МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

Временная отраслевая инструкция по проектированию систем гидравлического транспорта отходов флотации и возврата оборотной воды на обогатительных фабриках Минуглепрома СССР

ВНТП 18 - 80

Минуглепром СССР

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

Временная отраслевая инструкция по проектированию систем гидравлического транспорта отходов флотации и возврата оборотной воды на обогатительных фабриках Минуглепрома СССР.

ВНТП I8- 80

Минуглепром СССР

Утверждена Минуглепромом СССР
протоколом от 2I июля I980 г.

Москва I980 г.

"Временная отраслевая инструкция по проектированию систем гидравлического транспорта отходов флотации и возврата оборотной воды на обогатительных фабриках Минуглепрома СССР разработана Всесоюзным научно-исследовательским и проектным институтом угольной промышленности "Центрогипрошахт", Украинским научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом по обогащению и брикетированию углей "Укрнииуглеобогащение" и Украинским научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом подземной гидравлической добычи угля "Укрниигидроуголь" с участием института горной механики им. Г.А. Цулукидзе Академии наук Грузинской ССР.

Составители:
от Центрогипрошахта
А.И.Вульфович, В.Я.Токанова, Л.В.Горбачева

от Укрнииуглеобогащения
В.И.Волков, А.С.Тереховский

от Укрниигидроугля
Н.Е.Офенгенден, Ю.Ф.Власов

от ИГМ АН Грузинской ССР
А.Г.Джваршеишвили, Т.Ш.Гочиташвили.

Министерство угольной промышленности СССР (Минуглепром СССР)	Временная отраслевая инструкция по проектированию систем гидравлического транспорта отходов флотации и возврата оборотной воды на обогатительных фабриках Минуглепрома СССР.	ВНТП I8 - 80 Минуглепром СССР Взамен ——

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Хвостовое хозяйство должно быть выделено в самостоятельное подразделение фабрики.

I.2. Системы гидротранспорта по режиму работы подразделяются на безнапорные (самотечные), напорные и смешанные.

В безнапорных системах давление на свободную поверхность потока равно атмосферному. В напорных системах давление на стенки трубопровода превышает атмосферное. Напорные системы подразделяются на напорно-принудительные, транспортирование пульпы в которых осуществляется за счет напоров, создаваемых насосами, и напорно-самотечные, в которых пульпа транспортируется за счет положительной разности геодезических высот.

Смешанные системы представляют комбинацию безнапорного и напорного гидротранспорта.

I.3. Системы гидротранспорта отходов флотации и возврата осветлённой воды состоят из магистральных, разводящих (распределительных) и аварийно-сбросных пульповодов, системы водоводов, насосных станций и аварийных бассейнов.

I.4. Классы капитальности сооружений гидротранспорта устанавливаются в зависимости от выхода отходов флотации по табл.I.I.

Внесены: Центргипрошахтом Укрниуглеобогащением Укргипшгидроуглём	Утверждены Минуглепромом СССР 2I июля 1980г.	Срок введения в действие I сентября I980г.

Таблица I.I.

Классы капитальности сооружений гидротранспорта

Выход отходов флотации, т/сут.	Класс капитальности гидротранспорта	
	безнапорный	напорный
I000-5000	5	4
до I000	5	5

I.5. При возможности организовать аварийный самотечный сброс отходов флотации в течение длительного срока (свыше 3 - 5 суток) класс капитальности системы напорного гидротранспорта должен быть понижен на единицу.

I.6. Класс капитальности системы гидротранспорта должен 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 транспортировании пульпы, содержащей особо вредные вещества.

I.7. Общее количество пульповодов на фабрике должно быть не менее двух. Количество резервных пульповодов принимается соответственно количеству резервных насосов, которое назначается в зависимости от класса капитальности системы гидротранспорта и данных табл. 7.I.

I.8. В работе принята следующая основная терминология и обозначения:

пульповод - система труб, по которой транспортируются отходы флотации;

водовод - система труб, по которой транспортируется осветленная вода;

пульпа (гидросмесь) - механическая смесь отходов флотации с водой;

насосная стация /головная, перекачная (промежуточная станция)/ - система, включающая транспортирующий агрегат с

приводным двигателем, заборное устройство и необходимую контрольно-измерительную аппаратуру;

расход пульпы (Q см, $м^3/ч$; $м^3/с$) - суммарный объём воды и твёрдого материала, проходящий через поперечное сечение пульповода за единицу времени;

критическая скорость ($U_{кр}$, м/с) - средняя по поперечному сечению трубы скорость движения пульпы, соответствующая началу выпадения частиц твёрдого материала на нижнюю стенку пульповода или лотка;

целесообразность выбора экономичного значения скорости транспортирования подтверждается технико-экономическими расчётами при проектировании систем дальнего (магистрального) удаления отходов;

$\rho_{см}, \rho_0$ и ρ_s (кг/м³)- плотность пульпы, воды и твердого материала;

S и S_0 величина безразмерная или выраженная в %) - объёмная концентрация по отношению к объёму пульпы или воды;

C и C_0 (величина безразмерная или выраженная в %) - массовая концентрация по отношению к массе пульпы или массе воды;

P (г/л) - содержание твёрдого в объёме пульпы.

Соотношение между величинами $\rho_{см}, \rho_0, \rho_s, S, S_0, C$, C_0 и P определяется по табл.I.2.

При этом плотность транспортируемого материала (ρ_s) определяется по аналогам или лабораторным путём, а одна из величин, характеризующая концентрацию гидросмеси - на основании заданной производительности по твердому.

I.9. Настоящая "Отраслевая инструкция..." не затрагивает вопросы проектирования гидротехнических сооружений хвостового хозяйства углеобогатительных фабрик.

Таблица I.2.

	$\rho_{см}$	S	S_o	C	C_o	P
$\rho_{см}$	—	$\rho_o+S(\rho_s-\rho_o)$	$\rho_o+\frac{1}{1+S_o}(\rho_s-\rho_o)$	$\frac{\rho_o}{1-C\cdot\frac{\rho_s-\rho_o}{\rho_s}}$	$\frac{\rho_o}{1-\frac{C_o}{1+C_o}\cdot\frac{\rho_s-\rho_o}{\rho_s}}$	$\rho_o+P\left(1-\frac{\rho_o}{\rho_s}\right)$
S	$\frac{\rho_{см}-\rho_o}{\rho_s-\rho_o}$	—	$\frac{S_o}{1+S_o}$	$C\cdot\frac{\rho_{см}}{\rho_s}$	$\frac{C_o}{1+C_o}\cdot\frac{\rho_{см}}{\rho_o}$	$\frac{P}{\rho_s}$
S_o	$\frac{\rho_{см}-\rho_o}{\rho_s-\rho_{см}}$	$\frac{S}{1-S}$	—	$\frac{C}{1-C}\cdot\frac{\rho_o}{\rho_s}$	$C_o\frac{\rho_o}{\rho_s}$	$\frac{P}{\rho_s-P}$
C	$\frac{\rho_{см}-\rho_o}{\rho_s-\rho_o}\cdot\frac{\rho_s}{\rho_{см}}$	$S\frac{\rho_s}{\rho_{см}}$	$\frac{1}{1+\frac{\rho_o}{S\rho_s}}$	—	$\frac{C_o}{1+C_o}$	$\frac{P}{\rho_{см}}$
C_o	$\frac{\rho_{см}-\rho_o}{\rho_s-\rho_{см}}\cdot\frac{\rho_s}{\rho_o}$	$\frac{S}{1-S}\cdot\frac{\rho_s}{\rho_o}$	$S_o\frac{\rho_s}{\rho_o}$	$\frac{C}{1-C}$	—	$\frac{P}{\rho_{см}-\rho_o}$
P	$\frac{\rho_{см}-\rho_o}{\rho_s-\rho_o}\cdot\rho_s$	$S\rho_s$	$\frac{S_o}{1+S_o}\cdot\rho_s$	$C\rho_{см}$	$\frac{C_o}{1+\rho_o}\cdot\rho_{см}$	—

2. ТРАССА ПУЛЬПОВОДОВ И ВОДОВОДОВ

2.1. Выбор трассы и взаимного расположения сооружений гидротранспорта на генплане должен производиться на основании материалов топографических, гидрометеорологических, инженерно-геологических, гидрогеологических и геотехнических изысканий и исследований.

2.2. При выборе трассы трубопроводов (пульповодов и водоводов) необходимо стремиться к минимальной протяженности и наименьшему количеству поворотов, а также к осуществлению самотечного гидротранспорта в течение всего или большей части заданного срока эксплуатации фабрики.

Трубопроводы на всем протяжении трассы необходимо проектировать прямолинейными или из отдельных участков, соединенных под небольшим углом, считая углом поворота угол между её направлением до и после поворота.

2.3. Безнапорные системы гидротранспорта следует проектировать в виде трубопроводов с неполным заполнением сечения и открытых лотков прямоугольного и трапецеидального сечения со съёмными покрытиями из сборного или монолитного железобетона с футеровкой дна и боковых стенок плитками каменного литья.

При агрессивной среде лотки должны быть футерованы специальным кирпичём.

Уклон дна самотечных лотков должен обеспечивать режим движения пульпы при скоростях выше критических.

В пределах промплощадок обогатительных фабрик самотечный транспорт может осуществляться в проходных туннелях по безнапорному трубопроводу.

