ГОССТРОЙ СССР
Г л а в п р о м с т р о й п р о е к т
СОЮЗСАНТЕХПРОЕКТ
Государственный проектный институт
САНТЕХПРОЕКТ

УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер
ГПИ Сантехпроект
Ю.И.Шиллер

Рекомендации
по проектированию оборотного
водоснабжения систем аспирации
и мокрой очистки газов литейных цехов
Б3-64

gost.e-ecolog.ru

ГОССТРОЙ СССР
Г л а в п р о м с т р о й п р о е к т
СОЮЗСАНТЕХПРОЕКТ
Государственный проектный институт
САНТЕХПРОЕКТ

УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер
ГПИ Сантехпроект
Ю.И.Шиллер

Рекомендации по проектированию оборотного водоснабжения систем аспирации и мокрой очистки газов литейных цехов

Б3-64

Москва 1982

В рекомендациях дана характеристика шламосодержащих вод после аппаратов мокрой очистки газов и воздуха литейных цехов, изложены методы обработки и очистки этих вод с целью создания замкнутых оборотных систем водоснабжения пылеочистных устройств, схемы оборотных систем и их конструктивные особенности.

При составлении рекомендаций использованы результаты экспериментальных и научных работ к.т.н. Миронова В.С. (институт "Гипросантехпром", Ленинград), инж. Черкасова М.А. (ПКБ Горьковского автозавода, Горький).

Составитель благодарит названных товарищей за представленные материалы по теме Рекомендаций.

Рекомендации составил инж. О.А.Александров.

Настоящие рекомендации составлены взамен серии АЗ-729 и утверждены как обязательные в объединении "Союзсантехпроект"

© Государственный проектный институт Сантехпроект Главпромстройпроекта Госстроя СССР (ГПИ Сантехпроект), 1981

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. Общие положения 4
2. Исходные данные для проектирования 6
3. Схемы оборотного водоснабжения I7
4. Расчет гидротранспорта пыли I9
5. Лотки, труоопроводы и арматура 28
6. Насосные установки 3I
7. Очистка шламосодержащих вод 34
8. Охлаждение воды 43
9. Методы предотвращения образования отложений .. 43
I0. Обезвоживание шламов 44
II. Автоматизация систем оборотного водоснабжения. 47
I2. Приложения:

I. Таблица гидравлического расчета стальных шламопроводов оборотного водоснабжения систем аспирации и мокрой газоочистки вагранок литейных цехов.
2. Таблицы для расчета самотечного гидротранспорта.
3. Пример установки насоса в зумпфе при отведении стоков лотками.
4. Пример установки 2-х насосов в приямке при отведении шламосодержащих вод лотками.
5. Пример установки насосов с вакуумными баками.

I. Общие положения

I.I. На литейных производствах (заводах, цехах большой производительности) следует проектировать оборотную систему гидрошламоудаления для всех загрязняющих воду производственных процессов - мокрого пылеулавливания, мокрых газоочисток, систем гидроочистки литья, грануляции шлака, гидрорегенерации песка, мокрой уборки помещений и т.д.

При проектировании должен быть рассмотрен вопрос целесообразности совместной очистки воды системы гидрошламоудаления и стоков дождевой канализации.

При технико-экономическом обосновании можно проектировать три самостоятельных системы оборотного водоснабжения:

а) собственно литейного производства-гидроочистки литья, гидравлической выбивки стержней, гидротранспорта и регенерации горелой земли;

б) очистки газов от плавильных агрегатов, содержащих металлическую пыль, подлежащую утилизации;

в) вентиляционных установок, воздух от которых содержит главным образом минеральную пыль, направляемую в отвал.

I.2. Допускается предусматривать оборотные системы водоснабжения только для систем аспирации и мокрой газоочистки с централизованной очисткой воды от шлама или применять автономные устройства оборотного водоснабжения, особенно эффективные при устройстве в действующих, реконструируемых литейных цехах.

I.3. Технические решения должны обеспечивать водоснабжение систем аспирации и мокрой газоочистки по оборотной схеме в режиме, близком к полностью замкнутому.

I.4. Системы оборотного водоснабжения включают:

вводы, водомерные узлы, разводящую сеть осветленной воды с подводками к технологическим установкам, самотечные и напорные шламопроводы, запорную и регулиру-

ющую арматуру, насосные установки с резервуарами, сооружения по очистке отработавшей шламосодержащей воды.

В объем настоящих рекомендаций не входит проектирование внеплощадочных водоводов, шламопроводов и шлаконакопителей.

I.5. Расходы воды, режимы водопотребления, необходимые напоры и требования к качеству потребляемой воды, загрязнения и температуру отработавшей воды надлежит принимать по технологическим заданиям.

При отсутствии технологического задания для ориентировочных расчетов можно использовать данные, приведенные в разделе 2 "Исходные данные для проектирования".

I.6. Для получения наибольшего экономического эффекта капиталовложений при проектировании систем оборотного водоснабжения надлежит учитывать очередность строительства.

2. Исходные данные для проектирования.

2.1. Требования к качеству осветленной воды приведены в табл.I

Таблица I

Водопотребители	Физико-химические показатели воды						
	$T^{o}C$	Взвешенные вещества, мг/л	Масло, мг/л	Жесткость общая, мг-экв/л	pH	Колититр	Органические вещества (водоросли, ракушки)
Мокрые пылеуловители систем аспирации (СИОТ, циклон)	60-40	Не более 200	Не более 10	Менее 40	6,5-9,5	Не нормируется	Должны отсутствовать
Установки мокрого пылеулавливания от вагранок	до 50	Не более 250	Не более 10	Менее 40	8-10	Не нормируется	Должны отсутствовать

Примечание. Вода должна быть стабильной, не давать отложений и коррозий

2.2. Качество подпиточной воды должно удовлетворять следующим требованиям:

а) $Ш_{доб.} \leq Ш_{об.}$ $Ш_{доб.}$ – щелочность добавочной воды, $Ш_{об.}$ – щелочность оборотной воды;

б) $K_{Cl} \leq K_{Ш}$, где $K_{Cl^-} = \frac{Cl^-_{об.}}{Cl^-_{доб.}}$ – соотношение концентраций хлоридов в оборотной и добавочной воде; $K_{Ш} = \frac{Ш_{об.}}{Ш_{доб.}}$ – соотношение величин щелочности в оборотной и добавочной воде.

2.3. Расчетное давление воды в подводящих к аппаратам мокрого пылеулавливания трубопроводах принимается по паспортным данным аппаратов и находится в пределах 2,0 – 1,0 кгс/см^2.

Давление должно быть постоянным с отклонением от паспортных показателей $\pm$10%.

2.4. Расходы воды на подпитку оборотной системы водоснабжения для восполнения потерь воды от испарения и уноса в мокрых пылеуловителях, утечки из сооружений очистки и др. при ориентировочных расчетах следует принимать в зависимости от суммарных расходов воды мокрых пылеуловителей:

оборотное водоснабжение систем аспирации	– 10-12%.
оборотное водоснабжение мокрого пылеулавливания от вагранок	– 20-23%.

2.5. Характеристика отработанных шламосодержащих вод систем пылеудаления и характеристика шламов зависят от состава шихты, технологических процессов и др. и ориентировочно могут быть приняты для литейных производств черных металлов по осредненным показателям, приведенным в табл. 2,3,4,5,6,7.

2.6. При расчетах с участием величин гидравлической крупности взвеси шламосодержащих вод рекомендуется пользоваться данными табл. 8.

Таблица 2

Наименование стоков	Физико-химические показатели стоков							
	t^0C	Цвет	Взвешенные вещества, мг/л	Зола взвешенного вещества, %	Летучие взвешенные вещества, %	pH	Жесткость, мг-экв/л	Железо общ., мг/л
Ст установок очистки воздуха	15÷35	Светло-серый	340-740	72-88	28-12	5.8--6,8	6,3-13,3[x)]	0,1--1,8
Ст аппаратов очистки ваграночных газов	30÷50	Черный	2100-3120[x)]	72-88	28-12		30 и более	

Примечания: 1. Данные по взвешенным веществам, мг/л, без знака "х" характеризуют стоки при пассивной работе вагранок, а данные количества взвешенных веществ со знаком "х" - при активной работе вагранок.

2. Данные по жесткости, мг-экв/л, без знака "х" относятся к стокам производственных установок с оборотом воды более 3 часов, а данные со знаком "х" - к стокам производственных установок с оборотом воды менее 2 часов.

3. Данные, приведенные в таблице для конкретных производств могут значительно отличаться.

Таблица 3

Химический состав взвеси стоков от вагранок, %							
SiO_2	Fe_2O_3 + Al_2O_3	CaO	S	C	MnO_2	P_2O_5	Сумма определенных компонентов
66,35	7,34	3,5	0,38	21,8	0,31	0,03	99,71

Таблица 4

Химический состав взвеси стоков систем аспирации, %							
SiO_2	Fe_2O_3 + Al_2O_3	CaO	S	C	MnO_2	P_2O_5	Сумма определенных компонентов
83,6	7,6	1,65	0,16	6,10	0,18	0,09	99,48

Примечание. Удельный вес взвеси 2,47 ÷ 2,6 г/см^2.

Таблица 5

Наименование стоков	Физико-химические показатели стоков систем аспирации							
	т °С	Цвет	Взвеш. вещества, г/л	Зола взвеш. вещества, %	Летучие взв. вещ., %	pH	Жесткость, мг-экв/л	Железо, общ., мг/л
I	2	3	4	5	6	7	8	9
На выходе из мокрых пылеуловителей вентиляционных систем землеприготовительных участков	I4-33	Черный	2,24-2,48	85-94	I5-6	6,0-6,8	5,6-I3,6	0,I-2,8
То же, участков выбивки отливок	I4-33	То же	II,66-I8,6	87-96	I3-2	6,0-6,7	5,0-I3,3	0,2-8,0
То же, обслуживающие галтовочные барабаны	I4-33	-"-	I5,I-2I,8	86-90	I4-I0	6,0-7,I	5,I-I4,I	0,I-I,5
Усредненные стоки перед сбросом в шламоотстойник	I4-33	-"-	I,33-3,94	89-95	II-5	5,9-6,0	6,5-I4,0	0,I

Таблица 6

Группы производств	Гранулометрический состав взвеси в стоках вагранок, %										
	Граничные размеры частиц (фракций), мм										
	Более I,6	I,6-I,0	I,0-0,63	0,63--0,4	0,4-0,3I5	0,3I5-0,2	0,2-0,I6	0,I6--0,I	0,I-0,063	0,063--0,05	Менее 0,05
I	0,96	I,32	2,88	5,5	I2,34	I6,0	23,29	7,5	I0,5	8,4	II,3I
2	0,8		33,8	20,0	8,2	II,4	6,0	5,6	3,0	I,2	2,0

Примечания: I. Первая группа производств характеризуется заниженной производительностью вагранок против проекта (периоды освоения мощности цеха, смены программы производства и др.). Вторая группа производств характеризуется эксплуатацией вагранок с проектной или близкой к проектной производительностью.

2. На характер гранулометрического и химического состава взвеси в стоках оказывает влияние качество шихты вагранок (состав мелких фракций, физико-химические показатели и др.), а также эксплуатация устройств по дожиганию ваграночных газов и подачи воздуха в вагранку для интенсификации процессов горения.

Таблица 7

Гранулометрический состав взвеси в стоках систем аспирации, %										
Граничные размеры частиц (фракций), мм:										
2,5-I,6	I,6-I,0	I,0-0,63	0,63-0,4	0,4-0,3I5	0,3I5-0,2	0,2-0,I6	0,I6-0,I	0,I-0,063	0,063-0,05	Менее 0,05
0,03	0,23	0,4I	I,9	6,72	9,86	26,7	26,2	I0,2	7,9	9,85

Таблица 8

Гидравлическая крупность взвеси (мм/с) шламовых стоков при диаметре частиц взвеси, мм:

T °C	0,03	0,05	0,06	0,I5	0,2	0,25	0,3	0,4	0,6	0,8	I,0
I5°C	0,83	I,34	2,6I	3,32	4,03	4,24	4,54	4,74	5,06	5,23	5,4

Примечание: Для систем аспирации чугунолитейных цехов предприятий автомобильного транспорта до 90% составляют частицы крупностью 0,25÷0,05 мм.

2.7. При проектировании оборотного водоснабжения газоочисток дуговых электросталеплавильных печей следует пользоваться следующими исходными данными:

I. Температура отходящих газов I000-I900^{0}С;

2. Химический состав газов (без дожигания) приведен в табл. 9.

Таблица 9

№ пп	Наименование газов	Содержание газов в % от общего количества	Среднее % содержание
I.	CO	0 ÷ 8I	2I,2
2.	CO_2	0 ÷ I8	7,2
3.	O_2	0 ÷ I0,4	4,4
4.	H_2	0 ÷ 5,5	I,3
5.	N_2	I8,4÷86,6	65,9

3. Количество пыли составляет 0,6 - I% от веса садки. В первой половине плавки, образуется 75% количества пыли.

