудовой зоны).

Основными критериями учета избыточного порового давления консолидации являются свойства нестабилизированного материала:  $k_f = (5 - 10)10^{-6}$  м/сут; величина степени лажности  $G_0 \geq 0,85$ , величина коэффициента порового давления. При проектировании ограждающих сооружений I и III классов высотой более 40 м используется дифференциальное уравнение консолидации, учитывающее поверхность характеристик материала и постепенность роста сооружения по высоте.

Расчеты устойчивости откосов сооружений производятся на основе гипотезы круглоцилиндрической поверхности скольжения. В случае, когда форма поверхности устанавливается из геологического строения сооружения и его основания, оценку следует производить исходя из поверхности скольжения ломаного очертания. Целью расчета является определение минимальных коэффициентов запаса устойчивости ограждающего сооружения, профиль которого подлежит проверке при известных нагрузках и свойствах материала тела сооружения его основания.

## 5. РАСЧЕТ ФИЛЬТРАЦИИ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ ИЗ ХРАНИЛИЩА

Расчет фильтрации отходов из хранилища ведется для установления количества утечки сточной жидкости. Результаты этих расчетов используются при разработке соответствующих защитных мероприятий, отвечающих требованию охраны природы и природных ресурсов.

При расчете фильтрации сточной жидкости учитываются тип хранилища, особенности его эксплуатации, геологических и гидрогеологических условий ложа берегов хранилища и технологии возведения ограждающих гидросооружений и противофильтрационных устройств. Для хранилищ наливного типа расчет фильтрации производится в соответствии с главой СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов.

При замыве хранилища от плотины или дамбы расчет фильтрации следует производить с учетом отходов и грунтов, намываемых по верховому откосу дамбы или плотины.

В процессе намыва в хранилище происходит постоянная фильтрация воды, которая оказывает влияние как на устойчивость ограждающей плотины или дамбы, так и на санитарное состояние подземных вод и открытых водоемов.

Фильтрационный поток в дамбе, в ее основании и в зонах береговых примыканий хранилищ определяется как геологическими и гидрогеологическими условиями района, так и проницаемостью намывных отходов. В зависимости от этих

условий фильтрационный поток может быть одномерным, плоским и пространственным. Расчет фильтрации из хранилища должен производиться с учетом этих условий по трем схемам для следующих хранилищ:

- расположенных на сильнопроницаемых грунтах с глубоким залеганием горизонта грунтовых вод, т.е. когда их уровень ниже дна хранилища - по схеме одномерной задачи;
- расположенных на малопроницаемых грунтах, которые могут приниматься за водоупор, или на сильнопроницаемых грунтах ограниченной мощности ( $< 15$  м) - по схеме плоской задачи;
- возводимых на проницаемых грунтах большой мощности при высоком залегании горизонта грунтовых вод, т.е. при наличии подпора, - по схеме пространственной задачи.

**1.1.** Фильтрация воды из хранилищ, возводимых на основаниях, сложенных из вечномерзлых грунтов, вследствие намыва отходов происходит по оттаявшим слоям. В этом случае и при несложных гидрогеологических условиях фильтрационные расчеты на стадии проекта хранилищ можно выполнять, рассматривая плоскую задачу, пользуясь приближенными способами расчета.

Плоский фильтрационный поток в сложных гидрогеологических условиях, а также пространственный поток должны рассчитываться на основе моделирования методом ЭГДА, описанным в литературе.

Для хранилищ с дамбами намывного типа расчет фильтрации должен производиться с учетом влияния на поток воды из намывной призмы из отходов.

## 6.ГИДРОТРАНСПОРТ ОТХОДОВ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

По режимам работы системы гидротранспорта подразделяются на безнапорные, напорно-самотечные, напорно-принудительные и смешанные.

Классы капитальности сооружений гидротранспорта устанавливаются в зависимости от выхода отходов обогащения руды по табл. 1.

Таблица 1

Выход отходов, т/сут	Класс капитальности	
	безнапорного и напорно-самотечного	напорно-принудительного
Более 30000	2	1
10000 - 30000	3	2
5000 - 10000	4	3
1000 - 5000	5	4
До 1000	5	5

При возможности организации аварийного самотечного сброса отходов в течение длительного срока (свыше 3 - 5 сут) класс капитальности системы напорно-принудительного гидротранспорта может быть понижен на единицу.

Класс капитальности системы гидротранспорта может быть повышен на единицу

при подаче пульпы на большие расстояния (свыше 20 км), при очень сложных условиях прокладки пульповодов, затрудняющих их нормальную эксплуатацию, или при транспортировке пульпы, содержащей особо вредные вещества.

В зависимости от класса капитальности системы гидротранспорта назначается количество резервных пульповодов и насосов. Количество резервных пульповодов принимается либо соответственно количеству резервных насосов, либо при соответствующем технико-экономическом обосновании на единицу меньше.

Исходные и расчетные данные по отходам и пульпе.