2.4. Количество лотков в самотечных системах следует определять, исходя из расхода пульпы и удобства сброса ее от основных технологических цехов в хвостохранилище.

2.5. Сброс пульпы из самотечных лотков в хвостохранилище

производится с длительным устойчивым перепадом уровней. Подпор лотков со стороны хвостохранилища не допустим.

При рассредоточенном сбросе пульпы в хвостохранилище от самотечных лотков необходимо укладывать распределительные пульповоды с выпусками. В таких случаях на лотках необходимо устраивать камеры переключений с шиберными затворами и оголовки пульповодов в виде приемных камер.

2.6. Напорные пульповоды систем гидротранспорта подразделяются на магистральные и распределительные. Первые предназначены для подачи пульпы от пульпонасосных станций до хвостохранилищ, а вторые - для распределения пульпы по периметру хвостохранилищ.

Прокладку напорных пульповодов для отходов флотации осуществлять, как правило, наземным и надземным способом, с уклонами не менее $i = 0{,}005$, необходимыми для сброса пульпы при их опорожнении.

Подземный и комбинированный способы прокладки применять в исключительных случаях при соответствующем обосновании и с принятием всех необходимых мер для их безаварийной работы и удобства восстановительных ремонтов.

2.7. Трассировку магистральных пульповодов следует производить с максимальным использованием рельефа местности. При этом необходимо стремиться к выбору рельефа, при котором трассы в вертикальной плоскости были бы с уклоном в направлении подачи пульпы и с минимальным количеством V-образных понижений.

Не допускать наклонных участков с углом более 30^{0}, поворотов с радиусом кривизны менее 6 диаметров пульповода. При длинных пульповодах и сложных их трассах схемные решения и результаты расчётов согласовывать с бассейновыми институтами "Внииигидроуголь" или "Укрниигидроуголь".

В пониженных местах профиля следует предусматривать аварийные емкости для выпуска пульпы из прилежащих к этим местам участков пульповодов. Объем аварийной емкости рекомендуется определять из условия 10-20 опорожнений в зимний период экс-

плуатации, прилежащих к выпускам участков пульповодов. Диаметр выпусков принимать в соответствии со СНиП II-31.

В повышенных местах при наличии переломов профиля необходимо устанавливать вантузы, а в пониженных - выпуски. Диаметр вантуза 25-50 мм для труб диаметром до 500 мм.

2.8. Магистральные пульповоды размещать вдоль всей трассы параллельно друг другу с расстояниями в свету, обеспечивающими удобства сварки стыков, поворачивания и замены отдельных участков (но не менее 0,7 м).

Вдоль трассы пульповодов и для подъезда к аварийным емкостям предусматривать устройство дорог для их обслуживания, шириной не менее 3 м для проезда механизмов, а также соответствующую землеройную технику и колёсный транспорт.

При трех параллельных нитках пульповодов достаточно предусмотреть односторонний подъезд к ним. При большем количестве пульповодов должен быть обеспечен двухсторонний подъезд механизмов. При этом вылет стрел грузоподъемных механизмов должен обеспечивать монтаж и демонтаж отдельных участков пульповодов.

2.9. Магистральные и распределительные надземные пульповоды следует размещать на подвижных и неподвижных (анкерных) опорах.

2.10. Минимальное расстояние пульповодов от высоковольтных линий следует принимать равным 30 м при давлениях до 4 кгс/см^2 и 40 м - при давлениях более 4 кгс/см^2.

2.11. Водоводы осветленной воды укладывать подземным способом рядом с пульповодами, обеспечив возможность промывки последних этой водой.

2.12. На трассах пульповодов при подземной их прокладке через 50-100 м необходимо предусматривать смотровые колодцы, диаметром не менее 0,7 м. В местах устройства смотровых колодцев следует устанавливать отводы от трубопровода осветленной воды диаметром 100-125 мм с задвижками.

2.I3. Предусматривать оснащение пульповодов и водоводов компенсаторами и внешней противокоррозийной изоляцией.

2.I4. Для защиты криволинейных участков труб (интенсивность износа которых в I,5-2 раза выше интенсивности износа прямолинейных участков) от повышенного износа предусматривать специальные мероприятия, такие как: усиление стенок предварительной наваркой пластин в месте максимального износа, изготовление износостойких конструкций колен по чертежам ИГМ АН ГССР и "Укрниигидроуголь".

2.I5. С целью уменьшения коррозии пульповодов предусматривать применение соответствующих ингибиторов.

2.I6. Сборка труб, производство и контроль сварочных работ должны производиться в соответствии со СНиП III-30.

2.I7. Трассы трубопроводов, пересекающие овраги, прокладывать на специальных эстакадах, исключив монтирование линий с большими углами наклона относительно горизонта.

2.I8. При проектировании пульповодов предусматривать при необходимости прокладку труб из износоустойчивого материала (например, биметаллические трубы с плакирующим слоем).

3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ НАПОРНЫХ ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

3.I. Настоящие гидравлические расчеты предназначены для выбора основного гидротранспортного оборудования (углесосов и других центробежных насосов, пригодных для перекачки пульпы) и пульповодов для внешнего гидравлического напорного транспорта отходов флотации на углеобогатительных фабриках с плотностью транспортируемого вещества I800 - 2500 кг/м^3.

3.2. Приведенные формулы, графические зависимости и табличные данные применяются для гидравлического расчета транспорта отходов флотации в пульповодах диаметром до 500 мм в диапазоне изменения крупности до I мм при средневзвешенном размере транспортируемых твёрдых частиц до 0,3 - 0,4 мм и максимальном объемном насыщении не более 25%.

3.3. В расчетах учитывается зависимость удельных потерь напора от следующих основных факторов: скорости движения пульпы и ее концентрации, диаметра трубопровода и шероховатости его внутренней поверхности, плотности и средневзвешенной крупности транспортируемого материала.

3.4. Гидравлические расчеты при проектировании систем гидротранспорта по удалению отходов флотации на углеобогатительных фабриках производятся на основе следующих исходных данных:

выход отходов флотации, тыс.т/год;

содержание твердого в пульпе, %, г/л;

плотность отходов флотации, кг/м^3;

гранулометрический состав и средневзвешенный размер отходов флотации, %, мм;

минералогический состав отходов флотации с целью определения транспортных особенностей и абразивных свойств;

режим работы гидротранспортной системы (число рабочих смен, продолжительность смены, общее число рабочих часов в год);

коэффициент неравномерности выхода отходов флотации;
расчётный срок службы пульповодов, в годах;
продольные профили по предполагаемым трассам пульповодов;
общая протяженность гидротранспортной системы;
возможные пределы и колебания содержания твердого в пульпе;
температура исходной пульпы, ^{o}C;
возможность загрязнения отходов флотации и несущей среды растворимыми и нерастворимыми химическими соединениями, их характеристика, предполагаемые состав и количество.

3.5. В зависимости от гранулометрического состава отходы флотации по аналогии с классификацией песчаных грунтов в соответствии со СНиП II-I5 могут быть подразделены на следующие виды:

крупнозернистые - вес частиц крупнее 0,5 мм составляет более 50%;

среднезернистые - вес частиц крупнее 0,25 мм составляет более 50%;

мелкозернистые - вес частиц крупнее 0,I0 мм составляет более 75%;

пылеватые (илистые) - вес частиц крупнее 0,I0 мм составляет менее 75%.

Примечание: Для установления классификации последовательно суммируются проценты содержания частиц исследуемых отходов флотации, сначала крупнее 0,5, затем 0,25, далее 0,I0 мм и т.д.

Классификация отходов флотации устанавливается и принимается по первому удовлетворяющему показателю в порядке расположения видов в данных рекомендациях.

3.6. Результаты ситового (седиментационного) анализа отходов флотации при проектировании гидротранспортных систем на основании существующих аналогов рекомендуется задавать таблицей ситового состава или в виде кривой распределения гранулометрического состава.

3.7. По характеру распределения и процентному содержанию различных классов крупности, а также степени влияния гранулометрического состава на характер пульпы и параметры гидравлического транспортирования пульпы, составленные из отходов флотации, с достаточным для практики приближением могут быть отнесены к условно однородным, приближающимся к гомогенным средам.

3.8. В качестве расчётной крупности отходов флотации следует принимать средневзвешенную крупность - $d_{ср}$, мм.

$$d_{\varphi} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} d_i p_i}{\sum_{i=1}^{i=n} p_i} = \frac{d_1 p_1 + d_2 p_2 + \dots + d_n p_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n}, \quad (3.1)$$

где: d_i - среднеарифметическое значение крупности i -го интервала или i -ой стандартной крупности, мм;

p_i - процентное содержание i -ой крупности по массе в составе пробы отходов флотации.

3.9. Расчёты основных параметров гидротранспортных систем выполняются на основании общей характеристики гранулометрического состава и средневзвешенного размера транспортируемых частиц. Как правило, расчёт производится, исходя из начального (исходного) ситового состава отходов флотации перед подачей его в гидротранспортную систему и напорный пульповод, который берется по данным бассейнового научно-исследовательского института.

3.10. Режим работы гидротранспортной системы и, следовательно, режим движения пульпы в напорных пульповодах должен осуществляться в оптимальных условиях, при которых обеспечивается заданная производительность по гидравлическому удалению отходов флотации при наименьших затратах на транспортирование твердого материала.