4. Пыль высокодисперсна, порядка 90% частиц пыли имеет размер менее I0 мкм, однако, вес этих частиц менее 3%, а площадь их поверхности менее I2% от общего количества пыли. Удельный вес пыли порядка 4 т/м^{3}, она легко слипается, спекается, плохо смачивается водой.

Ориентировочный химический состав взвеси в стоках от дуговых электросталеплавильных печей приведен в табл. I0.

Таблица I0

Химический состав взвеси стоков дуговых электросталеплавильных печей

Компоненты	Виды стали		
	Углеродистая	Инструментальная	Легированная
FeO	I3,7	-	I2,0-5I,0
Fe_2O_3	20,0	36,0	I,0-45,0
MnO	I,5-4,0	4,0	33,0-34,0
SiO_2	I4,0-30,2	2,0-3,0	I,5-8,5
Al_2O_3	I,0-3,7	0,4I-3,0	0,4-I,7
CaO	I0,0-22,0	6,0	0,9-I4,4
MgO	30,0-38,0	2,0-2,5	до 33,0
Cr_2O_3	I,0-2,0	0,I3	2,6-6,I
NiO	0,35	0,002	I,0-30,0
ZnO	-	36,0	-
WO_3	-	-	0,2-4,0
Co_3O_4	-	-	0,7-43,0
CuO	-	0,4-0,2	0,3-0,4
P_2O_5	-	0,2	0,06
SO_3	-	3,0	0,54
MoO_3	-	-	до 0,50
V_2O_5	-	-	0,60-2,6
Остальные	2,25-I0,0	3,I-3,36	-

2.8. Нормы расхода и напора воды мокрых пылеуловителей.

Для очистки воздуха и газов литейных цехов наиболее часто употребляется следующее оборудование: пылеуловители вентиляционные мокрые (ПВМ), пылеуловители коагуляционные мокрые (КМП), циклоны с водяной пленкой (ЦВП), центробежные скрубберы батарейного типа.

При применении пылеуловителей типа ПВМ, производительность которых по воздуху колеблется от 3000 $м^3$/ч до 40000 $м^3$/ч, расходы воды составляют:

при периодическом сливе шлама - 0,005 л/$м^3$;

при непрерывном удалении шлама - 0,02 л/г удаляемой пыли (но не менее 0,18 л/$м^3$ удаляемого воздуха).

Для предотвращения закупорки шламом сливного отверстия в нижнюю часть корпуса ПВМ подается техническая или осветленная вода в количестве, равном расходу воды, подаваемой на орошение.

Примечание. Периодический слив шлама применяется при очистке воздуха с пылесодержанием 2-3 г/$м^3$, когда шлам можно накапливать в бункере пылеуловителя и сливать один-два раза в неделю.

Непрерывный слив используется при больших загрязнениях воздуха или когда это установлено режимом работы шламового хозяйства.

Коагуляционные мокрые пылеуловители (КМП) применяются при начальной запыленности воздуха до 30 г/$м^3$, когда в вентиляционных выбросах отсутствуют вещества, образующие с водой агрессивные растворы по отношению к стали.

Расходы воды для орошения составляют 0,2÷0,6 л/$м^3$ воздуха. Минимальный напор воды 1,0 кгс/$см^2$.

Расходы воды в зависимости от марки КМП приведены в табл.11.

Таолица II

Условное обозначение	Расход воды для пленочного орошения конфузора, м³/ч	Миним. диаметр сопла трубы коагулятора, мм	Периодический смыв со стенок каплеотделителя	
			Расход воды, м³/ч	Число форсунок, шт.
КМП 2,2-00.00.000	0,65	8,5	I,2	8
КМП 3,2-00.00.000	I,0	I,2	I,5	I0
КМП 4,0-00.00.000	I,5	I4	I,8	I2
КМП 5,0-00.00.000	2,2	I7	I,8	I2
КМП 6,3-00.00.000	3,0	22	2,7	I8
КМП 7,I-00.00.000	3,4	24	3,0	20
КМП 8,0-00.00.000	3,8	28	3,6	24

Циклоны с водяной пленкой (ЦВП) применяются при начальной запыленности воздуха до I0 г/м³, когда в вентиляционных выбросах отсутствует цементирующая пыль.

Напор воды у сопел циклона должен быть постоянным и равным 0,2 ÷ 0,25 кгс/см².

Расходы воды в зависимости от марки ЦВП приведены в таблице I2.

Таблица I2.

Обозначение	Орошение стенок цилиндра циклона				Периодическое смывание со стенок входного патрубка			
	Основное исполнение		Исполнение с повышенной скоростью		Основное исполнение		Исполнение с повышенной скоростью	
	Расход воды, л/с	Число сопел	Расход воды, л/с	Число сопел	Расход воды	Число форсунок	Расход воды, л/с	Число форсунок
I	2	3	4	5	6	7	8	9

Продолжение табл.I2

I	2	3	4	5	6	7	8	9
ЦВП-3	0,I4	3	0,07	3	I,I	2	0,6	I
ЦВП-4	0,I7	4	0,09	4	I,2	2	0,6	I
ЦВП-5	0,2I	5	0,II	5	I,4	3	0,7	I
ЦВП-6	0,27	6	0,I4	6	I,6	3	0,8	2
ЦВП-8	0,35	7	0,I8	7	2,0	4	I,5	3
ЦВП-I0	0,43	8	0,22	8	2,4	4	I,8	3

Примечание. Продолжительность одного смывания и частота смываний устанавливаются при наладке циклона.

При применении центробежных скрубберов батарейного типа СЦВБ-2 расход воды ставляет 0,25 л на I м^3 удаляемого воздуха. Расчетный напор перед скруббером 20 м.

Конструкция скруббера разработана институтом НИИОГАЗ.

3. Схемы оборотного водоснабжения.

3.I. На аппараты очистки воздуха и газов подается одна и та же вода, непрерывно очищаемая и охлаждаемая. Из очистных аппаратов шламосодержащая вода поступает на очистные сооружения. Освобожденная от шлама и частично от солей, так называемая осветленная вода собирается в резервуар насосной станции и подается на охладительное устройство, после чего подается на повторное использование в воздухо- и газоочистные аппараты.

В оборотную систему водоснабжения свежая вода подается в небольшом количестве для компенсации всевозможных ее потерь.

В качестве подпитки рекомендуется использовать продувочные воды оборотных систем охлаждения технологического оборудования предприятия. Это дает возможность не тратить свежую воду на нужды мокрых процессов очистки

аспирируемого воздуха и газов.

Оборотное водоснабжение исключает сброс загрязненной воды в водоемы.

Шлам на очистных сооружениях обезвоживается и в зависимости от его состава может быть возвращен в производство или направлен в отвал.

3.2. Схемы оборотного водоснабжения должны выбираться в зависимости от конкретных условий и обосновываться технико-экономическим сравнением вариантов.

3.3. При детальной разработке схем оборотного водоснабжения следует руководствоваться следующими принципами:

а) если здание литейного цеха двухэтажное и основные технологические переделы размещены на 2-м этаже, высотное расположение установок мокрого пылеулавливания должно позволять организовывать отвод шламосодержащих стоков от них к очистным сооружениям или центральной шламовой насосной станции самотеком;

б) при расположении групп мокрых пылеуловителей на значительном расстоянии друг от друга и невозможности организовать отвод шламосодержащих вод от последних самотеком, удаление вод обеспечивается насосными установками с резервуарами;

в) в случае устройства очистных сооружений за пределами площадки завода и невозможности организовать отвод шламовых стоков от площадки завода самотеком, следует предусматривать строительство центральной шламовой насосной станции;

г) не рекомендуется в пределах одного корпуса или цеха последовательная перекачка внутрицеховых шламовых стоков из одной насосной станции в другую. От каждой из насосных станций следует проектировать собственные напорные шламопроводы со сбросом шламосодержащих вод в лоток или самотечный шламопровод, по которому отводится отработавшая вода от установок мокрого пылеулавливания, от вагранок и т.д.;

д) при устройстве автономных систем оборотного водоснабжения рекомендуется схема очистки шламосодержащих вод (ШСВ) с применением компактных, малогабаритных сооружений. Пример такой схемы приведен на рис.I.

4. Расчет гидротранспорта пыли

4.I. Гидроудаление и гидротранспорт пыли из пылеулавливающих устройств следует осуществлять по самотечным лоткам и трубопроводам, обеспечивая в них самоочищающие скорости потока воды.

4.2. Гидроудаление пыли из бункеров пылеулавливающих устройств и из аспирационных коллекторов с устройством гидравлических затворов, обеспечивающих надлежащий вакуум в аппаратах и коллекторах, следует проектировать по заданиям соответствующих разделов проекта (технологии, газоочистки и вентиляции), в которых предусматриваются пылеочистные устройства и гидравлические затворы.

4.3. Устройство лотков и трубопроводов для гидротранспорта пыли следует принимать в соответствии с разделом 5 настоящих рекомендаций.

4.4. Для расчета систем гидротранспорта шламов (пыли) необходимо знать гранулометрический состав шламов, режим работы газоочистных устройств и аспирационных установок (число рабочих смен, продолжительность смены, общее количество часов работы в год) и следующие данные:

$Q_т$(Т) - выход шламов (пыли) по твердому веществу т/ч (т/с);

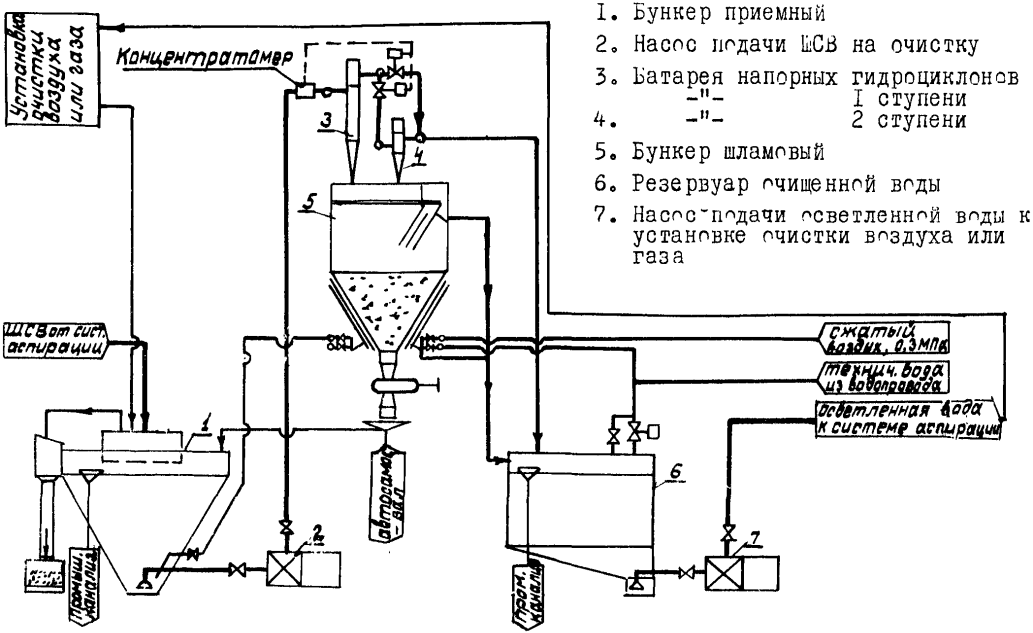
$\gamma_т$ - удельный вес шламов, т/м^3;

Q (Ж) - расход воды, м^3/ч (м^3/в);

$K_н$ - коэффициент неравномерности выхода шламов (учитывается при получении технологического задания по среднечасовому выходу шламов);

t^o - температура шламосодержащей воды (пульпы).

4.5. Расчетными параметрами систем гидротранспорта



Экспликация

1. Бункер приемный
2. Насос подачи ШСВ на очистку
3. Батарея напорных гидроциклонов
   -"- I ступени
4. -"- 2 ступени
5. Бункер шламовый
6. Резервуар очищенной воды
7. Насос подачи осветленной воды к установке очистки воздуха или газа

Рис.I. Технологическая схема очистки шламосодержащих сточных вод (ШСВ) с пределом осветления до 200 г/м^3

являются:

Т:Ж - консистенция пульпы (отношение твердой составляющей пульпы к жидкой);

$P_{вв}$ - весовое содержание шламов в пульпе в процентах к весу воды.

$$P_{вв} = \frac{Т}{Ж} \times 100; \qquad (1)$$

$\gamma_п$ - удельный вес пульпы

$$\gamma_п = \frac{Т + Ж}{\frac{Т}{\gamma_т} + Ж}, \quad т/м^3; \qquad (2)$$

$Q_п$ - расход пульпы

$$Q_п = \frac{K_н \cdot Q_т(1 + \frac{100}{P_{вв}})}{\gamma_п}, \quad м^3/ч \ (м^3/с); \ (3)$$

$d_{ср}$- средневзвешенный диаметр частиц твердой составляющей пульпы;

$$d_{ср} = \frac{\Sigma d_i q_i}{100} \quad мм, \qquad (4)$$

где d_i - средняя крупность i - й стандартной фракции, мм;

q_i - процентное содержание i - й фракции по весу (в соответствии с заданием);

W - гидравлическая крупность частиц твердой составляющей пульпы (шлама).