Для разработки проекта системы гидротранспорта отходов обогатительных комбинатов необходимы следующие исходные данные:

- выход отходов, млн. т/год;
- расход воды на 1 т руды или концентрата, м<sup>3</sup>; плотность отходов, т/м<sup>3</sup>;
- гранулометрический и минералогический составы хвостов и их гидравлическая крупность;
- режим работы комбината (число рабочих смен, продолжительность смены, общее число рабочих часов в год);
- коэффициент неравномерности выхода отходов (1,15 - 1,20);
- расчетное число лет работы комбината;
- продольные профили и планы по предлагаемым трассам пульповодов;
- весовая консистенция пульпы ( $T:Ж$ ) и ее возможные колебания; температура исходной пульпы;
- возможность загрязнения пульпы раств  $T:Ж$  оримыми и нерастворимыми химическими соединениями, их предлагаемый состав и количество.

Расчетными параметрами при проектировании систем гидротранспорта являются: расход пульпы  $Q_p$ , плотность пульпы  $\gamma_p$ , весовая консистенция пульпы, средневзвешенный диаметр частиц хвостов  $d_{ср}$ , плотность твердого  $\gamma_t$ , гидравлическая крупность  $W$ .

Гидравлическая крупность частиц  $W$  определяется по таблицам В.Н. Гончарова в зависимости от  $d_{ср}$  и температуры воды.

## 7. ТРАССА ПУЛЬПОВОДОВ

При выборе трассы пульповодов необходимо стремиться к осуществлению самотечного или самотечно-напорного гидротранспорта в течение всего или большей части заданного срока эксплуатации комбината.

Самотечные системы гидротранспорта следует проектировать в виде открытых лотков прямоугольного или трапецеидального сечения из сборного или монолитного железобетона с футеровкой дна и боковых стенок плитками каменного литья или шлакоситалла. При агрессивной среде (на фабриках цветной металлургии) лотки должны быть футерованы специальным кирпичом.

Самотечные лотки укладываются с уклонами дна, обеспечивающими режим движения пульпы при скоростях, близких к критическим.

От самотечных лотков должен быть предусмотрен лоток аварийного сброса пульпы в аварийную емкость или хранилище. Для этого на лотках должна быть устроена камера переключений с двойными шиберными затворами.

Лотки и пульповоды во многих случаях (кроме районов с суровым климатом) при критических скоростях движения пульпы могут прокладываться без утепления на зимний период.

Напорные пульповоды систем гидротранспорта подразделяются на магистральные и распределительные. Первые предназначены для подачи пульпы от пульпонасосных станций до хранилищ, а вторые - для распределения пульпы по периметру хранилищ. Оба вида пульповодов желательно прокладывать на поверхности земли с уклонами не менее  $i = 0,005$ , необходимыми для обеспечения сброса пульпы при их опорожнении. В отдельных случаях при достаточном обосновании пульповоды могут укладываться в земле.

Количество и диаметры пульповодов определяются расчетом с учетом удобства эксплуатации систем их маневренности с тем, чтобы была обеспечена бесперебойность работы даже при возможных непредвиденных нарушениях технологического процесса транспортирования пульпы (аварий на насосных станциях, по длине пульповодов и т.п.).

Магистральные и распределительные пульповоды следует размещать на подвижных и неподвижных (анкерных) опорах. Подвижные (скользящие) опоры, поддерживающие пульповоды, служат для обеспечения возможности перемещения труб при температурных изменениях. Неподвижные (анкерные) опоры служат для жесткого крепления пульповодов в местах поворотов трассы и между компенсаторами. Расстояние между подвижными и неподвижными опорами определяется расчетами. В ряде случаев прокладку отвалных пульповодов при соответствующем обосновании производят без устройства анкерных опор и компенсаторов.

Минимальное расстояние пульповодов от высоковольтных линий следует принимать равным 30 м при давлении до 0,4 МПа и 40 м - при давлениях более 0,4 МПа.

При проектировании пульповодов должны быть решены вопросы выбора материала труб, рациональных мест установки запорно-регулирующей арматуры, устройства для выпуска и впуска воздуха, защиты трубопроводов от гидравлических ударов, необходимости промывки пульповодов чистой водой после прекращения перекачки по ним пульпы, допустимого времени пребывания воды в пульповодах в зимнее время при вынужденных их остановках и пр.

В качестве устройств для выпуска и впуска воздуха на напорных пульповодах могут применяться:

а) противовакуумные клапаны - для впуска воздуха с целью предотвращения сплющивания пульповодов атмосферным давлением при образовании в них вакуума;

б) автоматические вантузы большой пропускной способности конструкции с  $D_y = 200 - 300$  мм. Эти вантузы выполняют функции вантуза (выпуск воздуха при

заполнении трубопровода гидросмесью) и автоматического противовакуумного клапана (впуск воздуха при опорожнении трубопровода). Эти вантузы рекомендуются также к установке на водоводах осветленной воды.

**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. ....