3.11. Оптимальным гидравлическим условиям перемещения напорным потоком твердых материалов отвечает режим гидравлического транспортирования, определенный п.I.8 и п.3.I3 настоящей инструкции ($U_{кр}$, $V_{р}$).

3.I2. Искомыми величинами при гидравлическом расчёте при заданной производительности гидротранспортной системы по твердому материалу являются: производительность гидротранспортной установки по пульпе, диаметр пульповода, критическая и рабочая скорость движения, полный напор.

Расчёт может производиться для различных вариантов по концентрации пульпы и соответственно диаметра пульповодов.

Комбинация заданных расчётных и искомых параметров гидротранспорта должна позволить отыскать допустимый в данных условиях минимум затрачиваемой энергии при непременном и жестком условии обеспечения надёжности работы гидротранспортной системы в целом (допускаемый износ пульповода с учетом его поворачивания, допустимая скорость движения гидросмеси, возможная концентрация).

3.I3. Критическая скорость движения гидросмеси определяется по формуле института Укргидроуголь, полученной в результате обработки данных экспериментальных исследований и промышленных замеров параметров напорного гидротранспорта отходов флотации:

$$U_{кр} = K_s \cdot K_d \cdot \sqrt{g D_y (1+as)}, \qquad (3.2)$$

где: D_y - диаметр пульповода, м;

g - ускорение силы тяжести, м/с^2;

$a = \frac{\rho_s - \rho_o}{\rho_o}$ - параметр (безразмерная величина);

K_s - коэффициент, зависящий от концентрации пульпы. Определяется по графику, рис.3.I.

K_d - коэффициент, принимаемый равным 0,8.

Расчетная скорость ($V_р$, м/с) - средняя по поперечному сечению скорость пульпы, соответствующая минимальной скорости транспортирования, обеспечивающей надежную (без зебутовок) работу гидротранспортной системы; в зависимости от характеристики качества транспортируемого материала, принимается на 5-20% выше критической.

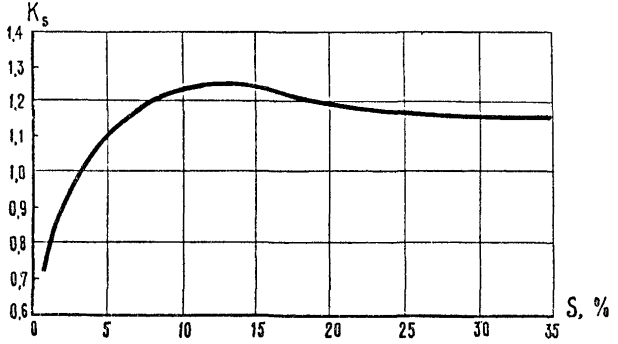

Рис. 3.I. ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА K_S ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ПУЛЬПЫ.

3.I4. Для ориентировочных расчетов величину критической скорости можно выбрать по табл. 3.I.

Таблица 3.I.

D_y, мм	I50	200	250	300	350	400
$\mathcal{U}$, м/с	I,2-I,4	I,4-I,6	I,6-I,75	I,75-I,9	I,9-2,I	2,I-2,25

Прокладка трассы пульповодов производится, как правило, из труб одного диаметра. В том случае, если трасса пульповодов, обслуживаемая одним транспортирующим агрегатом, смонтирована из труб различного диаметра, расчет критической скорости и выбор скорости транспортирования производится для наибольшего диаметра.

3.I5. Режим работы гидротранспортной системы с наличием слоя зависания в пульповоде не допускается.

3.I6. Диаметр пульповода гидротранспортной системы рекомендуется выбирать на основании сравнения вариантов с учетом обеспечения режима работы без наличия слоя зависания.

3.I7. По состоянию внутренней поверхности пульповоды подразделяются на три группы:

гидравлически гладкие - новые горячекатанные трубы или с продольным швом, эксплуатирующиеся в условиях отсутствия внутреннего коррозийного воздействия транспортируемой среды или частого периодического воздействия воздуха, вследствие частых опорожнений;

шероховатые - горячекатанные или с продольным швом трубы, эксплуатирующиеся в условиях возможного внутреннего коррозийного воздействия транспортируемой среды или частого периодического воздействия воздуха вследствие опорожнений пульповода;

с защищенной от гидроабразивного износа внутренней поверхности - пульповоды, армированные базальтовыми или из другого каменного литья вкладышами независимо от изготовления основной стальной трубы.

3.I8. При расчете и проектировании гидротранспортных

систем первоначальную оценку гидравлических сопротивлений следует производить по удельным потерям напора при движении воды в пульповоде в зависимости от состояния внутренней поверхности.

3.19. Удельные потери напора при движении воды в пульповоде определяются по формуле:

$$i_0 = \frac{\lambda_0 v^2}{2g D_y}, \quad \text{м.вод.ст./м} \qquad (3.3)$$

где: λ_0 - коэффициент гидравлического сопротивления трения, вычисляемый по формуле:

$$\lambda_0 = \frac{1.1}{(1.8 \lg Re - 1.5)^2} \qquad (3.4)$$

Для шероховатых пульповодов

$$\lambda_0 = 0{,}24\left(\frac{1{,}9 \cdot 10^{-6}}{D_y} + \frac{1}{Re}\right)^{0{,}226}, \qquad (3.5)$$

где; Re - число Рейнольдса $Re = \frac{v D_y}{\nu_0}$

ν_0 - коэффициент кинематической вязкости чистой воды, принимаемый равным $1 \cdot 10^{-6}$ м^2/с при t=20°С.

Для упрощения расчётов при определении удельных потерь напора при движении воды в гладких и шероховатых пульповодах можно пользоваться таблицей 3.2.

В пульповодах, армированных базальтовыми вкладышами (вкладышами из каменного литья) впредь до накопления и обобщения опытных и промышленных данных, удельные потери напора в рабочем режиме рекомендуется принимать на 30-50% выше (в зависимости от качества литья, монтажа и длины вкладыша), чем в гидравлически гладких пульповодах равнозначного внутреннего диаметра или пользоваться результатами экспериментальных исследований.

3.20. Удельные потери напора при гидравлическом траспортировании отходов флотации определяются по следующей формуле:

$$i_{см} = \lambda_{см} \frac{v^2}{2g D_y}, \qquad (3.6)$$

ТАБЛИЦА 3.2.

Скорость пульпы, м/с	Гидравлически гладкий трубопровод $Д_у$, мм						Шероховатый трубопровод $Д_у$, мм					
	150	200	250	300	350	400	150	200	250	300	350	400
1,0	0,0060	0,0043	0,0033	0,0029	0,0022	0,0019	0,0068	0,0052	0,0041	0,0031	0,0025	0,0021
1,5	0,0117	0,0094	0,0069	0,0056	0,0046	0,0040	0,0150	0,0101	0,0082	0,0065	0,0054	0,0045
2,0	0,0210	0,0156	0,0120	0,0094	0,0078	0,0067	0,0263	0,0193	0,0143	0,0115	0,0093	0,0080
2,5	0,0323	0,0234	0,0177	0,0140	0,0118	0,0101	0,0416	0,0295	0,0220	0,0181	0,0147	0,0125
3,0	0,0454	0,0321	0,0251	0,0196	0,0165	0,0141	0,0593	0,0420	0,0319	0,0263	0,0210	0,0180
3,5	0,0591	0,0427	0,0324	0,0263	0,0219	0,0187	0,0802	0,0561	0,0430	0,0357	0,0285	0,0249
4,0	0,0752	0,0542	0,0402	0,0330	0,0281	0,0240	0,1050	0,0734	0,0561	0,0458	0,0373	0,0323

где: $i_{см}$ - удельные потери напора при движении пульпы, в пульповоде;

$\lambda_{см}$ - коэффициент гидравлического сопротивления трения, для гидравлических гладких пульповодов рассчитывается по зависимости или определяется по графику (рис.3.2).

Число Рейнольдса при движении гидросмеси определяется по формуле:

$$Re_{см} = \frac{V_{см} \cdot D_y}{\nu_{см}} \qquad (3.7)$$

Коэффициент кинематической вязкости гидросмеси рассчитывается по зависимости:

$$\nu_{см} = \nu_0 \cdot K_{\nu d} \qquad (3.8)$$

Коэффициент $K_{\nu d}$ определяется по графику в зависимости от объемной концентрации гидросмеси и средневзвешенной крупности транспортируемого материала (рис.3.3).

3.2I. Исходные данные для выбора насоса (подача, напор и мощность) определять в соответствии с рекомендациями, изложенными в пунктах 3.20, 3.2I. По этим данным строить характеристику внешней сети (H_c - Q_c).

3.22. Ориентировочный выбор насоса на заданные рабочие параметры осуществлять в соответствии с номенклатурой углесосов или других насосов, пригодных для перекачки пульп.

3.23. Рабочий режим гидротранспортной установки определяется точкой пересечения напорно-расходных характеристик насоса и внешней сети, построенных в одном масштабе для выбранной концентрации пульпы, S .

В случае, если концентрация пульпы изменяется во время эксплуатации в пределах S_1 - S_n , то рабочая зона режимов гидротранспортной установки определяется областью, ограниченной расходно-напорными характеристиками насосов (H_I-Q_I) (H_n -Q_n) и внешней сети пульповодов (H_{01} - Q_{01}) - (H_{cn}-Q_{cn}).