В расчетах принимается $W_{ср}$ - гидравлическая крупность в зависимости от $d_{ср}$, температуры воды и удельного веса транспортируемого материала.

4.6. Гидравлический расчет самотечного гидротранспорта.

Оптимальным гидравлическим условием транспортирования шламов отвечает режим гидротранспорта пульпы при скоростях ее движения, находящихся в области критических скоростей.

Гидравлические расчеты самотечного гидротранспорта по лоткам при критическом режиме рекомендуется производить в следующих зависимостях:

а) при гидротранспорте пыли по лоткам с полуциркульным днищем критические скорости следует определять по формуле, при $d_{ср} < 0{,}07$ мм

$$V_{кр} = 5{,}2 \cdot \left[\sqrt{g \cdot d_{ср}} \times \ell g \frac{R}{4 d_{ср}} + W_{ср} \cdot P_{вв}^{0{,}35} \cdot \left(\frac{R}{d_{ср}}\right)^{0{,}4}\right]; \quad м/с \quad (5)$$

при $d_{ср}$ от 0,07мм до 0,15мм

$$V_{кр} = 5{,}2 \cdot \left[\sqrt{g \cdot d_{ср}} \cdot \ell g \frac{R}{4 d_{ср}} + W_{ср} \cdot P_{вв} \cdot \left(\frac{R}{d_{ср}}\right)^{0{,}3}\right]; \quad м/с \quad (6)$$

б) при гидротранспорте пыли по лоткам прямоугольного сечения правая часть формул по определению $V_{кр}$ умножается на $\frac{\gamma_в}{\gamma_п}$

При расчетах задаются формой сечения лотка и его размерами, исходя из расчетного расхода, а затем определяют критическую скорость и уклон лотка по формуле

$$i_{кр} = \frac{V_{кр}^2}{R \cdot C^2} \qquad (7); \text{ где}$$

$R = \frac{\omega}{\chi}$; $C = \frac{1}{n} \cdot R^y$

при $R < 1м$ $y = 1{,}3\sqrt{n}$; при $R > 1м$ $y = 1{,}5\sqrt{n}$;

n – коэффициент шероховатости.

Если вычисленный уклон по местным условиям не может быть выдержан, следует задаваться большим заполнением или изменить размеры лотка.

Пример расчета безнапорного гидротранспорта пыли.

Рассчитать систему гидроудаления пыли от вентустановки при следующих исходных данных:

1. Выход шламов – 5 т/ч (0,0014 т/с).
2. Удельный вес шламов – 4 т/м^3.
3. Весовая консистенция пульпы – Т:Ж=1:10

$$Р_{вв} = \frac{Т}{Ж} \cdot 100 = 10\%.$$

4. Коэффициент неравномерности выхода шламов $К_н = 1{,}2$.
5. Средневзвешенный диаметр частиц шлама $d_{ср} = 0{,}06$мм.

6. Средневзвешенная гидравлическая крупность – – 0,00832 м/с.

Определяем удельный вес пульпы по формуле (2):

$$\gamma_п = 1{,}073$$

Определяем расход пульпы по формуле (3):

$$Q_п = \frac{1{,}2 \cdot 0{,}0014 \cdot (1 + \frac{100}{10})}{1{,}073} = 0{,}0164 \text{ м}^3/\text{сек}$$

или 16,4 л/с.

Принимаем для расчета лоток с полуциркульным днищем B=200, глубиной заполнения $h_п$ =80 мм. Для $\frac{h}{B}$ =0,4 гидравлический радиус R =0,04284 м.

Определение критической скорости производим по формуле (5).

$$V_{кр} = 5{,}2 \cdot [\sqrt{9{,}81 \cdot 0{,}00006} \cdot lg \frac{0{,}04284}{4 \cdot 0{,}00006} + 0{,}00832 \cdot 10^{0{,}35}] \cdot (\frac{0{,}04284}{0{,}00006}) \cdot 0{,}4 = 1{,}53 \text{ м/с}$$

Определяем критический уклон:

$$C = \frac{1}{n} R^y \quad n = 0{,}013; \; y = 1{,}3 \cdot \sqrt{0{,}013} = 0{,}15$$

$$C = \frac{1}{0{,}013} \cdot 0{,}04284^{0{,}15} = 48; \quad i_{кр} = \frac{1{,}53^2}{0{,}04284 \cdot 48^2} = 0{,}0236$$

Таким образом, принимаем лоток с полуциркульным днищем шириной 200 мм. Расчетная высота лотка принимается с запасом, равным а.

$$a = \frac{h_п}{2}$$

Расчетная высота лотка H= $h_п + a$ =80+40=120 мм.

Уклон лотка принимается 0,03.

Для облегчения подбора сечения лотков и его уклона приведены (см. приложение 2) таблицы для лотков с полуциркульным днищем размерами B=100-500 мм, составленные институтом "Ленинградский Промстройпроект".

Гидравлические расчеты самотечного гидротранспорта по трубопроводам следует проверить по расчетному секундному расходу пульпы со скоростями:

для труб диаметром 100 мм - не менее 1,25 м/с при наполнении не более 0,55 диаметра трубы;

для труб диаметром 150-250 мм - не менее 1,3 м/с при наполнении не более 0,7 диаметра трубы.

В случае необходимости, для создания достаточных скоростей, в начало трубопровода подается дополнительный побудительный расход воды.

Для облегчения гидравлических расчетов самотечного гидротранспорта по трубам приведены (см. приложение 1) таблицы гидравлического расчета стальных шламопроводов.

4.7. Гидравлический расчет напорного гидротранспорта.

Гидравлический расчет напорного гидротранспорта проводится с целью определения такого стандартного диаметра трубопровода, при котором движение пульпы заданного расхода, консистенции и гранулометрического состава шламов осуществлялось бы со скоростью близкой или больше критической.

Диаметр трубопровода при этом определяется по формуле

$$D = 2\sqrt{\frac{Q_п}{\pi \cdot V_{кр}}}, \quad м. \qquad (8)$$

где $Q_п$ - расход пульпы $м^3/с$.

$V_{кр}$ - критическая скорость м/с.

Критическая скорость вычисляется по формуле ВНИИ ВОДГЕО

$$V_{кр} = 13\sqrt[3]{D \cdot g \cdot W_{ср}} \times \sqrt[4]{a \cdot S}, \quad м/с, \qquad (9)$$

где Д - диаметр трубопровода, м;

g - ускорение силы тяжести, $м/с^2$;

$W_{ср}$ - средневзвешенная гидравлическая крупность, м/с;

$a = \frac{\gamma_т - \gamma_в}{\gamma_в}$ - относительная плотность твердого вещества с учетом архимедовых сил;

$S = \frac{\gamma_п - \gamma_в}{\gamma_т - \gamma_в}$ – объемная консистенция пульпы.

При расчетах $V_{кр}$ задаются значением Д.

В случае несовпадения вычисленного по формуле (8) диаметра трубопровода со стандартным, следует приникать ближайший диаметр по сортаменту труб.

Удельные потери напора на трение при расчете напорного гидротранспорта шламов с $d_{ср} \leq 0{,}15$ мм, удельным весом пульпы $\gamma_п \leq 1{,}25$ т/м^3 и расчетной скорости равной или больше критической, следует производить по формуле:

$$i_п = i_в \times \frac{\gamma_п}{\gamma_в}, \qquad (10)$$

где $i_в = \lambda_в \times \frac{V^2}{2g} \times \frac{1}{D}$ – удельные потери напора при движении чистой воды;

$\lambda_в$ – коэффициент гидравлического трения.

Коэффициент гидравлического сопротивления трения по длине определяется по формуле (11), учитывающей различную степень турбулентности потока:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\lg\left(\frac{\Delta_э}{13{,}68R} + \frac{a_2}{Re}\right), \qquad (11)$$

где R – гидравлический радиус, см;

Re – число Рейнольдса;

$\Delta_э$ – эквивалентная шероховатость, см;

a_2 – безразмерный коэффициент, учитывающий характер распределения шероховатости труб и структуру потока жидкости со взвесью.

Значения $\Delta_э$ и a_2 для стальных шламопроводов следует принимать: $\Delta_э = 0{,}6$ мм $\qquad a_2 = 70$.

При наполнении трубопроводов $> 0{,}5D$ гидравлический радиус R следует принимать в формуле 11 равным $\frac{D}{4}$.

Для новых стальных труб $\lambda_в$ вычисляется по формуле ЦК Конакова

$$\lambda_в = \frac{1}{(1{,}8 \cdot \lg Re - 1{,}8)^2}, \qquad (12)$$

где $Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$; ν - кинематический коэффициент вязкости.

Для трубопроводов, подверженных обрастанию карбонатными или иными отложениями, значения $\lambda_в$ следует определять по формуле Ф.А.Шевелева:

$$\lambda = \frac{1}{D_{ср}^{0,3}} \left(1{,}5 \times 10^{-6} + \frac{\nu}{V_{ср}}\right)^{0,3}, \qquad (13)$$

Для облегчения гидравлических расчетов удельные потери напора при движении чистой воды $i_в$ определяют по таблицам Ф.А.Шевелева.

Пример расчета напорного гидротранспорта пыли.

Рассчитать систему откачки шламосодержащих вод пульпы из приемного резервуара насосной установки мокрой очистки воздуха при следующих исходных данных:

1. Выход шламов - 3 т/ч (0,001 т/с).
2. Удельный вес шламов - 3,8 т/м^3.
3. Весовая консистенция пульпы Т:Ж=1 :10

$$P_{вв} = \frac{Т}{Ж} \cdot 100 = 10\%$$

4. Коэффициент неравномерности выхода шламов $К_н$=1,2.
5. Средневзвешенный диаметр частиц шлама $d_{ср}$ = 0,063.
6. Разность отметок между осями насосов и выпуском пульпы - 20 м.
7. Температура пульпы t = 20^{0}С.
8. Гидравлическая крупность - 0,00455 м/с.
9. Длина трубопровода - 500 м.

Необходимо определить и выбрать:

1. Диаметр трубопровода.
2. Потери напора по длине трубопровода.
3. Подобрать насосный агрегат.

Определяем по формуле (2) удельный вес пульпы.

$$\gamma_п = \frac{1 + 10}{\frac{1}{3,8} + 10} = 1,07\ т/м^3$$

Определяем по формуле (3) расход пульпы:

$$Q = \frac{1,2 \cdot 0,001 \left(1 + \frac{100}{10} \right)}{1,07} = 0,0123\ м^3/с$$ или

12,3 л/с

$Q_п = 44,28\ м^3/ч$

Определяем критическую скорость путем совместного решения зависимостей (8) и (9), ориентировочно приняв диаметр напорного трубопровода равным 100 мм (0,1 м).

$$V_{кр} = 13\sqrt[3]{9,8 \cdot 0,1 \cdot 0,00455} \times \sqrt[4]{0,0699} = 1,1\ м/с.$$

Действительная скорость в пластмассовом трубопроводе Д = 110 х 6,4 будет:

$$V_{ср} = \frac{4 \cdot 0,0123}{3,14 \cdot 0,0976^2} = 1,64\ м/с.$$

Удельные потери напора для чистой воды производим по таблице Ф.А.Шевелева.

$i_б = 0,042$ для трубопровода Д = 110 мм

$i_б = 0,0134$ для трубопровода Д =140 мм (V =1,21 м/с).

Принимаем трубопровод Д=140 мм.

$i_п = 0,0134 \times 1,07 = 0,0143$

Определяем потери напора по длине трубопровода

$H' = i_п \cdot L = 0,0143 \times 500 = 7,15$ м.

Потери напора в трубопроводах и арматуре насосной станции, определяемые расчетом, $h_з$ = 2 м.

Потери напора на местные сопротивления принимаем

$$h_м = 0{,}15\ H' = 1{,}07 \text{ м}.$$

Потери напора на геодезический подъем пульпы. $h_г$ = 20x1,07 = 21,4 м, $h_{сб}$ = 1,0 м. Суммарный напор, необходимый для откачки пульпы принимается по формуле (14) раздела 6: H=1,15 x(7,15+2+1,07+21,4+1) =32,5 м.

По каталогу подбираем необходимый насосный агрегат.

5. Лотки, трубопроводы и арматура.

5.1. Гидроудаление и гидротранспорт пыли при мокрой очистке аспирируемого воздуха и газов следует осуществлять по самотечным лоткам и трубопроводам, обеспечивая в них самоочищающие скорости потока воды.

5.2. Гидроудаление пыли из бункеров пылеулавливающих устройств и из аспирационных коллекторов с устройством гидравлических затворов, обеспечивающих в них надлежащий вакуум, следует проектировать по заданиям соответствующих разделов проекта (технологии, газоочистки и вентиляции), в которых предусматриваются пылеочистные устройства и гидравлические затворы.

5.3. Расходы воды, сечения и уклоны лотков и трубопроводов должны приниматься по гидравлическому расчету в зависимости от количества и средневзвешенной крупности транспортируемых твердых частиц в соответствии с разделом 4.

5.4. Лотки в полах для отведения шламосодержащих вод следует устраивать прямоугольного сечения с полукруглым днищем, шириной "В" не менее 200 мм и начальной глубиной $\frac{B}{2}$ + 100 мм.

Минимальный уклон безрасчетных участков лотков следует принимать 0,03.

Ширину каналов для лотков надлежит принимать:
при заглублении лотка до 700 мм - 400 мм;
при заглублении лотка до 1200 мм - 700 мм.

5.5. Каналы для лотков должны перекрываться съемными плитами и решетками.

Лотки, устраиваемые в полах, - бетонные с футеровкой днища металлическими полутрубами. Применение других материалов для футеровки днища лотков должно быть обосновано.

5.6. Внутренние самотечные и напорные сети шламосодержащей и осветленной воды должны проектироваться из стальных труб преимущественно по ГОСТу 10704-76. Толщина стенки стальных труб для напорных шламоотводов должна приниматься с учетом абразивного и химического воздействия транспортируемой среды, но не менее 4-5 мм.

Допускается применение труб из полимерных материалов.

5.7. Диаметры напорных, диаметры и уклоны самотечных напольных и подвесных линий должны выбираться по расчету. Безрасчетные участки должны иметь длину не более 6 м, минимальный диаметр - 100 мм и уклон - не менее 0,15.

Проектом должна быть предусмотрена возможность периодической промывки всех самотечных линий с помощью поливочных кранов.

5.8. Соединения стальных и полиэтиленовых трубопроводов могут выполняться на сварке, резьбе или с помощью фланцев.

5.9. Повороты трубопроводов и лотков должны быть плавными с радиусами закругления равными, как правило, $5^{И}$ диаметрам трубопровода. В исключительных случаях допускается принимать радиус закругления не менее $3^{Х}$ диаметров.

5.10. На поворотах самотечных лотков следует увеличивать уклон лотка по расчету компенсации величины местного сопротивления. Наружная стенка облицованного лотка в пределах поворота 90^0 должна быть принята высотой не менее $2h$, где h – высота наполнения лотка.

5.11. Соединение самотечных и напорных шламопроводов в вертикальной и горизонтальной плоскостях допускается под углом не менее 135^0 с обязательным усилением толщины стенок стальных труб на углах поворотов.

5.12. Все внутрицеховые трубопроводы осветленной воды и напорные шламопроводы должны проектироваться с уклоном 0,005 для возможности спуска воды из них. Уклон разводящих участков трубопроводов должен быть в сторону стояков или мокрых пылеуловителей. В низших точках сети должны предусматриваться спускные устройства. Трубопроводы следует прокладывать с учетом возможности их постоянного контроля и ремонта. для обслуживания арматуры трубопроводов, прокладываемых по эстакадам, необходимо предусматривать специальные лестницы и площадки.

На поворотах напорных трубопроводов следует предусматривать установку ревизий (тройников с фланцевой заглушкой).

5.13. На самотечных шламопроводах для прочистки и осмотра должны устанавливаться ревизии и прочистки:

на стояках, при отсутствии у них отступов, устанавливаются ревизии в нижнем и верхнем этажах, а при наличии отступов также и над ними;

в начале участков (по движению стоков) отводных трубопроводов следует устанавливать прочистки. На горизонтальных участках шламопроводов наибольшие допускаемые расстояния между прочистками следует принимать:

для труб диаметром 100 мм – 6 м;

для труб диаметром 150 мм – 10 м;

для труб диаметром 200-250 мм – 12 м.

Прочистки на стальных шламопроводах рекомендуется выполнять в виде вырезных окон с размерами:

для труб диаметром 100 мм - 50х150 мм;

для труб диаметром 150 мм - 70 х 175 мм;

для труб диаметром 200-250 мм - 80х200 мм.

5.14. На подводящем трубопроводе осветленной воды к мокрому пылеуловителю устанавливается запорная и регулирующая арматура. В качестве запорной арматуры используются вентили или задвижки, а в качестве регулирующей - вентили или задвижки, запломбированные после наладочных работ.

Установку запорной и регулирующей арматуры на трубопроводах оборотного водоснабжения следует предусматривать из условий обеспечения надежности работы оборудования, возможности отключения участков и мокрых пылеуловителей по технологической необходимости.

5.15. Арматура (задвижки и обратные клапаны) на напорных трубопроводах должна устанавливаться в абразивостойком исполнении. В качестве такой арматуры можно рекомендовать шланговые затворы конструкции ЦКБА (Ленинград) и обратные клапаны, футерованные резиной.

5.16. При выборе электрифицированной запорной арматуры внутрицеховых систем производственного водоснабжения следует иметь ввиду, что вентили мембранные с электромагнитными приводами типа СВМ могут применяться только для чистой воды. На трубопроводах осветленной воды следует предусматривать задвижки и вентили с электроприводом.

6. Насосные установки

6.1. Для перекачки шламовых сточных вод рекомендуется принимать:

а) при расположении приемного резервуара над полами помещений - горизонтальные песковые или грунтовые насосы, работающие под заливом;

б) при отведении смывных вод по уклонам полов или по лоткам и заглублении их не более 700 мм - вертикальные песковые насосы, размещаемые в зумпфах;

в) при глубине подводящего лотка более 700 мм - горизонтальные песковые насосы, работающие под заливом или с вакуумными баками. (Примеры насосных установок см. приложения 3,4,5).

г) при соответствующих технико-экономических обоснованиях пневмоаппараты типа аппарата конструкции инженера Гребнева и гидроаппараты типа аппарата конструкции инженера Москалькова.

6.2. Учитывая быстрый износ насосов, перекачивающих шламосодержащую воду, следует при выборе насосов принимать напор на 15-20% выше полученного при расчетах.

6.3. При подборе насосов должны учитываться коэффициенты напора, мощности и КПД в соответствии с характеристикой перекачиваемой воды. При перекачке воды с твердыми включениями крупностью 0,5 мм и менее ее можно рассматривать как однородную жидкость.

Напор, который должен развивать насос при работе на пульпопровод, определяется по формуле:

$$H=K\left(i_n \cdot \ell + h_з + h_м\right)+h_г+h_{св}, \quad м, \quad (14)$$

где ℓ - длина пульпопровода, м;

i_n - удельные потери напора на трение, определяемые по формуле (10);

$h_з$ - суммарные потери напора в трубопроводах и арматуре в здании насосной станции, м;

$h_м$ - потери напора на местные сопротивления по трассе пульпопровода, м;

$h_г=\frac{\gamma_n}{\gamma_в}\cdot h_г'$ - потери напора на геодезический подъем пульпы, м;

$h'_г$ – геодезический подъем пульпы, м;

$h_{св}$ – свободный напор, м ;

к – коэффициент запаса на случай образования слоя заиления, зарастания пульпопровода, принимаемый равным I,I5 ÷ I,20.

Потребная мощность двигателя насоса

$$N = \frac{Q_п \cdot \gamma_п \cdot H}{102 \cdot \eta}, \quad кВт \qquad (15)$$

где η – КПД насоса

6.4. Насосные установки по надежности действия следует относить к той же категории, что и побудители тяги обслуживаемых ими установок аспирации и газоочистки.

При количестве рабочих агрегатов до трех включительно устанавливается один резервный агрегат и один запасной предусматривается на складе.

6.5. Для каждого насоса рекомендуется предусматривать отдельную всасывающую линию без приемного клапана и самостоятельный напорный трубопровод.

При поступлении сточных вод в приемные резервуары после предварительного выделения крупной взвеси количество напорных трубопроводов принимается из условия надежности и удобства эксплуатации.

В насосных установках следует предусматривать устройства для промывки всасывающих патрубков и напорных трубопроводов с окончательной продувкой сжатым воздухом.

6.6. Емкость приемных резервуаров следует принимать:

а) для установок с вертикальными насосами на I0 минут производительности насосов;

б) для установок с горизонтальными насосами на I0 минут производительности насосов.

Примечание. Емкость приемных резервуаров во всех случаях должна обеспечивать возможность приема воды из трубопроводов и мокрых пылеуловителей после остановки насосов.

6.7. В приемных резервуарах следует предусматривать установку следующего оборудования: указателей уровня, устройств по взмучиванию выпадающего осадка, естественной приточно-вытяжной вентиляции, приборов КИП и автоматики.

Взмучивание выпадающего осадка следует предусматривать в шламовых насосных станциях с помощью механических и гидравлических устройств.

При применении гидравлического перемешивания первоначальное взмучивание шлама, до пуска насосов, следует производить сжатым воздухом.

Конструкцию приемного резервуара целесообразно принимать бункерного типа, при этом скорость воды при работающем насосе не должна допускать возможности выпадения осадка.

6.8. При наличии в одном корпусе нескольких перекачивающих установок рекомендуется в целях уменьшения протяженности напорных трубопроводов подавать шламосодержащие воды от каждой установки в общий лоток или подвесной самотечный трубопровод.

6.9. Центральные насосные станции по надежности действия следует относить ко второй категории.

Емкость приемного резервуара должна быть увеличена с учетом регулирования неравномерности поступления шламосодержащих вод, но не менее 10-и минутной производительности рабочих насосов.

В машинном зале заглубленной насосной станции следует предусматривать установку дренажных насосов для откачки случайных вод и аварийного насоса для откачки воды на случай затопления насосной станции.

7. Очистка шламосодержащих вод.

7.1. Очистку шламосодержащих вод рекомендуется производить:

а) отстаиванием в отстойниках, сгустителях или

шламонакопителях;

б) осветлением с использованием гидроциклонов, гидроциклонов-флокуляторов, суспензионных осветлителей.

Выбор метода очистки и подбор оборудования следует производить на основании технико-экономических расчетов в зависимости от количества, состава шламосодержащих вод и конкретных условий строительства.

7.2. Для интенсификации процессов очистки на безнапорных сооружениях следует предусматривать безреагентную (электромагнитную или магнитную) и реагентную коагуляцию и флокуляцию.

Безреагентную коагуляцию следует принимать по рекомендациям института ВНИПИчерметэнергоочистка.

Реагентную коагуляцию и флокуляцию следует осуществлять минеральными коагулянтами и полиакриламидом.

Выбор реагентов надлежит производить сообразуясь с конкретным физико-химическим составом шламосодержащих вод.

Ориентировочно дозы реагентов рекомендуется принимать:

сернокислый алюминий (доза - 30-50 мг/л) или ВА-2 (доза 1-3 мг/л);

хлорное железо (доза до 25 мг/л);

гашеная известь (при слабокислой реакции вод - ориентировочная доза - 40 мг/л);

полиакриламид (в сочетании с минеральными коагулянтами - доза 1 мг/л).

Коагулянт следует приготавливать в виде раствора в растворных баках, откуда раствор надлежит перепускать в расходные баки, доводить до нужной концентрации и дозировать перед вводом в очищаемую воду.

Концентрацию коагулянта надлежит принимать равной 3-5%.

Емкость растворного бака определяется по формуле

$$W = \frac{q + Д_к}{10000 \cdot B_р \cdot \gamma}, \quad м^3$$

где q - расчетный часовой расход воды, $м^3/ч$;

t - время, на которое следует заготавливать коагулянт, ч;

$Д_к$ - максимальная доза коагулянта, $г/м^3$;

$B_р$ - концентрация раствора коагулянта в растворном баке, %;

γ - объемный вес раствора коагулянта, $т/м^3$.

Емкость расходного бака определяется по формуле

$$W = \frac{W_р \cdot B_р}{в}; \quad м^3$$

где $в$ - концентрация рабочего раствора,%.

Реагентное хозяйство следует проектировать в соответствии с требованиями главы СНиП П-31-74 "Водоснабжение. Наружные сети и сооружения".

Расходные склады реагентов следует проектировать на 20- 30-дневный рабочий запас.

7.3. Расчет горизонтальных, вертикальных отстойников, гидроциклонов и суспензионных осветлителей следует вести в соответствии с действующими СНиП.

7.4. Количество секций горизонтальных отстойников следует определять по максимальному расходу шламосодержащих вод с учетом выключения одной секции на период чистки и принимать их не менее двух.

7.5. Следует предусматривать меры по обеспечению механической прочности дна и стенок отстойных камер от повреждения грейфером при чистке отстойника. В качестве одного из мероприятий рекомендуется замоноличивать отслужившие железнодорожные рельсы по всей длине дна и стенок камер с шагом 0,5 м.

7.6. В полутора-двух метрах от переливной стенки в отстойной камере рекомендуется устанавливать "плавающие доски" для задержания пены и плавающих тел.

Верхняя часть переливной стенки должна иметь

закладные части для приварки швеллера, обеспечивающего горизонтальность верхней кромки переливной стенки.

7.7. На вводе стоков в горизонтальные отстойники следует устраивать камеры распределения потока по ширине отстойника и гашения скоростного напора. Для этой цели можно применять горизонтальные лотки или другие устройства. Горизонтальные лотки должны иметь сечение не менее 400х500 (h) мм с устройством в нижней части щелей шириной не менее 100 мм.