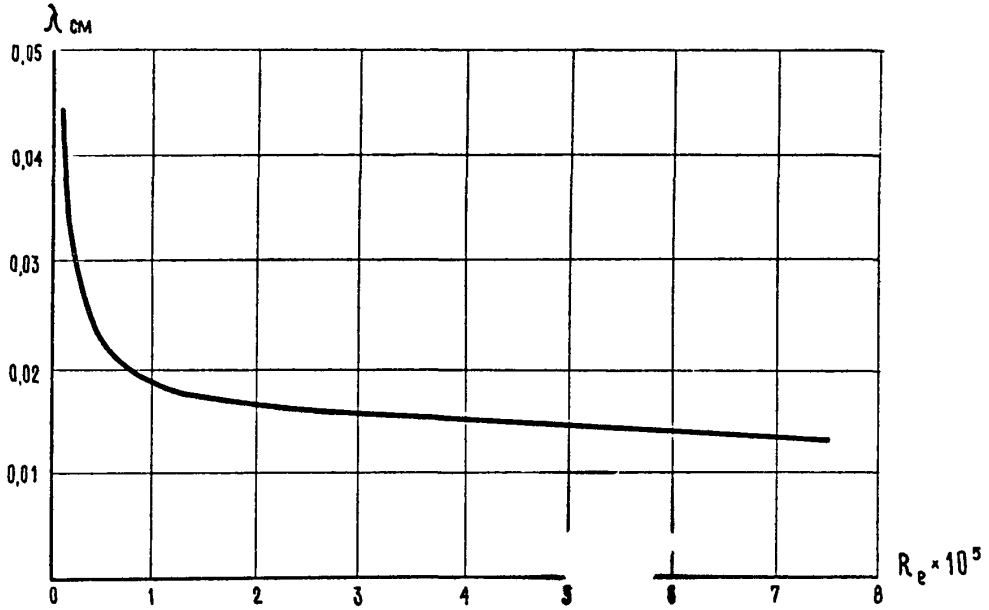

Рис. 3.2. ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ОТ ЧИСЛА РЕЙНОЛЬДСА.

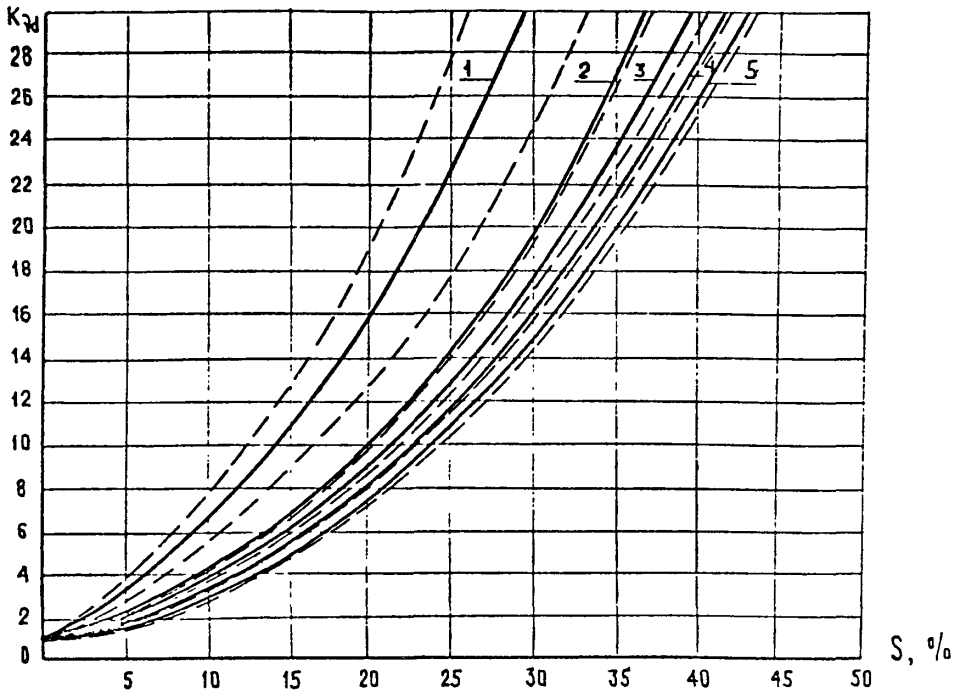

Рис. 3.3. ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА $K_{уд}$ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ПУЛЬПЫ И СРЕДНЕВЗВЕШЕННОЙ КРУПНОСТИ ТРАНСПОРТИРУЕМОГО МАТЕРИАЛА.

I,2,3,4,5- для средневзвешенной крупности 0,293; 0,234; 0,182; 0,143 и 0,073 мм пунктиром- для средневзвешенной крупности 0,30; 0,25; 0,20; 0,15; 0,10 и 0,05 мм

3.24. Приведенные в каталогах и заводских данных характеристики насосов, полученные при заводских испытаниях на чистой воде, при расчёте рабочего режима гидротранспортной установки должны быть пересчитаны на пульпу.

3.25. Пересчет напорно-расходной характеристики насоса с воды на пульпу производится по формуле:

$$H_{см} = K_н (1 + aS) H_o , \qquad (3.9)$$

где: $H_{см}$, H_o - напоры насоса соответственно на пульпе и на воде при одинаковой производительности, м.вод.ст.;

$K_н$ - коэффициент напора, не зависящий от производительности, определяемый по формуле:

$$K_н = I - 0{,}6\,S$$

3.26. Пересчет характеристики мощности насоса с воды на пульпу производится по формуле:

$$N_{см} = K_N (1 + aS) N_o , \qquad (3.10)$$

где: $N_{см}$, N_o - мощность насоса, соответственно при перекачке пульпы и воды при одинаковой подаче, квт;

K_N - коэффициент мощности, определяемый по табл.3.3, в зависимости от концентрации пульпы.

Таблица 3.3.

S	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
K_N	0,999	0,995	0,990	0,983	0,975	0,964	0,954	0,951	0,950	0,949

3.27. Определение КПД насоса, работающего на пульпе, если известен его КПД при работе на воде, производится по формуле:

$$\eta_{см} = K_\eta \cdot \eta_o , \qquad (3.11)$$

где: $\eta_{см}$, η_o - КПД насоса соответственно при перекачке пульпы и воды при одинаковой подаче;

K_{η} - коэффициент пересчета КПД, не зависящий от подачи и определяемый по следующей формуле:

$$K_{\eta} = \frac{K_H}{K_N}$$

3.28. Пересчёт кавитационной характеристики насоса с воды на пульпу производится по формуле:

$$H^{доп}_{вак.см} = H^{доп}_{вак.о} \cdot \frac{\rho_{см}}{\rho_о} - (H_а - H_{н.п})\left(\frac{\rho_{см}}{\rho_о} - 1\right), \quad (3.12)$$

где: $H^{доп}_{вак.см}, H^{доп}_{вак.о}$ - допустимые вакуумметрические высоты всасывания при работе насоса соответственно на пульпе и воде с одинаковой подачей, м.вод.ст.;

$H_а$ - атмосферное давление, определяемое в зависимости от высоты установки насоса над уровнем моря по табл.3.4., м.вод.ст.;

$H_{нп}$ - упругость насыщенного пара несущей среды, м.вод.ст. (определяется для воды по табл.3.5).

Таблица 3.4.

Высота над уровнем моря, м	-600	-200	0	200	500	1000	2000
Нормальное атмосферное давление, м.вод.ст.	11,3	10,6	10,3	10,1	9,7	9,2	8,1

Таблица 3.5.

Температура, °С	0	10	20	30	40	50
Упругость насыщенного водяного пара, м.вод.ст.	0,06	0,12	0,24	0,43	0,75	1,26

3.29. Допустимая геометрическая высота всасывания насоса $H^{доп}_{геом}$, работающего на пульпе в конкретной установке, может быть найдена по формуле:

$$H_{геом}^{доп} = \frac{\rho_0}{\rho_{см}} \left(H_{вак.см}^{доп} - h_{вс.см} \right) \quad м, \quad (3.13)$$

где: $h_{вс.см}$ - потери напора во всасывающей линии при работе на пульпе, м.вод.ст., определяется по методике расчёта потерь энергии в пульповоде с местными сопротивлениями;

$$h_{вс\,см} = h_{п.см} + h_{к.см} + h_{кл.см} \quad (3.14)$$

где: $h_{п.см}$ - потери напора на прямом участке, м.вод.ст.;

$h_{к.см}$ - потери напора в коленах, м.вод.ст.;

$h_{кл.см}$ - потери напора в приемном клапане и всасывающей сетке, м.вод.ст.

Отрицательное значение $H_{геом}^{доп}$ укажет на величину необходимого превышения уровня пульпы в пульпосборнике над осью насоса.