7.8. При среднегодовой температуре воздуха ниже плюс $1^{\circ}C$ отстойники следует размещать в отапливаемых помещениях, а при среднегодовой температуре воздуха от $1^{\circ}C$ до $6^{\circ}C$ отстойные камеры возможно располагать в неотапливаемых помещениях, но при этом их следует закрывать съемными деревянными щитами или железобетонными плитами облегченных конструкций.

При среднегодовой температуре воздуха выше $6^{\circ}C$ отстойные камеры следует проектировать открытыми с устройством по наружным стенам ограждения высотой 0,7 ÷ 1,0 м.

7.9. При расположении отстойников в помещениях и при среднегодовой температуре более $6^{\circ}C$ периодичность чистки рекомендуется принимать не чаще одного раза в 1,5 - 2 месяца.

7.10. Объем отстойной части шламохранилища следует определять из условия его эксплуатации не менее 15 лет.

Высоту оградительных дамб, место расположения шламохранилища и выбор материала для постройки следует определять на основании технико-экономических расчетов, учитывая:

наличие грунтов для отсыпки дамб и возможность использования осадка;

фильтрующую способность грунтов;

Количество ливневых вод, поступающих в шламонакопитель;

места расположения шламонакопителя и т.д.

7.II. Сбросные колодцы шламохранилищ рекомендуется проектировать с водобойной частью из условия возможности их наращивания при подъеме зеркала воды.

7.I2. Здание насосной станции осветленной воды и резервуар при ней рекомендуется размещать за пределами дамб ограждения и проектировать на полную производительность. Насосное оборудование следует устанавливать с учетом очередности строительства.

7.I3. Отношение длины к ширине шламохранилища рекомендуется принимать в пределах 3-5, а глубину зоны осаждения - 2 ÷ 2,5 м.

7.I4. Расчет минимальной длины отстойной части шламохранилища рекомендуется выполнять из условия улавливания взвеси со скоростью выпадения 0,I-0,I5 мм/с.

7.I5. Многоярусные тонкослойные отстойники.

Рекомендуются отстойники с продольным и комбинированным обратным движению воды наклоном блоков непрерывного действия и поперечным наклоном блоков.

Расстояние между пластинами в полочных секциях H_0 следует принимать I00 мм.

Скорость движения шламосодержащей воды в секциях $V = I0\,u_0$ мм/с, $V \leq \frac{500}{R}$, где R - гидравлический радиус отстойника.

$$V_{max} = \frac{Re \cdot x \cdot \nu}{\omega_1} \text{ мм/с},$$

где Re - число Рейнольдса $\leq$ 500;

x - смоченный периметр яруса;

ω_1 - площадь поперечного сечения яруса

ν - кинематическая вязкость при расчетной температуре воды.

Угол продольного наклона секций (α или β) - 45-60°

Рабочая длина отстойника L м.

$$L = 1{,}2\frac{H_0}{\cos\alpha}\left(\frac{v}{u_0} - \sin\alpha\right)$$ - для отстойников с обратным и комбинированным продольным наклоном блоков.

$$L = 1{,}6\ \frac{H_0}{\cos\beta}\cdot\frac{v}{u_0}$$ - для отстойников с поперечным наклоном блоков.

Продолжительность отстаивания T_p, ч.

$$T_p = \frac{h_{ср}}{u_0 \cdot 3600} = \frac{L}{v}, \quad \text{где } h_{ср} = \frac{H_0}{\cos\alpha}$$

Число отстойных секций N определяется по формуле

$$N = 10^3 \cdot \frac{q}{w_1 \cdot v}, \text{ шт},$$

где q - расход шламосодержащих вод, м^3/с.

Объем зоны накопления осадка W, м^3

$$W = 3{,}6\ \frac{q \cdot t\,(c_1 - c_2)}{(100-P)\,\rho},$$

где t - продолжительность накопления осадка;

C_1 и C_2 - концентрация взвешенных веществ соответственно в исходной и очищенной воде;

P - влажность осадка перед выпуском из отстойника, %;

ρ - плотность осадка, г/см^3.

7.16. Гидроциклон - флокулятор с тангенциальным подводом воды, плоским днищем и механизированным удалением осадка конструкции ВНИИЧерметэнергоочистки.

По данным института ВНИИЧерметэнергоочистка удельная нагрузка при реагентной коагуляции и флокуляции шламосодержащих вод может быть принята 7 ÷ 9 м^3/(м^2.ч).

7.17. Радиальные отстойники (сгустители) могут быть использованы как для очистки воды, так и для сгущения шламов.

Допустимая нагрузка на единицу площади сгустителя определяется по формуле $$q = \frac{86{,}4 \cdot V \cdot K}{R_1 - R_2},$$

где q - допустимая удельная нагрузка на единицу площади сгустителя, т/м^2.

При соотношении Ж:Т от 40:1 до 8:1 удельная нагрузка принимается равной примерно 1 - 0,75 м^3/(м^2.ч);

V - скорость выпадения в воде наиболее крупных частиц мм/с. Определяется экспериментально в лабораторных условиях;

R_1 - весовое соотношение Ж:Т в исходном продукте;

R_2 - весовое соотношение в сгущенном продукте;

к - коэффициент, учитывающий отношение эффективно используемой площади сгущения к общей площади сгустителя, равной примерно 0,5 - 0,7.

7.16. Блочные водоочистные установки.

Для очистки шламосодержащих вод в локальных системах оборотного водоснабжения производительностью до 150 м^3/ч, по опыту Горьковского автозавода, рекомендуются блочные установки с очисткой воды на напорных гидроциклонах последовательно Д=160 мм и Д=60 мм.

Гидроциклоны рекомендуется применять литые, конструкции Горьковского инженерно-строительного института, угол конической части которых - 10 град.

Блочные установки рекомендуются следующих производительностей: 25,50,100, 150 м^3/ч.

Примерный состав оборудования для рекомендуемого ряда производительности блочных установок приведен в табл. 13.

Пример компоновки оборудования блочной установки производительностью 100 м^3/ч приведен на рис. 2.

Экспликация

1. Бункер приемный
2. Насос подачи ГСВ на очистку
3. Батарея напорных гидроциклонов I ступени
4. -"- II ступени
5. Бункер шламовый
6. Резервуар чистой воды
7. Насос подачи осветленной (чистой) воды к установке очистки воздуха

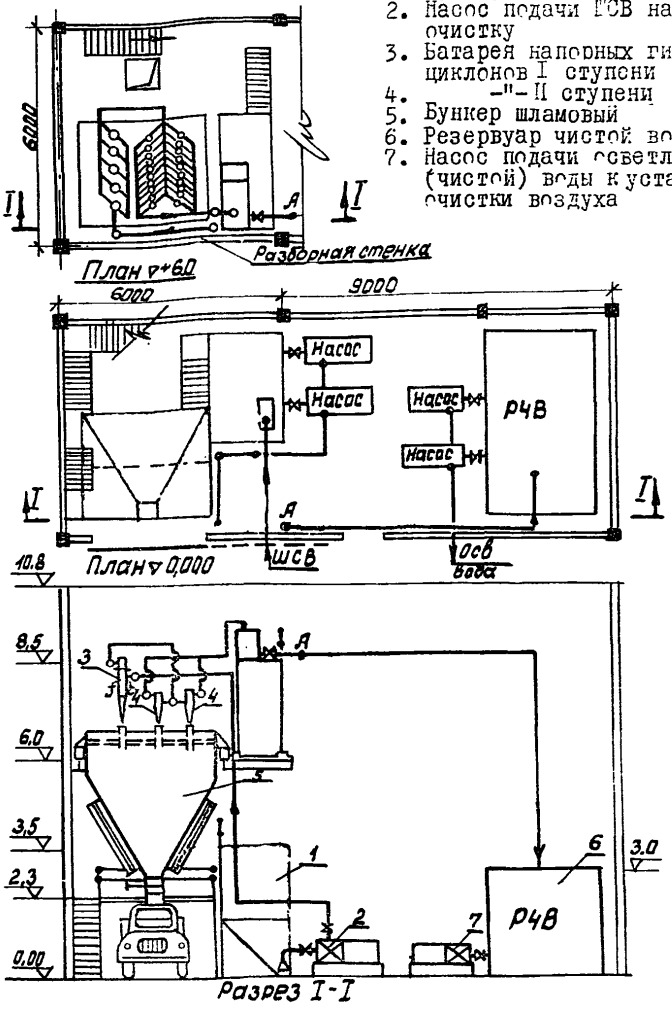


Рис.2. Пример компоновки блочной установки производительностью 100 м³/ч

Таблица I3

№ пп	Перечень основного оборудования	Ед. изм.	Производительность, $м^3/ч$			
			25	50	I00	I50
I.	Приемный резервуар	$м^3$	3,0	6,0	II,0	I7,0
2.	Гидроциклоны I ступени диаметром I60 мм					
	рабочих	шт.	I	2	4	6
	резервных	шт	I	I	I	2
3.	Гидроциклоны II ступени диаметром 60 мм					
	рабочих	шт.	5	I0	20	30
	резервных	шт.	2	3	6	9
4.	Шламовый резервуар	$м^3$	4,0	7,0	I2,0	I7,0
5.	Резервуар чистой воды	$м^3$	I5,0	20,0	25,0	35,0
6.	Насосы шламовые					
	рабочих	шт	I	I	I	I
	резервных I		I+I	I+I	2	2
7.	Насосы чистой воды	шт				
	рабочих		I	I	I	I
	резервных		I	I	I	I
	В случае необходимости получения воды более высокого качества устанавливаются:					
8.	Фильтры типа ФОв 2,0 - 6	шт.				
	рабочих		I	2	4	6
	резервных		I	I	I	I
9.	Резервуар отстойник	$м^3$	I4,0	I4,0	I4,0	I4,0
I0.	Насосы промывной воды	шт.				
	рабочих		I	I	I	I
	резервных		I	I	I	I

Примечание. I. Один резервный насос в собранном виде на складе.

2. Подъемно-транспортное оборудование выбирается по конкретным условиям строительства.

8. Охлаждение воды.

8.1. Охлаждение воды оборотных систем мокрых газоочисток рекомендуется производить:

а) в брызгальных бассейнах;

б) в градирнях брызгального типа.

8.2. Расчет и расположение охлаждающих устройств ведется в соответствии с действующим СНиП и с "Руководством по проектированию градирен", разработанном Союзводоканалпроектом в 1980 г.

8.3. При применении типовых проектов брызгальных градирен блоки оросителя должны быть исключены. При этом расчетная удельная нагрузка должна приниматься с к=0,7.

8.4. Необходимость охлаждения воды в автономных оборотных системах водоснабжения установок газоочисток должна быть подтверждена расчетом.

8.5. Охлаждение воды в горизонтальных отстойниках, по опыту эксплуатации летом (в зависимости от района строительства), колеблется в пределах от 4 до 8°С. Дополнительных устройств для охлаждения воды в таких системах практически не требуется.

9. Методы предотвращения образований отложений в системе

9.1. В целях уменьшения образования твердых отложений в трубопроводах, лотках и аппаратах очистки следует обеспечить достаточное время пребывания воды в очистных сооружениях (не менее 1,5-2 часов).

Кроме того, в зависимости от конкретных условий, может быть рекомендована обработка воды реагентами,

например, мелкокристаллической затравкой в присутствии углещелочного реагента (УЩР), поликомплексонами (ПК) и т.п. Выбор метода и определение расчетных доз реагентов в настоящих рекомендациях не приводится.

9.2. Для поддержания в оборотных водах допустимой концентрации сульфата кальция необходимо осуществлять продувку системы, величина которой определяется из солевого баланса по уравнению:

$$P_{пр.} = \frac{P_I C_q + 100 C_I}{C_o - C_q},$$

где $P_{пр}$ – продувочная вода, %;

Р P_I – потери воды на испарение в % от оборотной воды;

C_q – содержание сульфат-иона в подпиточной воде, мг/л;

C_I – прирост сульфатов в системе в расчете на оборотную воду – мг/л

C_o – допустимая концентрация сульфат-иона в оборотной воде (рассчитать по произведению растворимости $ПР_{CaSO_4} = 6{,}1 \cdot 10^{-5}$).

В вычисленную величину продувки входят все безвозвратные потери на технологические нужды.

10. Обезвоживание шламов.

10.1. Большая влажность осадка, получаемого в очистных сооружениях, ограничивает применение транспортных средств, приводит к загрязнению автодорог и территории промышленного предприятия шламом. Это вызывает необходимость сгущения и обезвоживания осадка перед его транспортированием. Сгущение (уплотнение) шламов рекомендуется производить в горизонтальном отстойнике (в одной из секций), в открытом гидроциклоне простейшей конструкции, сгустителе и т.п.

10.2. В шламохранилищах осадок уплотняется и обезвоживается естественным путем. После заполнения секции шламохранилища осадок разравнивается и засыпается растительным грунтом с целью рекультивации.

10.3. Обезвоживание шламов рекомендуется производить в бункерах для сбора и обезвоживания, на дренированных подсушивающих площадках, на дисковых и барабанных вакуумфильтрах, на центрифугах, на фильтр-прессах различных конструкций, в том числе на фильтр-прессах типа ФПАКМ.

Метод обезвоживания выбирается с учетом местных условий, а также по количеству обезвоживаемого шлама и возможности его утилизации. Влажность обезвоженного осадка должна быть 25-40%.

10.4. Удаление обезвоженного шлама должно быть механизировано.

10.5 С целью устранения зависания влажного шлама при выгрузке по желобу (течке), угол наклона желоба должен быть не менее 70^0.

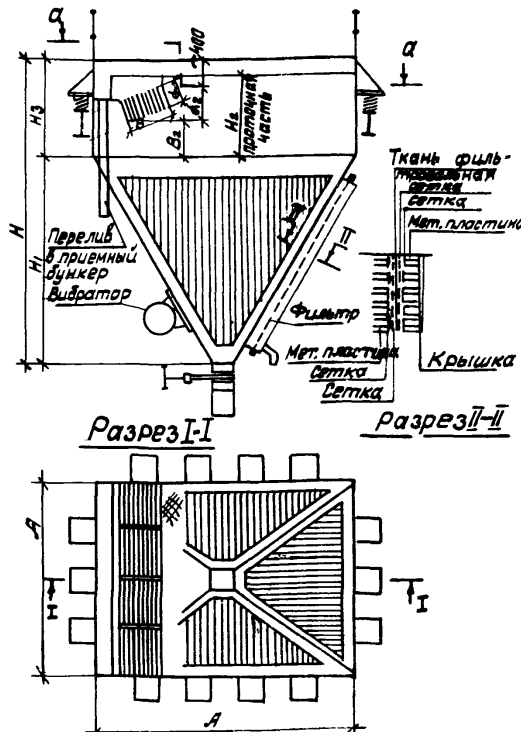
10.6. По опыту Горьковского автозавода при применении блочных установок рекомендуется конструкция бункера для сбора и обезвоживания шламов, состоящая из корпуса, встроенного многополочного отстойника, сетчато-тканевых фильтров и вибратора.

Для установок производительностью от 25 до 150 $м^3/ч$ конструкция бункера и рекомендуемые размеры приведены на рис. 3. После каждого опорожнения бункера должна проводиться водо-воздушная промывка фильтра (отдувка и промывка).

10.7. При проектировании площадок для обезвоживания шлама следует принимать:

а) нагрузку на площадки в летних условиях - 1,5 $м^3$ шлама на 1 $м^2$ площади в месяц;

б) слой намораживания зимой - 1 м;



Производительность установки м³/ч	H_1, мм	H_2, мм	H_3, мм	H, мм	A, мм	d, мм	B, мм	B_1, мм	B_2, мм	L_2, мм
25	1170	373	1273	2643	1330	550	200	194	100	473
50	1480	1023	1323	3003	1690	560	300	261	150	473
100	1860	1123	1423	3383	2120	550	500	435	250	473
150	2140	1223	1523	3863	2440	550	700	609	353	473

Рис.3. Бункер для обезвоживания шлама

в) высоту оградительных валиков - I м.

IO.8. Выбор типоразмеров вакуумфильтров, и центрифуг ведется по рекомендациям и согласованию опросных листов институтом НИИХИММАШ Москвы, фильтр-прессов ФПАКМ-институтом УкрНИИХИММАШ Харькова.

II. Автоматизация систем оборотного водоснабжения.

II.I. Оптимальный объем автоматизации систем оборотного водоснабжения должен определяться конкретными условиями в соответствии с ее технико-экономической целесообразностью.

При автоматизации следует предусматривать использование приборов автоматики, серийно выпускаемых промышленностью.

II.2. При автоматическом управлении рекомендуется предусматривать и местное управление. При этом перевод системы с местного управления на автоматическое не должен сопровождаться отключением находящихся в работе механизмов.

II.3. В объем автоматизации сооружений и оборудования оборотного водоснабжения мокрых пылеуловителей, а также при наличии необходимой аппаратуры может быть включена автоматизация:

а) подачи воды к пылеуловителям;

б) дозирования известкового молока по величине pH;

в) насосных станций для перекачки шламовых стоков;

г) опорожнения и промывки напорных трубопроводов;

д) централизованных очистных сооружений и сооружений для обезвоживания шлама.

II.4. Включение подачи воды к пылеуловителям должно производиться за 5 минут до начала их работы, а отключение - через IO-I5 минут после ее прекращения.

II.5. Насосные агрегаты шламовых насосных станций, как правило, работают автоматически в зависимости от

уровня жидкости в приемном резервуаре.

Следует предусматривать автоматическое включение резервного насоса на случай аварийной остановки рабочего насосного агрегата.

При невключении резервных насосов и при достижении в резервуарах аварийных уровней должен быть подан звуковой и световой сигналы.

Автоматический пуск насоса, устанавливаемого под заливом, необходимо обеспечить контрольным устройством, не допускающим включение незалитого насоса и отсутствия воды, поступающей на сальники насосов.

II.6. Пуск механических мешалок для взмучивания взвеси в приемных резервуарах должен быть автоматическим и сблокированным с работой насосов.

Механические мешалки должны работать в течение всего периода работы насосов.

ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СТАЛЬНЫХ ШЛАМОПРОВОДОВ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ СИСТЕМ АСПИРАЦИИ И МОКРОЙ ГАЗООЧИСТКИ ВАГРАНОК ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Круглое сечение $\mathcal{D}$ = 83х3

Заполнение h	Уклоны в тысячных																					
	I0		20		25		30		35		40		45		50		55		60			
	a	v	a	v	a	v	a	v	a	v	a	v	a	v	a	v	a	v	a	v	a	v
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I		
0,I0	0,06	0,24	0,08	0,34	0,093	0,38	0,I02	0,42	0,II	0,46	0,I2	0,49	0,I25	0,52	0,I3	0,55	0,I4	0,58	0,I5	0,60		
0,I5 "	0,I37	0,3I	0,I97	0,45	0,22	0,54	0,2I3	0,55	0,26	0,60	0,28	0,65	0,30	0,69	0,32	0,72	0,33	0,76	0,35	0,79		
0,20 "	0,25I	0,38	0,36	0,55	0,40	0,6I	0,44	0,67	0,45	0,72	0,5I	0,78	0,54	0,83	0,57	0,87	0,60	0,9I	0,63	0,96		
0,25 "	0,40	0,43	0,57	0,63	0,63	0,70	0,69	0,77	0,75	0,83	0,80	0,89	0,85	0,95	0,90	I	0,94	I,04	0,99	I,09		
0,30 "	0,57	0,43	0,80	0,70	0,9I	0,78	0,99	0,86	I,07	0,93	I,I5	0,99	I,22	I,05	I,29	I,II	I,35	I,I6	I,4I	I,22		
0,35 "	0,76	0,53	I,09	0,76	I,2I	0,85	I,33	0,93	I,44	I,0I	I,54	I,08	I,63	I,44	I,72	I,2I	I,8I	I,27	I,89	I,32		
0,40 "	0,98	0,57	I,39	0,8I	I,55	0,9I	I,7I	I	I,84	I,08	I,97	I,I6	2,09	I,23	2,2I	I,29	2,36	I,36	2,42	I,42		
0,45 "	I,2I	0,6I	I,7I	0,86	I,92	0,97	2,I	I,06	2,27	I,I4	2,43	I,22	2,58	I,30	2,72	I,37	2,86	I,44	2,99	I,50		
0,50 "	I,45	0,64	2,05	0,90	2,29	I,0I	2,52	I,II	2,72	I,20	2,9I	I,29	3,09	I,36	3,26	I,44	3,42	I,5I	3,58	I,58		
0,55 "	I,68	0,66	2,40	0,94	2,68	I,06	2,94	I,I6	3,I8	I,25	3,40	I,34	3,6I	I,42	3,8	I,50	4	I,57	4,I7	I,64		
0,60 "	I,92	0,69	2,73	0,97	3,06	I,09	3,36	I,20	3,63	I,29	3,88	I,38	4,I2	I,47	4,34	I,55	4,56	I,62	4,76	I,70		
0,65 "	2,I5	0,70	3,06	I	3,43	I,I2	3,77	I,23	4,07	I,33	4,35	I,42	4,62	I,5I	4,87	I,59	5,II	I,67	5,34	I,74		
0,70 "	2,87	0,72	3,37	I,02	3,78	I,I5	4,I4	I,25	4,47	I,35	4,79	I,45	5,07	I,54	5,35	I,62	5,62	I,70	5,87	I,78		
0,75 "	2,57	0,73	3,64	I,04	4,08	I,I6	4,48	I,28	4,84	I,38	5,I7	I,47	5,49	I,56	5,79	I,65	6,07	I,73	6,34	I,8I		
0,80 "	2,7I	0,73	3,86	I,04	4,33	I,I7	4,75	I,29	5,I3	I,39	5,48	I,48	5,82	I,58	6,I4	I,66	6,44	I,74	6,73	I,82		
0,85 "	2,8I	0,73	4,0I	I,04	4,49	I,I7	4,93	I,29	5,33	I,39	5,69	I,48	6,05	I,58	6,37	I,66	6,69	I,74	6,99	I,82		
0,90 "	2,87	0,73	4,06	I,04	4,55	I,I6	4,98	I,37	5,38	I,37	5,76	I,47	6,II	I,56	6,45	I,65	6,76	I,73	7,07	I,80		
0,95 "	2,76	0,7I	3,94	I,0I	4,4I	I,I3	4,84	I,24	5,22	I,34	5,58	I,43	5,93	I,52	6,25	I,60	6,56	I,68	6,85			
I "	2,I9	0,64	3,09	0,90	3,47	I,0I	3,8I	I,II	4,II	I,20	4,40	I,29	4,67	I,37	4,92	I,44	5,I7	I,57	5,40	I,58		

Круглое сечение D = I02 x 4

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I
0,I0	0,I0	0,28	0,I4	0,40	0,I6	0,45	0,I7	0,49	0,I9	0,53	0,20	0,57	0,22	0,60	0,23	0,64	0,24	0,67	0,25	0,70
0,I5 "	0,24	0,37	0,34	0,52	0,38	0,59	0,42	0,64	0,45	0,70	0,48	0,75	0,5I	0,79	0,54	0,83	0,57	0,88	0,59	0,92
0,20 "	0,43	0,44	0,62	0,63	0,69	0,70	0,76	0,77	0,82	0,83	0,88	0,89	0,93	0,95	0,98	I	I,03	I,05	I,08	I,I
0,25 "	0,68	0,50	0,97	0,72	I,08	0,8I	I,I9	0,88	I,28	0,95	I,37	I,02	I,46	I,09	I,54	I,I4	I,6I	I,20	I,68	I,25
0,30 "	0,97	0,56	I,38	0,80	I,55	0,90	I,69	0,98	I,83	I,06	I,96	I,I3	2,08	I,2I	2,I9	I,27	2,30	I,33	2,4I	I,39
0,35 "	I,3I	0,6I	I,85	0,87	2,07	0,97	2,28	I,07	2,46	I,I5	2,63	I,23	2,79	I,3I	2,94	I,38	3,09	I,45	3,23	I,52
0,40 "	I,66	0,65	2,37	0,93	2,65	I,04	2,9I	I,I4	3,I4	I,24	3,37	I,32	3,57	I,40	3,76	I,48	3,95	I,55	4,I3	I,62
0,45 "	2,06	0,69	2,92	0,99	3,27	I,II	3,58	I,2I	3,87	I,3I	4,I5	I,40	4,39	I,48	4,64	I,57	4,86	I,64	5,08	I,72
0,50 "	2,46	0,73	3,50	I,04	3,9I	I,I6	4,29	I,27	4,64	I,37	4,96	I,47	5,27	I,56	5,55	I,64	5,82	I,73	6,08	I,80
0,55 "	2,87	0,76	4,08	I,08	4,56	I,2I	5,0I	I,32	5,4I	I,43	5,78	I,53	6,I4	I,62	6,47	I,7I	6,80	I,80	7,I0	I,87
0,60 "	3,27	0,78	4,67	I,I2	5,2I	I,24	5,7I	I,37	6,I7	I,48	6,6I	I,58	7,0I	I,67	7,39	I,77	7,76	I,86	8,II	I,94
0,65 "	3,68	0,8I	5,22	I,I4	5,84	I,28	6,4I	I,4I	6,92	I,52	7,40	I,62	7,85	I72	8,28	I,82	8,69	I,9I	9,08	I,99
0,70 "	4,05	0,82	5,73	I,I6	6,42	I,3I	7,05	I,43	7,6I	I,55	8,I3	I,65	8,64	I,76	9,II	I,85	9,56	I,94	9,98	2,03
0,75 "	4,38	0,84	6,I9	I,I8	6,94	I,33	7,6I	I,45	8,22	I,57	8,78	I,68	9,33	I,78	9,83	I,88	I0,32	I,97	I0,78	2,06
0,80 "	4,64	0,84	6,58	I,I9	7,36	I,34	8,08	I,47	8,73	I,58	9,32	I,69	9,9I	I,80	I0,44	I,89	I0,95	I,99	II,44	2,08
0,85 "	4,8I	0,84	6,84	I,I9	7,64	I,34	8,39	I,47	9,06	I,58	9,68	I,69	I0,29	I,80	I0,84	I,89	II,37	I,99	II,86	2,08
0,90 "	4,88	0,84	6,90	I,I8	7,74	I,33	8,49	I,45	9,I7	I,57	9,80	I,68	I0,4I	I,78	I0,97	I,88	II,50	I,97	20,I4	2,06
0,95 "	4,72	0,8I	6,70	I,I5	7,5I	I,29	8,22	I,42	8,88	I,53	9,5I	I,64	I0,08	I,74	I0,62	I,83	II,I6	I,92	II,66	2,0I
I "	3,73	0,73	5,29	I,04	5,92	I,I6	6,49	I,27	7,0I	I,37	7,49	I,47	7,96	I,56	8,39	I,64	8,80	I,72	9,20	I,80