4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ БЕЗНАПОРНЫХ ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

4.I. Гидравлические расчеты безнапорного гидротранспорта по лоткам при критическом режиме рекомендуется производить по формуле В.С. Кнороза с поправками П.Д.Евдокимова по следующей методике:

4.I.I. определяется расход пульпы для критического режима;

при $d_{ср} \leq$ 0,07 мм

$$Q_n = 0{,}2\, m h_{кр}^2 \cdot (1 + 3{,}43 \sqrt{P_{вв} h_{кр}^{0{,}25}}); \qquad (4.1)$$

при 0,07 мм $< d_{ср} \leq$ 0,I5 мм

$$Q_n = 0{,}3\, m h_{кр}^2 \cdot (1 + 3{,}5 \sqrt[3]{P_{вв}} \sqrt[4]{h_{кр}}); \qquad (4.2)$$

при 0,I5 мм $< d_{ср} \leq$ 0,4 мм

$$Q_n = m h_{кр}^2 \cdot (0{,}35 + 2{,}15 \sqrt[3]{P_{вв} h_{кр}^2}); \qquad (4.3)$$

при 0,4 мм $< d_{ср} \leq$ I,5 мм

$$Q_n = m h_{кр}^2 (0{,}35 + 2{,}15 \sqrt[3]{P_{вв} h_{кр}^2}) \cdot \sqrt{\frac{d_{ср}}{0{,}4}} \qquad (4.4)$$

При расчетах $\frac{b}{h_{кр}}$ обычно принимается равным 3-4;

b - ширина лотка прямоугольного сечения, м;

$h_{кр}$ - критическая глубина потока, м.

4.I.2. по вычисленному значению $h_{кр}$ определяется полная высота лотка

$$h = h_{кр} + a, \qquad (4.5)$$

где: a - расстояние от горизонта пульпы до верха стенки лотка, м;

4.I.3. определяется площадь живого сечения лотка

$$\omega_{кр} = h_{кр} \cdot b \qquad (4.6)$$

Для сечений, отличных от прямоугольного, вместо $\omega_{кр}$ для расчетов используется $\omega = f(h_{кр})$, соответствующее данному виду сечения;

4.I.4. определяется критическая скорость движения пульпы

$$v_{кр} = \frac{Q}{\omega_{кр}} \qquad (4.7)$$

и уклон лотка

$$i = \frac{v_{кр}^2}{R C^2}, \qquad (4.8)$$

где: R - гидравлический радиус, который для прямоугольного сечения равен

$$R = \frac{b h_{кр}}{b + 2 h_{кр}},$$

C - коэффициент, определяемый по формуле Н.Н.Павловского:

$$C = \frac{1}{n} R^{y},$$

Здесь: n - коэффициент шероховатости;

y - переменный показатель степени:

при $R > I$ м $\quad y = I,5\sqrt{n}$;

при $R < I$ м $\quad y = I,3\sqrt{n}$.

Учет местных сопротивлений на поворотах лотков следует производить путем увеличения расчетного геометрического уклона дна лотка:

при $\frac{r_к}{b} < 2$ на I5% ;

при $2 < \frac{r_к}{b} < 6$ на I0% ;

при $\frac{r_к}{b} > 6$ на 5% ,

где: $r_к$ - радиус кривизны лотка в плане.

4.2. Гидравлические расчеты безнапорного гидротранспорта по пульповодам круглого сечения при критическом режиме рекомен-

дуется производить исходя из общей формулы В.С.Кнороза для $V_{кр}$

$$V_{кр} = 3{,}5\left[\sqrt{g d_{ср}}\, lg\frac{R}{4 d_{ср}} + W_{ср} P_{вв}^{0{,}25}\left(\frac{R}{d_{ср}}\right)^{0{,}4}\right], \quad (4.9)$$

где: $R = \frac{D}{4}$ - гидравлический радиус, м.

Значение критического уклона определяется по формуле (4.8).

Для определения уклонов лотков можно пользоваться также данными табл. 4.I.

Таблица 4.I.

Гидравлические уклоны $i_л$ при различной крупности твердых отходов

$d_{ср}$, мм	0,12	0,20	0,30	0,40	0,75
$i_л$	0,01	0,02	0,03	0,034	0,04

5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УДАР И БОРЬБА С НИМ [x)]

5.I. Расчёты величины ударного давления производятся следующим образом:

Время распространения ударной волны от источника возмущения и обратно по трубопроводу называется фазой удара и определяется по формуле:

$$T = \frac{2l}{c_v}, \qquad (5.I)$$

где: l - длина трубопровода, (м)

Если время закрытия задвижки меньше фазы удара ($t_з < T$), т.е. когда ударная отраженная волна не успевает подойти к затвору до момента его полного закрытия, то такой удар называется прямым. Если же отраженная волна возвращается к затвору до его полного закрытия ($t_з > T$), то удар будет не прямым.

Скорость ударной волны определяется по формуле:

при движении чистой воды:

$$c_v = \frac{1435}{\sqrt{1+\frac{E_в}{E}\psi_g}}, \qquad (5.2)$$

где: E - модуль упругости материала, из которого изготовлен пульповод;

$E_в$ - модуль объемной упругости воды;

ψ_g - коэффициент, учитывающий деформацию стенок пульповода и равный (для стальных и чугунных труб):

$$\psi_g = \frac{\mathcal{D}_\psi}{\delta_ф},$$

где: $\delta_ф$ - фактическая толщина стенок пульповода.

5.2. При движении пульпы:

$$c_v = \frac{1435}{\sqrt{\frac{\rho_{см}}{\rho_в}\left[S_1\left(1+\frac{E_в}{E}\psi_g\right)+S_3\left(\frac{E_в}{E_{тв}}+\frac{E_в}{E}\psi_g\right)+\frac{S_2 E_в}{\rho_{ат}+\rho_в+\Delta\rho}\right]}}, \qquad (5.3)$$

где: S_1 - объемная концентрация воды в смеси;

$\Delta\rho$ - превышение давления при гидроударе, кг/см^2;

$S_в$ - объемная концентрация нерастворенного воздуха в смеси;
$S_з$ - объемная концентрация твердого материала в смеси;

$E_{тв}$ - модуль упругости твердого материала;
$P_{ат}$ - атмосферное давление;

P_o - абсолютное статическое давление в пульповоде при установившемся режиме.

В таблице 5.I приводятся значения скорости распространения ударной волны в стальных трубопроводах.

Таблица 5.I.

Диаметр трубопровода $D_у$, мм	При движении чистой воды		При движении пульпы с мелко и среднезернистыми частицами твердого	
	максимальная скорость, м/с	минимальная скорость, м/с	максимальная скорость, м/с	минимальная скорость, м/с
I00	I320	I280	I270	I250
I25	I280	I250	I235	I200
I50	I250	I200	I200	II70
200	I230	II80	I250	II50
250	I200	II70	I200	II00
300	II90	II50	II50	I060
400	II50	II20	I060	970
500	II20	I070	970	920

5.3. Повышение напора при прямом ударе определяется по формуле:

$$\Delta H = \frac{V_м C_v}{g}, \text{ м.вод.ст.} \qquad (5.4)$$

5.4. При непрямом гидравлическом ударе повышение напора определяется по формуле:

$$\Delta H = \frac{C_v}{g}\left(V_м - V'_м\right), \qquad (5.5)$$

где: $V'_м$ – скорость при данной степени открытия (или закрытия) затвора.

При этом полное давление равно:

$$H_0 + \Delta H = \left(\xi_{тр} + \xi_з\right)\cdot\frac{V_м^2}{g}, \qquad (5.6)$$

где: H_0 – напор в начале пульповода до закрытия (или открытия) затвора;

$\xi_{тр}$ – коэффициент сопротивления пульповода, равный:

$$\xi_{тр} = \lambda_{см}\frac{\ell}{d_y} + \sum\xi, \qquad (5.7)$$

где: $\xi_з$ – коэффициент сопротивления затвора при данной степени его закрытия (определяется по таблице);

ξ – коэффициент местного сопротивления.

5.5. Совместное решение уравнений (5.5) и (5.6) позволяет найти повышение напора и скорость.

5.6. Для защиты пульповодов от гидравлических ударов могут применяться следующие средства и методы:

впуск воздуха;

одинарные или спаренные воздушные колонны;

воздушные колонны с переходными дросселирующими патрубками;

гасители гидравлических ударов с упругими демпфирующими органами из эластомеров, заполненными воздухом;

предохранительные клапаны с разрушающими рабочими органами (разрывные диафрагмы, стержни);

сброс пульпы через углесос в обратном направлении.

5.7. Выбор средств и методов защиты пульповодов от гидравлических ударов необходимо производить согласно "Техническим условиям и нормам проектирования по защите напорных магистральных гидротранспортных систем", разработанным в ИГМ АН СССР (Тбилиси, 1977 г.).

---

x) Расчеты производятся по методике ИГМ АН ГССР.

6. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ И СТАТИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ И ГИДРОАБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС ПУЛЬПОВОДОВ x)

6.1. Настоящие рекомендации распространяются на теплотехнические расчеты надземных и наземных пульповодов гидротранспортных систем, предназначенных для удаления отходов флотации в хвостохранилище на углеобогатительных фабриках.

6.2. Приведенные расчётные данные зависимости могут быть использованы для теплотехнических расчётов стальных напорных пульповодов диаметром до 500 мм. Рекомендации не распространяются на пульповоды из нестальных труб и пульповоды, армированные различного рода износостойкими вставками.

6.3. В рекомендациях учитывается зависимость безопасной длины транспортирования в неизолированном стальном пульповоде при окружающих минусовых температурах от общего расхода пульпы, начальной температуры пульпы, плотности пульпы, диаметра пульповода и теплотехнических характеристик пульповода и транспортируемой среды.

6.4. Пульповоды гидротранспортных систем могут прокладываться:

в траншеях и каналах;
обвалованными;
открытыми с теплоизоляцией;
открытыми без теплоизоляции.

6.5. Способ прокладки напорных пульповодов должен выбираться на основе сравнения технико-экономических показателей вариантов проектных решений.