Круглое сечение D =I2I x 3

0,I0	0,I73	0,32	0,248	0,46	0,28	0,5I	0,30	0,57	0,33	0,6I	0,35	0,66	0,38	0,70	0,40	0,74	0,42	0,77	0,43	0,8I
0,I5 "	0,4I	0,42	0,58	0,60	0,66	0,67	0,72	0,74	0,78	0,80	0,83	0,86	0,88	0,9I	0,93	0,96	0,98	I,0I	I,02	I,85
0,20 "	0,74	0,5I	I,06	0,72	I,I9	0,8I	I,30	0,89	I,4I	0,96	I,5I	I,03	I,60	I,09	I,68	I,I5	I,77	I,2I	I,85	I,26
0,25 "	I,I6	0,58	I,66	0,82	I,86	0,92	2,04	I,0I	2,20	I,09	2,36	I,I7	2,50	I,24	2,63	I,3I	2,77	I,38	2,89	I,44
0,30 "	I,67	0,65	2,36	0,9I	2,65	I,02	2,9I	I,I2	3,I4	I,2I	3,37	I,30	3,57	I,38	3,77	I,46	3,95	I,53	4,I3	I,60
0,35 "	2,24	0,70	3,I7	0,99	3,55	I,I2	3,90	I,22	4,2I	I,32	4,50	I,4I	4,78	I,50	5,04	I,58	5,30	I,66	5,52	I,73
0,40 "	2,84	0,75	4,06	I,07	4,54	I,I9	4,99	I,3I	5,39	I,42	5,75	I,5I	6,II	I,6I	6,44	I,69	6,76	I,78	7,06	I,86
0,45 "	3,5I	0,79	4,99	I,I3	5,60	I,26	6,I3	I,38	6,64	I,50	7,09	I,60	7,53	I,70	7,93	I,79	8,33	I,88	8,7I	I,97
0,50 "	4,2I	0,83	5,88	I,I9	6,69	I,33	7,35	I,45	7,93	I,57	8,48	I,68	9,0I	I,78	9,49	I,88	9,96	I,97	I0,4	2,06
0,55 "	4.92	0,87	6,99	I,23	7,8I	I,38	8,58	I,5I	9,26	I,64	9,89	I,75	I0,5I	I,86	II,08	I,96	II,6I	2,05	I?,I3	2,I4

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I
0,60	5,62	0,90	7,97	I,27	8,92	I,42	9,79	I,56	I0,57	I,69	II,29	I,80	I2	I,92	I2,64	2,02	I3,27	2,I2	I3,86	2,22
0,65 "	6,28	0,92	8,92	I,3I	I0	I,46	I0,95	I,60	II,82	I,73	I2,67	I,86	I3,4	I,96	I4,I6	2,07	I4,84	2,I7	I5,50	2,27
0,70 "	6,94	0,94	9,8I	I,33	II	I,49	I2,04	I,64	I3	I,77	I3,92	I,89	I4,76	2,0I	I5,55	2,II	I6,34	2,22	I7,05	2,32
0,75 "	7,48	0,95	I0,62	I,36	II,84	I,5I	I3	I,66	I4,04	I,79	I5,04	I,92	I5,93	2,03	I6,8I	2,I5	I7,64	2,25	I8,43	2,35
0,80 "	7,96	0,97	II,26	I,36	I2,59	I,53	I3,78	I,67	I4,88	I,8I	I5,94	I,93	I6,89	2,05	I7,83	2,I6	I8,7I	2,27	I9,55	2,37
0,85 "	8,27	0,97	II,69	I,37	I3,07	I,53	I4,34	I,68	I5,49	I,8I	I6,55	I,93	I7,56	2,05	I8,5I	2,I6	I9,45	2,27	20,25	2,37
0,90 "	8,34	0,95	II,79	I,35	I3,22	I,5I	I4,5I	I,66	I5,68	I,79	I6,75	I,92	I7,77	2,03	I8,72	2,I4	I9,67	2,25	20,53	2,35
0,95 "	8,I0	0,93	II,45	I,32	I2,84	I,48	I4,05	I,62	I5,I8	I,75	I6,27	I,87	I7,22	I,98	I8,I5	2,09	I9,08	2,I9	I9,93	2,29
I "	6,37	0,83	9,05	I	I0,I2	I,32	II,I0	I,45	II,99	I,57	I2,8I	I,68	I3,62	I,78	I4,35	I,88	I5,05	I,97	I5,73	2,06
							Круглое сечение D = I27 x 3													
0,I0	0,I98	0,33	0,28	0,48	0,32	0,53	0,35	0,59	0,38	0,64	0,4I	0,68	0,43	0,72	0,45	0,76	0,48	0,80	0,50	0,84
0,I5 "	0,47	0,44	0,67	0,62	0,75	0,70	0,83	0,77	0,89	0,83	0,96	0,89	I,02	0,94	I,07	0,99	I,I2	I,04	I,I7	I,I9
0,20 "	0,85	0,52	I,2I	0,75	I,36	0,84	I,49	0,92	I,62	0,99	I,73	I,86	I,83	I,I3	I,93	I,I9	2,03	I,25	2,I2	I,30
0,25 "	I,33	0,60	I,90	0,86	2,I3	0,96	2,33	I,05	2,52	I,I3	2,70	I,2I	2,87	I,29	3,02	I,36	3,I7	I,43	3,32	I,49
0,30 "	I,9I	0,67	2,72	0,95	3,03	I,06	3,33	I,I6	3,6I	I,26	3,85	I,35	4,09	I,43	4,3I	I,5I	4,53	I,58	4,73	I,69
0,35 "	2,57	0,73	3,64	I,03	4,08	I,I5	4,46	I,26	4,83	I,37	5,I6	I,46	5,48	I,55	5,77	I,64	6,06	I,72	6,34	I,79
0,40 "	3,27	0,78	4,66	I,II	5,I9	I,23	5,70	I,35	6,I6	I,46	6,60	I,57	6,99	I,66	7,38	I,75	7,74	I,84	8,09	I,92
0,45 "	4,04	0,82	5,73	I,I7	6,4I	I,3I	7,04	I,44	7,60	I,55	8,I2	I,66	8,63	I,76	9,09	I,85	9,54	I,95	9,97	2,03
0,50 "	4,82	0,86	6,84	I,22	7,67	I,37	8,39	I,50	9,07	I,62	9,72	I,74	I0,3I	I,84	I0,86	I,94	II,40	2,04	II,9I	2,I3
0,55 "	5,6I	0,89	8,00	I,28	8,92	I,42	9,79	I,56	I0,58	I,69	II,34	I,8I	I2,0I	I,92	I2,67	2,02	I3,29	2,I2	I3,89	2,22
0,60 "	6,43	0,93	9,I3	I,32	I0,2I	I,47	II,20	I,62	I2,I0	I,75	I2,93	I,87	I3,74	I,98	I4,47	2,09	I5,I9	2,I9	I5,87	2,29
0,65 "	7,22	0,96	I0,2I	I,35	II,45	I,5I	I2,53	I,66	I3,54	I,79	I4,48	I,92	I5,37	2,03	I6,I9	2,I4	I6,99	2,25	I7,75	2,35
0,70 "	7,92	0,97	II,24	I,39	I2,57	I,54	I3,79	I,69	I4,90	I,83	I5,92	I,96	I6,89	2,07	I7,80	2,I9	I8,7I	2,29	I9,52	2,39
0,75 "	8,58	0,99	I2,I3	I,39	I3,59	I,57	I4,88	I,72	I6,08	I,85	I7,22	I,98	I8,25	2,I0	I9,23	2,22	20,2	2,33	2I,08	2,43
0,80 "	9,02	0,99	I2,87	I,4I	I4,43	I,58	I5,79	I,73	I7,06	I,87	I8,22	I,99	I9,36	2,I2	20,4	2024	2I,4I	2,35	22,37	2,45
0,85 "	9,42	0,99	I3,38	I,4I	I4,96	I,58	I6,42	I,73	I7,74	I,87	I8,95	I,99	20,I	2,I2	2I,I8	2,24	22,23	2,35	23,23	2,45
0,90 "	9,57	0,99	I3,53	I,39	I5,I3	I,56	I6,6I	I,72	I7,93	I,85	I9,I6	I,98	20,36	2,I0	2I,45	2,22	22,5I	2,33	23,52	2,43
0,95 "	9,I9	0,96	I3,II	I,36	I4,69	I,53	I6,09	I,67	I7,38	I,8I	I8,57	I,93	I9,73	2,05	20,79	2,I6	2I,8I	2,27	22,79	2,37
I "	7,33	0,87	I0,36	I,23	II,59	I,37	I2,72	I,50	I3,74	I,62	I4,67	I,74	I5,6	I,84	I6,43	I,94	I7,24	2,04	I8,0I	2,I3

Круглое сечение D = I40 x 5

I		2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I
0,I0		0,24	0,35	0,35	0,50	0,39	0,56	0,43	0,62	0,46	0,67	0,49	0,72	0,52	0,76	0,55	0,80	0,58	0,84	0,6I	0,88
0,I5	"	0,57	0,46	0,8I	0,66	0,9I	0,74	I	0,8I	I,08	0,87	I,I6	0,93	I,23	0,99	I,30	I,05	I,36	I,I0	I,42	I,I5
0,20	"	I,03	0,55	I,48	0,79	I,65	0,88	I,8I	0,97	I,96	I,04	2,09	I,I2	2,22	I,I8	2,34	I,25	2,46	I,3I	2,57	I,37
0,25	"	I,6I	0,63	2,30	0,90	2,58	I	2,83	I,I0	3,06	I,I9	3,27	I,28	3,47	I,35	3,66	I,43	3,84	I,50	4,0I	I,56
0,30	"	2,3I	0,70	3,29	I	3,68	I,II	4,04	I,22	4,36	I,32	4,67	I,4I	4,95	I,50	5,22	I,58	5,48	I,66	5,73	I,73
0,35	"	3,II	0,76	4,39	I,08	4,93	I,2I	5,4I	I,33	5,84	I,43	6,26	I,54	6,70	I,63	7	I,72	7,34	I,80	7,67	I,88
0,40	"	3,97	0,82	5,63	I,I6	6,30	I,29	6,9I	I,42	7,46	I,54	7,97	I,64	8,47	I,74	8,93	I,84	9,37	I,93	9,79	2,0I
0,45	"	4,88	0,86	6,93	I,22	7,77	I,37	8,50	I,50	9,I9	I,62	9,84	I,74	I0,43	I,84	II	I,94	II,54	2,04	I2,06	2,I3
0,50	"	5,87	0,9I	8,30	I,29	9,28	I,44	I0,I9	I,58	II	I,70	II,75	I,82	I2,47	I,93	I3,I4	2,04	I3,8I	2,I4	I4,4I	2,23
0,55	"	6,84	0,94	9,67	I,34	I0,84	I,50	II,86	I,64	I2,8I	I,77	I3,73	I,90	I4,54	2,0I	I5,33	2,I2	I6,I0	2,23	I6,80	2,32
0,60	"	7,74	0,97	II,04	I,38	I2,37	I,55	I3,55	I,69	I4,63	I,83	I5,63	I,95	I6,6I	2,08	I7,50	2,I9	I8,36	2,30	I9,I9	2,40
0,65	"	8,75	I	I2,37	I,42	I3,84	I,59	I5,I5	I,74	I6,36	I,88	I7,53	2,0I	I8,57	2,I3	I9,59	2,25	20,56	2,36	2I,48	2,46
0,70	"	9,54	I,0I	I3,60	I,45	I5,2I	I,62	I6,69	I,78	I8,03	I,92	I9,26	2,05	20,44	2,I7	2I,54	2,29	22,60	2,40	23,6I	2,5I
0,75	"	I0,39	I,04	I4,70	I,47	I6,39	I,64	I7,99	I,80	I9,43	I,94	20,82	2,08	22,06	2,20	23,28	2,32	24,42	2,44	25,52	2,55
0,80	"	I0,94	I,04	I5,59	I,48	I7,39	I,65	I9,09	I,8I	20,62	I,96	22,09	2,I0	23,4	2,22	24,66	2,34	25,9I	2,46	27,04	2,57
0,85	"	II,36	I,04	I6,I9	I,48	I8,I0	I,66	I9,82	I,8I	2I,4I	I,96	22,93	2,I0	24,30	2,22	25,64	2,34	26,90	2,46	28,II	2,57
0,90	"	II,53	I,03	I6,37	I,47	I8,3I	I,64	20,09	I,80	2I,70	I,94	23,I9	2,08	24,60	2,20	25,92	2,32	27,20	2,44	28,42	2,55
0,95	"	II,I4	I	I5,89	I,43	I7,72	I,60	I9,45	I,75	2I	I,89	22,5	2,03	23,84	2,I5	25,I6	2,26	26,40	2,38	27,58	2,48
I	"	8,87	0,9I	I2,55	I,29	I4,03	I,44	I5,4	I,58	I6,63	I,70	I7,77	I,82	I8,85	I,93	I9,87	2,04	20,88	2,I4	2I,78	2,28