6.6. Надежность и безаварийность работы открытых наземных и надземных пульповодов гидротранспортных систем в зимнее время должна быть обоснована теплотехническими расчётами и надёжными мероприятиями против замерзания транспортируемой среды.

---

x) Расчет гидроабразивного износа пульповодов дан по методике ИГМ АН ГССР.

6.7. Для выполнения теплотехнических расчётов при проектировании и поверочных расчётов при эксплуатации наземных или надземных пульповодов гидротранспортных систем углеобогатительных фабрик необходимы следующие исходные данные:

Режим работы:

число рабочих смен;
число часов работы в смену, в сутки;
количество перерывов и их длительность и пр.

Теплотехнические параметры:

удельная теплоемкость пульпы;
коэффициент теплоотдачи.

Технологические параметры:

длина трассы пульповодов;
диаметр пульповодов;
плотность транспортируемого материала;
тип транспортирующих агрегатов и напор, создаваемый ими;
удельные потери напора;
расход и скорость пульпы;
плотность пульпы;
начальная температура пульпы на входе в пульповод.

Климатические условия:

температура наружного воздуха (средняя за отопительный сезон, абсолютный минимум, расчётная);

сведения о преобладающих ветрах и их скорости;
сведения о снеговом покрове.

6.8. Теплотехнические расчёты открытых неизолированных пульповодов гидротранспортных систем выполняются с целью оценки возможности безаварийной их работы при изменениях температуры пульпы, окружающего воздуха и скорости ветра.

6.9. Теплотехнические расчёты позволяют разработать и использовать рекомендации по предупреждению промерзания гидротранспортных пульповодов в случае, если заданные исходные данные не позволяют эксплуатировать гидротранспортную систему в зимнее время без дополнительных мероприятий.

6.I0. Максимальную безопасную в отношении промерзания пульповода дальность транспортирования рекомендуется определять по формуле :

$$\mathcal{L} = \frac{\gamma_{см} \cdot Q \cdot c \cdot (t_н - t_к) + \gamma_{см} \cdot \frac{QH}{427}}{\kappa \pi \mathcal{D} \theta} \quad м, \quad (6.I)$$

где: $\gamma_{см}$ - плотность пульпы, кг/м^3;

Q - расход пульпы, м^3/ч;

c - удельная теплоемкость пульпы, ккал/кг, град;

$t_н, t_к$ - температура пульпы в начале, в конце пульповода, ^{0}С;

H - напор, развиваемый транспортирующим агрегатом, м;

κ - коэффициент теплоотдачи (модуль теплоотдачи) для неизолированных пульповодов, ккал/м^2,град.ч;

$\mathcal{D}$ - диаметр пульповода, м;

θ - температура наружного воздуха, град.С;

Удельная теплоемкость пульпы и коэффициент теплопередачи для стальных неизолированных пульповодов приводятся в табл.6.I и 6.2.

Таблица 6.I.

Параметры	Плотность пульпы, см. кг/м^3							
	I000	I032	I065	II02	II42	I230	I330	I450
Концентрация,%								
массовая (Со)	0	5,26	II,I0	I7,65	25,00	42,80	66,70	I00,0
объемная	0	3,00	7,00	II,00	I5,70	26,80	4I,60	62,50
Удельная теплоемкость пульпы, ккал/кг град.	I,0	0,96	0,92	0,88	0,84	0,76	0,68	0,60

Таблица 6.2.

$D_у$, мм	Скорость ветра, м/с				
	I	3	6	9	I2
400	5,I0	II,60	I9,60	26,30	32,30
500	4,86	II,00	I8,50	25,30	3I,30
600	4,63	I0,50	I7,90	23,80	29,40

Примечание: Коэффициент теплоотдачи для стальных неизолированных пульповодов диаметром менее 400 мм определяется экстраполированием.

6.II. Конечная температура пульпы на основании зависимости 6.I определяется по формуле:

$$t_к = t_н + \frac{k \pi D l t_ср}{\rho_{см} Q c} + \frac{H}{427}, ^oC \qquad (6.2)$$

6.I2. При остановке гидротранспортной системы допустимое время пребывания пульпы в пульповоде может быть определено по графикам (рис.6.I).

6.I3. При длительной остановке гидротранспортной системы время выпуска воды (пульпы) из трубопровода может быть определено по формуле проф. И.И.Агроскина:

$$T_в = \frac{4 l D \sqrt{D}}{3 \mu \omega \sqrt{2g}} \text{ час,} \qquad (6.3)$$

где: l - длина трубопровода или его участков между выпускными патрубками, м;

μ - коэффициент расхода;

ω - площадь живого сечения выпускных патрубков, $м^2$.

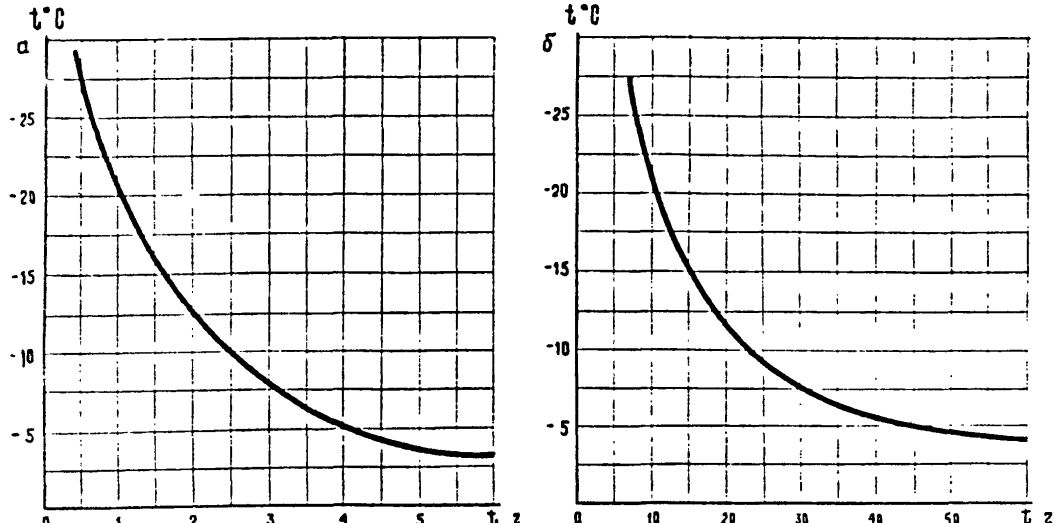

Рис. 6.I. ДОПУСТИМОЕ ВРЕМЯ НАХОЖДЕНИЯ ВОДЫ ИЛИ ПУЛЬПЫ В ТРУБОПРОВОДЕ ДИАМЕТРОМ 300-600 мм В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА ПРИ ОСТАНОВКЕ ГИДРОТРАНСПОРТА (по данным ВОДГЕО , Госстрой СССР).
а)- неутеплённый трубопровод, б)- утеплённый трубопровод.

6.I4. Количество компенсаторов для пульповода заданной длины рассчитывается по формуле:

$$n_к = \frac{\mathcal{L}\beta(t_{max} - t_{min})}{l_к}. \qquad (6.4)$$

где: $n_к$ - необходимое количество компенсаторов;

$\mathcal{L}$ - длина прямолинейного участка пульповода, м;

t_{max}, t_{min} - максимальная и минимальная температура окружающего воздуха, °С;

$l_к$ - ход компенсатора;

β - коэффициент линейного расширения труб (для стальных труб β = 0,0000I2).

6.I5. Статические расчёты пульповодов, укладываемых на поверхности земли, и их опор производится с целью определения толщины стенок труб, допускаемых пролетов между опорами и нагрузок, действующих на опоры.

6.I6. Определение минимальной толщины δ_{min} стенок труб стальных пульповодов в зависимости от внутреннего давления следует производить в соответствии с положениями СНиП II-45.

Полную толщину стенок следует вычислять с учетом запаса металла на гидроабразивный износ:

$$\delta = \delta_{min} + \frac{T \cdot A}{Q}, \qquad (6.5)$$

где: Т - расчетный срок службы пульповода, год;

А - годовая производительность системы по твердому компоненту, т/год;

Q - количество пропускаемого по пульповоду твердого материала при износе толщины стенки труб по окружности в среднем на I мм, т/мм;

Количество пропускаемого по пульповоду твердого материала при износе толщины стенки труб по окружности в среднем на I мм необходимо определять по данным эксплуатации гидротранспортных систем удаления отходов флотации углеобогатительных фабрик. Ориентировочные расчеты для определения значения Q можно провести по зависимости:

$$q = \frac{2{,}67 \cdot 10^6 \cdot n \cdot \psi \cdot K_a \cdot D_y^{1{,}7} \cdot S^{0{,}35}}{\rho_s \cdot V_м^{1{,}5} \cdot d_{ср}^{0{,}9}}, \quad (6.6.)$$

где: $2{,}67 \cdot 10^6$ – эмпирический коэффициент, учитывающий пропускную способность твердого материала по пульповоду при износе толщины нижней стенки в среднем на 1 мм ($108 \cdot 10^3$ т/мм) при следующих значениях параметров транспортирования $V_м = 1{,}5$ м/с; $\rho_s = 1900$ кг/м^3; $S = 0{,}06$; $d_{ср} = 0{,}1 \cdot 10^{-3}$ м и $D_y = 0{,}25$ м;

n – число рабочих положений пульповода;

ψ – коэффициент неравномерности износа пульповода;

K_a – коэффициент, учитывающий относительную абразивность твердых частиц и износостойкость материала труб.

Число рабочих положений и коэффициент неравномерности износа стенок пульповода определяется с учетом неравномерного износа труб по окружности, по таблице 6.3.

Таблица 6.3.

φ_{max}, градус	0–45	45–90	90–120	120–180	> 180
$n \cdot \psi$	6x0,45	4x0,55	3x0,6	2x0,75	1x1

Угол сектора максимального износа, φ_{max}, определяется на основании обработки данных промышленных наблюдений. Значения φ_{max} (в радианах) для проектируемых пульповодов ориентировочно можно определить по зависимости:

$$\varphi_{max} = 24{,}8 \cdot S \frac{V_м}{V_{кр}} e^{-3{,}6S} \quad (6.7)$$

Значения коэффициента K_a для отходов флотации углеобогатительных фабрик и труб, изготовленных из малоуглеродистых сталей (Ст 3; Ст.20), могут быть приняты равной единице. Для определения

значения коэффициента K_a, при использовании труб, изготовленных из другого конструкционного материала, можно, пользоваться данными таблицы 6.4.

Таблица 6.4.

Материал трубы	Значение коэффициента, K_a	Материал трубы	Значение коэффициента, K_a
Сталь Ст.3	I,0	Шлакоситалл	6,0
Сталь Ст.5	I,I-I,I5	Технич.фарфор	6,5
Сталь Ст.20	I,0-I,I	Базальт	5,5
Сталь Ст.40	I,25-I,40	Керамика	4,0
Сталь Ст.40 х	I,35	Медный шлак	I0,0
Сталь Ст.45	I,3-I,4	Термост.стекло	I0,0
Сталь 25Г2	I,35	Фанера	I,0
Сталь 3хI3	I,3	Полиэтилен ВД	0,45-0,70
Сталь 30хГС	I,5	Стеклопластик	0,60
Сталь 30хГСА	I,4-I,6	Поливинилхлорид	0,77-0,88
Сталь 4хI8	3,0	Стекловолокнит	2,9
Сталь хI2	3,0-5,0	Полиуретан на основе СКУ	3,0-6,0

Вопрос выбора износостойкого материала для труб должен решаться после проведения соответствующих технико-экономических расчётов.

6.I7. При проектировании сравнительно длинных трасс (более 4 км), а также наклонных участков пульповодов расчеты по определению количества пропускаемого по пульповоду твердого материала при износе стенки на I мм следует проводить по формуле:

$$Q' = Q \cdot K_{\alpha} \cdot K_{\beta} \quad , \qquad (6.8)$$

где: K_{α} - коэффициент, учитывающий изменение абразивных свойств твердых материалов по длине транспортирования;

K_β - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона пульповода $\beta_н$, на износ труб.

Значение коэффициентов K_α и K_β определяются по данным эксплуатации гидротранспортных систем удаления отходов флотации углеобогатительных фабрик. Ориентировочные значения коэффициентов определяются по таблицам 6.5 и 6.6.

Таблица 6.5.

Дальность транспортирования, км L	0-3	3-5	5-7	7-10
Значения коэффициента K_α	1,0	1,10	1,15	1,20

Таблица 6.6.

Угол наклона пульповода $\beta_н$, градус	Значения коэффициента K_β	
	Направление потока	
	нисходящий	восходящий
1	2	3
0-10	1-0,93	1,0-1,01
10-20	0,93-0,85	1,01
20-30	0,85-0,70	1,01-1,02
30-40	0,70-0,60	1,02-1,04
40-50	0,60-0,73	1,04-1,12
50-60	0,73-0,83	1,12-1,25
60-70	0,83-1,0	1,25-1,5
70-80	1,0-1,6	1,5-2,0
80-90	1,6-2,8	2,0-3,0

Учет параметров неравномерного износа (ψ) и профилактического проворачивания (n) при проектировании наклонных

пульповодов производится следующим образом:

при угле наклона $\beta_н < 25^0$ - угол сектора максимального износа определяется по зависимости (6.7), а значение произведения $n \cdot \psi$ по таблице 6.3;

при угле наклона $25^0 \leqslant \beta_н \leqslant 65^0$ - угол сектора максимального износа, определяемый по зависимости (6.7), умножается на величину эмпирического коэффициента $К_н$, установленного на основании обработки экспериментальных исследований и промышленных наблюдений за износом пульповодов; при $25^0 \leqslant \beta_н \leqslant 45^0$ $К_н = 1{,}5$ при $45^0 < \beta_н \leqslant 65^0$ - $К_н = 1{,}75$; значение произведения $n \cdot \psi$ определяется по таблице 6.3;

при угле наклона $\beta > 65^0$ принимается $n \cdot \psi = 1$.

6.18. Определенная по формуле (6.5) или (6.8) расчетная толщина пульповода выбирается до ближайшей большей стандартной толщины с учетом коррозионного износа:

$$\delta_ф = К_к \cdot \delta, \qquad (6.9)$$

где: $К_к$ - коэффициент, учитывающий химическую активность транспортируемой среды и режим работы пульповода.

Для систем гидротранспорта углеобогатительных фабрик ориентировочно можно принять: $К_к = 1{,}35$ - для труб, изготовленных из малоуглеродистых сталей, часто находящихся в резерве без консервации, и $К_к = 1{,}0$ - для труб, изготовленных из антикоррозионных материалов, или работающих постоянно или находящихся в резерве, в состоянии консервации, независимо от материала труб.

При наземной и надземной прокладке пульповодов применять трубы с толщиной стенки не менее 16 мм.

Подземный и комбинированные способы прокладки осуществлять из труб с толщиной стенки не менее 20 мм.

6.19. Полный технический ресурс (чистое время работы) пульповода определяется по зависимости:

$$T_n = \frac{(\delta_n - \delta_{мин}) \cdot Q}{Q_т}, \qquad (6.10)$$

где: $Q_т$ - часовая производительность системы по твердому компоненту, т/час;

$\delta_н$ - толщина стенок трубопровода принята по стандарту.

6.20. Фактический срок службы пульповода рассчитывается по формуле:

$$T_c = T_н + t_н \,, \qquad (6.11)$$

где: $t_н$ - суммарное время всех простоев пульповода (в том числе и незапланированных) до истечения ресурса $T_н$, час.

6.21. Чистое время работы пульповода до очередного профилактического проворачивания определяется по зависимости:

$$T'_н = \frac{T_н}{n} \qquad (6.12)$$

6.22. При повышенном содержании в гидросмеси химически активных веществ, а также на безнапорных участках пульповодов и в открытых каналах, где основной причиной износа оборудования является коррозия металла, необходимо предусмотреть применение труб и лотков, изготовленных из нержавающих сталей, каменного литья, пластмасс и других инертных конструкционных материалов.

6.23. Максимально допустимую длину пролёта стального пульповода между опорами определять в соответствии с положениями СНиП II-45 для трубопроводов.

6.24. Опорные нагрузки на подвижные и неподвижные (анкерные) опоры при наземной укладке пульповодов должны определяться с учетом следующих основных сил, неуравновешенных от внутреннего давления, от веса пульповода, заполненного пульпой данной консистенции, трения в компенсаторах и в подвижных опорах.

7. ПУЛЬПОНАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

7.I. Пульпонасосные станции подразделяются на головные и перекачные (промежуточные) станции.

Головные насосные станции располагаются, как правило, на промплощадках обогатительных фабрик в непосредственной близости от зданий главного корпуса или корпуса радиальных сгустителей, либо в самих этих зданиях. Промежуточные насосные станции располагаются по трассе пульповода.

7.2. Количество перекачных насосных станций "n" определяется расчетом с учетом суммы всех сопротивлений трубопровода по всей трассе, а также геодезии трассы и характеристики выбранных насосов.

$$n = \frac{\Sigma H \pm Z_{отм}}{H}, \qquad (7.I)$$

где: ΣH сумма всех потерь напоров, м (по всей трассе);

$Z_{отм}$ разность геодезических высот, м;

H - напор выбранного насоса, м.

7.3. Схема транспортирования пульпы может быть "из насоса в насос", без применения промежуточных емкостей или с применением промежуточных емкостей, где происходит разрыв системы гидротранспорта.

Выбор оптимальной схемы определяется проектом.

7.4. Предусматривать пульпосборники (зумпфы) у головной насосной станции из расчета емкости их на I5-20 минут работы насосов плюс объем пульпы, поступающей при опорожнении пульповодов.

Зумпфы должны выполняться прямоугольными в плане с наклонным дном в сторону всасывающего трубопровода; уклон скатов должен быть не менее i = 0,4 - 0,45. В стенке зумпфов, об-

ращенной к машзалу, должны быть предусмотрены отверстия для вкладышей всасывающих трубопроводов насосов, патрубки выпуска и трубопровод для взмучивания осадка.

7.5. При выборе места для промежуточных пульпонасосных станций без разрыва потока пульпы (расстановке их по трассе пульповодов) для предотвращения образования вакуума в пульповодах необходимо соблюдать следующее условие:

$$\mathcal{L}_n \cdot i_n \cdot \kappa_n + H_n < \mathcal{L}_{n+1} \cdot i_{n+1} \cdot \kappa_{n+1} + H_{n+1}, \quad (7.2)$$

где:

$\mathcal{L}_n; i_n; \kappa_n; H_n$ – соотвественно длина, удельные потери напора, коэффициент местных потерь и геометрическая высота подъёма на участке перед станцией;

$\mathcal{L}_{n+1}; i_{n+1}; \kappa_{n+1}; H_{n+1}$ – те же величины на участке после станции.

Примечание: а) Участками считаются отрезки трассы между пульпонасосными станциями.

б) При установке на промежуточных станциях насосов разного напора, насосы с большим напором, во избежание вакуума в пульповоде, должны ставиться в начале трассы.

в) Размещение пульпонасосных станций по трассе может определяться графическим способом.

7.6. Количество и тип основного оборудования пульпонасосных станций выбирается в соответствии с исходными данными на проектирование: выходом пульпы с учетом коэффициента неравномерности и расхода воды на гидроуплотнение, а также расчетным напором.

Во всех случаях следует стремиться к использованию наиболее крупных насосов при меньшем их количестве.

При этом, следует учитывать очередность ввода в эксплуатацию мощностей обогатительной фабрики, согласовывая количество

и подачу насосов с количеством и мощностью вводимых в эксплуатацию очередей фабрик. В некоторых случаях может оказаться целесообразным устанавливать на первом этапе насосы меньшей подачи и пульповоды меньшего диаметра с последующей их заменой.

7.7. Количество резервных насосов на каждом подъеме для классов капитальности 4-5 следует принимать в соответствии с прилагаемой табл. 7.I.

Таблица 7.I

Количество рабочих насосов	Количество резервных насосов
до 4	I
от 5 и более	2

При наличии нескольких промежуточных насосных станций и отсутствии переключений между нитками пульповодов, а также в других случаях, при соответствующем технико-экономическом обосновании, количество резервных агрегатов может быть увеличено.

7.8. Параллельная работа двух или нескольких центробежных насосов на один пульповод не допускается. При однотипных насосах и пульповодах одного диаметра необходимо обеспечить оперативное переключение любого насоса на любой пульповод.

7.9. При проектировании электроснабжения пульпонасосных станций класс надежности станции определяется классом капитальности системы гидротранспорта в целом.

7.I0. При проектировании пульпонасосных станций необходимо руководствоваться СНиП II-3I и СНиП II-32.

7.II. Головные пульпонасосные станции могут быть в зависи-

мости от заданной отметки поступления пульпы в станцию как заглубленными, так и незаглубленными. Промежуточные пульпонасосные станции должны проектироваться, как правило, незаглубленными.

7.12. Заглубленные головные и промежуточные насосные станции должны обеспечивать работу насосов под заливом.

7.13. Подвод пульпы к зумпфам, их конструкция, равно как и напорные коммуникации насосов, а также все вспомогательные устройства (гидроуплотнения, циркулярная маслосистема и т.д.) должны быть спроектированы таким образом, чтобы ремонтные работы в одном из зумпфов или лотков, замена задвижек и т.д. не приводили к полной остановке станции.

7.14. Опорожнение зумпфов от пульпы следует производить через выпуски в лотки дренажной системы с последующей откачкой ее в зумпфы работающих насосов или аварийный лоток дренажными насосами.

Для удобства производства ремонтных работ в зумпфе целесообразно проектировать его из двух отделений. Основной объем пульпы из отделений может быть перекачен в систему гидротранспорта, а остаток - передвижными насосами во второе отделение.

7.15. Для устойчивой работы системы гидротранспорта необходимо обеспечить равномерную подачу пульпы в насос.

7.16. Необходимо предусматривать возможность слива пульпы из зумпфов в случаях, когда поступление ее из корпуса обогащения по каким-либо причинам превышает производительность станции. Наилучшим решением в этом случае является устройство самотечного аварийного сброса в какое-либо естественное понижение местности, из которого должна предусматриваться перекачка пульпы в хвостохранилище.

7.17. Для обеспечения нормальной работы насосов к ним должна подводиться техническая вода для гидроуплотнения сальников

и в межкорпусное пространство (при двухкорпусном исполнении) для создания в зазорах противотока чистой воды в количестве 5 - I0% подачи насоса, с напором, превышающим напор последнего на I0 - I5 м. Расход и напор подаваемой на гидроуплотнение воды следует согласовать с заводом-изготовителем насоса.

Для создания такого напора в пульпонасосной станции, как правило, устанавливается специальная группа насосов. Вода для этих целей не должна содержать взвешенных частиц более 5 - - I0 г/л.

В случае необходимости промывки пульповодов, её следует осуществлять с помощью основных насосов. Для этого в головных пульпонасосных станциях предусматривается подача технической воды либо непосредственно к всасу насосов, либо к каждому из зумпфов. В последнем случае такой подвод может быть совме - щен с подводом технической воды для регулирования расхода пульпы в приемном зумпфе.

7.I8. Всё технологическое оборудование, арматура и трубопроводы должны размещаться в пульпонасосной станции таким образом, чтобы оно было доступно для обслуживания, осмотра, ремонта или замены. Пропуск всех труб, транспортирующих пульпу, через стены должен осуществляться в сальниках, допускающих производить их поворачивание или замену.

7.I9. При проектировании трубопроводных коммуникаций в пульпонасосных станциях установка обратных клапанов на напорных линиях насосов, каждая из которых работает на свой пульповод, не является обязательной, а определяется конкретными условиями (продольным профилем трассы пульповода).

Обратные клапаны на напорных линиях насосов должны размещаться, как правило, за пределами пульпонасосных станций. К установке на пульповодах следует применять однодисковые обратные клапаны с дисками, футерованными резиной.

7.20. Для производства ремонтных работ в пульпонасосных

станциях следует предусматривать монтажную площадку. Размеры этой площадки должны обеспечивать возможность ремонта хотя бы одного насосного агрегата с размещением на соответствующих стендах отдельных его частей. На этой же площадке может производиться наплавка отдельных запасных деталей насосов и запорной арматуры, а также их хранение.

7.21. Для монтажа, демонтажа и перемещения оборудования, арматуры и труб при их ремонте или замене в пульпонасосных станциях должно предусматриваться грузоподъёмное оборудование. При назначении отметки подкрановых путей следует соблюдать требования СНиП II-31.

7.22. Работа пульпонасосных станций должна быть максимально автоматизирована.

7.23. Необходимо проектировать КИП и сигнализацию. Контролю подлежат:

температура подшипников всех агрегатов;
уровня пульпы и воды во всех зумпфах;
расход пульпы.

7.24. В пульпонасосных станциях, оборудованных крупными насосными агрегатами, необходимо предусматривать только дежурное электроотопление на случай полной остановки станции.

7.25. В отдельностоящих пульпонасосных станциях должны быть предусмотрены места для приёма пищи. В отдельных случаях в связи с отдаленностью промежуточных пульпонасосных станций от сетей питьевого водопровода и бытовой канализации при них следует проектировать отдельностоящие уборные с выгребами, а питьевую воду доставлять в бочках автомашинами или при возможности предусматривать артскважину. Для очередной смены обслуживающего персонала необходим автотранспорт.

8. ВОЗВРАТ ОСВЕТЛЕННОЙ ВОДЫ

8.I. Для оборотного водоснабжения вода должна быть осветлена. Степень осветления и очистки воды устанавливается в соответствии с технологическими и производственными требованиями к воде, используемой на обогатительной фабрике.

8.2. В состав сооружений системы транспорта осветленной воды обогатительных фабрик включаются: водозаборы осветленной воды, насосные станции, водоводы и, при необходимости, очистные сооружения.

8.3. Стационарные насосные станции и водоводы осветленной воды следует проектировать в соответствии с положениями СНиП II-3I и справочными пособиями.

8.4. Расчет водозаборных сооружений следует производить на максимальный расход осветленной воды, необходимый для данной фабрики на расчетный период эксплуатации.

8.5. Головные насосные станции могут быть стационарными или плавучими. Эти станции должны подавать осветленную воду на заданную пьезометрическую отметку.

Как правило, необходимо обеспечить подачу осветленной воды на фабрику одной насосной станцией, без перекачки.

8.6. Применение плавучих насосных станций может быть рекомендовано для южной и средней полосы страны при соответствующем обосновании.

8.7. При наличии технологических и санитарных требований к качеству осветленной воды, необходимо извлечение содержащихся в ней компонентов.

Технологическая схема извлечения из осветленной воды вредных компонентов должна быть разработана в проекте хвостохранилища на основе результатов специальных исследований.

8.8. Подачу насосов по перекачке осветленной воды из прудов-отстойников принимать с коэффициентом I,3-I,5 по сравнению с подачей насосов для пульпы на пульповодах отходов флотации, предусматривая режим их работы в соответствии с режимом работы фабрики.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

I. Общие положения 3

2. Трасса пульповодов и водоводов 7

3. Гидравлический расчет напорных гидротранспортных систем II

4. Гидравлический расчет безнапорных гидротранспортных систем 25

5. Гидравлический удар и борьба с ним 28

6. Теплотехнические и статические расчеты и гидроабразивный износ пульповодов 3I

7. Пульпонасосные станции 42

8. Возврат осветленной воды 48

Отпечатано ротапринтной мастерской ин-та Центрогипроматт
ул. Петра Романова, I8. Подписано в печать 08.09.90 г.
Заказ I55. Тираж 260. Цена 0 руб. 85 коп.

gost.e-ecolog.ru