Круглое сечение D =I68 x 6

0,I0	"	0,4	0,4	0,57	0,57	0,63	0,64	0,7	0,7	0,75	0,76	0,8I	0,8I	0,86	0,86	0,9	0,9I	0,95	0,97	0,99	I
0,I5	"	0,94	0,52	I,33	0,74	I,49	0,83	I,64	0,92	I,77	0,99	I,89	I,06	2,0I	I,I2	2,I2	I,I8	2,22	I,24	2,32	I,30
0,20	"	I,69	0,63	2,40	0,89	2,69	I	2,95	I,09	3,I9	I,I8	3,4I	I,26	3,62	I,34	3,82	I,4I	4,0	I,48	4,I8	I,55
0,25	"	2,64	0,7I	3,75	I,0I	4,2	I,I4	4,6	I,24	4,97	I,34	5,32	I,44	5,65	I,53	5,95	I,6I	6,25	I,69	6,54	I,77
0,30	"	3,76	0,79	5,36	I,I3	5,98	I,26	6,56	I,38	7,09	I,49	7,59	I,60	8,04	I,69	8,49	I,78	8,9I	I,87	9,3I	I,96
0,35	"	5,04	0,86	7,I6	I,22	8,03	I,37	8,79	I,50	9,49	I,62	I0,I5	I,73	I0,77	I,84	II,35	I,93	II,93	2,03	I2,44	2,I2
0,40	"	6,46	0,92	9,I3	I,30	I0,24	I,46	II,2I	I,60	I2,II	I,73	I2,97	I,85	I3,74	I,96	I4,5	2,07	I5,32	2,I7	I5,9	2,27
0,45	"	7,93	0,97	II,26	I,38	I2,59	I,55	I3,82	I,70	I4,93	I,83	I5,95	I,96	I6,95	2,08	I7,86	2,I9	I8,7I	2,3	I9,55	2,4
0,50	"	9,52	I,02	I3,46	I,45	I5,05	I,62	I6,52	I,78	I7,84	I,92	I9,06	2,05	20,25	2,I8	2I,34	2,3	22,39	2,4I	23,4	2,52
0,55	"	II,07	I,06	I5,65	I,50	I7,55	I,68	I9,26	I,85	20,8	2	22,22	2,I3	23,6I	2,27	24,88	2,39	26,07	2,5	27,24	2,6I

I		2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I
0,60		I2,6	I,09	I7,88	I,55	20,05	I,74	2I,95	I,9I	23,7I	2,06	25,4	2,2I	26,9I	2,34	28,4	2,47	29,75	2,58	3I,09	2,7
0,65	"	I4,I3	I,I3	20,07	I,60	22,44	I,79	24,56	I,96	26,53	2,II	28,42	2,26	30,II	2,40	3I,77	2,53	33,34	2,65	34,84	2,77
0,70	"	I5,55	I,I5	2I,98	I,62	24,64	I,82	27,05	2	29,22	2,I6	3I,2I	2,3I	33,I2	2,45	34,90	2,58	36,67	2,7I	38,26	2,83
0,75	"	I6,78	I,I6	23,83	I,65	26,64	I,85	29,I7	2,02	3I,50	2,I9	33,75	2,34	35,76	2,48	37,73	2,62	39,59	2,75	4I,37	2,87
0,80	"	I7,78	I,I7	25,24	I,66	28,22	I,86	30,98	2,04	33,46	2,2I	35,75	2,36	37,98	2,50	40,02	2,64	4I,94	2,76	43,82	2,89
0,85	"	I8,46	I,I7	26,2I	I,66	29,38	I,87	32,I6	2,04	34,74	2,2I	37,II	2,36	39,43	2,50	4I,55	2,64	43,60	2,77	45,56	2,89
0,90	"	I8,72	I,I6	26,47	I,65	29,68	I,85	32,58	2,03	35,I8	2,I9	37,59	2,34	39,88	2,48	42,02	2,6I	44,I	2,74	46,08	2,87
0,95	"	I8,I2	I,I3	25,73	I,6I	28,77	I,80	3I,58	I,97	34,II	2,I3	36,44	2,28	88,72	2,42	40,79	2,55	42,75	2,67	44,67	2,79
I	"	I4,27	I,02	20,35	I,45	22,75	I,62	24,97	I,78	26,97	I,92	28,8I	2,05	30,6I	2,I8	32,26	2,30	33,85	2,4I	35,37	2,52

Круглое сечение D =2I9 x 6

0,I0		0,85	0,49	I,22	0,7	I,36	0,78	I,49	0,86	I,62	0,93	I,73	0,99	I,84	I,05	I,93	I,II	2,03	I,I7	2,I3	I,22
0,I5	"	2	0,63	2,84	0,9	3,I8	I,0I	3,49	I,II	3,77	I,20	4,04	I,28	4,28	I,36	4,52	I,43	4,74	I,5I	4,95	I,57
0,20	"	3,6I	0,76	5,I2	I,08	5,72	2,04	6,28	I,32	6,79	I,43	7,25	I,53	7,7	I,62	8,I2	I,7I	8,52	I,79	8,90	I,87
0,25	"	5,63	0,86	7,96	I,22	8,92	I,37	9,79	I,50	I0,58	I,62	II,3	I,74	I2,0I	I,84	I2,65	I,94	I3,28	2,04	I3,87	2,I3
0,30	"	7,98	0,95	II,34	I,35	I2,7I	I,52	I3,9I	I,66	I5,07	I,80	I6,I0	I,92	I7,08	2,04	I8,0	2,I5	I8,88	2,25	I9,73	2,35
0,35	"	I0,75	I,04	I5,2	I,47	I6,95	I,64	I8,6I	I,8	20,I	I,95	2I,53	2,08	22,82	2,2I	24,07	2,33	25,23	2,44	26,36	2,55
0,40	"	I3,7	I,II	I9,37	I,57	2I,66	I,76	23,78	I,93	25,68	2,08	27,44	2,23	29,II	2,36	30,68	2,49	32,23	2,62	33,63	2,73
0,45	"	I6,83	I,I7	23,8	I,66	26,69	I,86	29,2I	2,04	3I,55	2,2	33,8	2,36	35,8I	2,50	37,74	2,63	39,65	2,76	4I,38	2,88
0,50	"	20,07	I,23	28,49	I,74	3I,86	I,95	34,88	2,I3	37,67	2,3	40,35	2,47	42,76	2,6I	45,I2	2,76	47,34	2,89	49,47	3,02
0,55	"	23,3I	I,27	33,24	I,8I	37,07	2,02	40,69	2,22	43,95	2,39	47,0I	2,56	49,88	2,72	52,56	2,86	55,I6	3,0I	57,63	3,I4
0,60	"	26,84	I,32	37,95	I,87	42,32	2,09	46,45	2,29	50,I7	2,47	53,6	2,64	56,95	2,8I	60,0I	2,95	62,88	3,I	65,7I	3,24
0,65	"	29,86	I,35	42,4	I,92	47,4	2,I4	5I,9	2,35	56,05	2,53	60,05	2,7I	63,62	2,88	67,I3	3,04	70,44	3,I8	73,6I	3,33
0,70	"	32,8	I,38	46,58	I,95	52,08	2,I9	57,I7	2;40	6I,75	2,59	65,97	2,77	70,0	2,94	73,75	8,09	77,39	3,25	80,87	3,39
0,75	"	35,38	I,39	50,24	I,98	56,33	2,22	6I,66	2,43	66,6	2,62	7I,I5	2,8	75,6	2,98	79,66	3,I4	83,59	3,29	87,34	3,44
0,80	"	37,7	I,4I	53,32	2	59,77	2,24	65,43	2,45	70,67	2,65	75,5I	2,83	80,22	3	84,53	3,I7	88,58	3,82	95,56	3,47
0,85	"	39,I5	I,4I	55,36	2	62,06	2,24	67,94	2,45	73,38	2,65	78,4	2,83	83,3	3	87,77	8,I7	92,I	3,32	96,23	3,47
0,90	"	39,47	I,39	56,05	I,98	62,67	2,2I	68,79	2,43	74,3	2,62	79,38	2,8	84,23	2,97	88,75	3,I3	93,I3	3,29	97,3I	3,44
0,95	"	38,27	I,36	54,34	I,93	60,92	2,I6	66,69	2,37	72,03	2,56	76,95	2,73	8I,76	2,9	86,I5	3,06	90,4	3,2I	94,46	3,35
I	"	30,34	I,23	43,08	I,74	48,I7	I,95	52,73	2,I3	56,95	2,3	6I,0I	2,47	64,65	2,6I	68,2I	2,76	7I,58	2,89	74,79	3,02

Круглое сечение D = 273 x 6

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I
0,I0	I,59	0,57	2,27	0,82	2,54	0,92	2,72	I,0I	3,0I	I,09	3,22	I,I6	3,42	I,23	3	I,30	3,79	I,36	3,95	I,42
0,I5 "	3,73	0,75	5,27	I,05	5,9I	I,I8	6,49	I,30	7,0I	I,40	7,49	I,50	7,95	I,59	8,38	I,68	8,80	I,76	9,I9	I,84
0,20 "	6,67	0,88	9,47	I,25	I0,62	I,4I	II,63	I,54	I2,56	I,66	I3,45	I,78	I4,26	I,89	I5,04	I,99	I5,78	2,09	I6,49	2,I8
0,25 "	I0,36	I	I4,77	I,43	I6,52	I,60	I8,I3	I,75	I9,59	I,89	20,92	2,02	22,2	2,I4	23,39	2,26	24,55	2,37	25,65	2,48
0,30 "	47,8	I,II	20,99	I,58	23,53	I,77	25,76	I,93	27,82	2,09	29,72	2,23	3I,58	2,37	33,27	2,50	34,9I	2,62	36,48	2,74
0,35 "	I9,83	I,2I	28,04	I,7I	3I,44	I,9I	34,42	2,I	37,I7	2,26	39,7I	2,42	42,2	2,57	44,46	2,7I	46,65	2,84	48,75	2,97
0,40 "	25,2I	I,28	35,8	I,83	40,03	2,04	43,82	2,24	47,33	2,42	50,7	2,59	53,72	2,74	56,69	2,89	59,48	3,04	62,I5	3,I7
0,45 "	3I,I4	I,37	44,03	I,93	49,24	2,I6	53,9	2,36,	58,22	2,55	62,37	2,73	66,08	2,9	69,73	3,0€	73,06	3,2	76,34	3,35
0,50 "	37,05	I,42	52,6I	2,02	58,68	2,26	64,4I	2,48	69,56	2,67	74,42	2,86	78,96	3,04	83,2	3,2	87,3I	3,36	9I,23	3,5I
0,55 "	43,28	I,48	6I,I9	2,I0	68,6	2,35	75,I	2,57	8I,I2	2,78	86,66	2,97	92,08	3,I6	97,02	3,33	I0I,66	3,48	I06,23	3,64
0,60 "	49,09	I,52	70	2,I7	78,06	2,42	85,68	2,66	92,55	2,87	98,87	3,07	I04,9I	3,25	II0,54	3,43	II6,0	3,60	I2I,2	3,76
0,65 "	54,93	I,56	78,32	2,23	87,34	2,48	95,87	2,73	I03,55	2,94	II0,63	3,I5	II7,38	3,34	I23,69	3,52	I29,79	3,69	I35,62	3,86
0,70 "	60,68	I,6	85,8I	2,26	96,2	2,54	I05,3I	2,78	II3,75	3	I2I,52	3,2I	I29,I2	3,4I	I36,05	3,59	I42,56	3,76	I48,97	3,93
0,75 "	65,42	I,62	92,5I	2,29	I03,7I	2,57	II3,84	2,82	I22,96	3,05	I3I,36	3,26	I39,I9	3,45	I46,87	3,64	I54,II	3,82	I6I,03	3,99
0,80 "	69,68	I,64	98,53	2,32	I09,88	2,59	I20,6I	2,84	I30,27	3,07	I39,I7	3,28	I47,67	3,48	I55,6	3,66	I63,27	3,85	I70,6	4,02
0,85 "	72,34	I,64	I02,3	2,32	II4,09	2,59	I25,23	2,84	I35,25	3,07	I44,5	3,28	I53,53	3,48	I6I,78	3,67	I69,52	3,85	I77,I3	4,02
0,90 "	72,98	I,62	I03,2	2,29	II5,7	2,57	I26,66	2,8I	I36,8	3,04	I46,35	3,25	I55,28	3,45	I63,62	3,63	I7I,69	3,8I	I79,4I	3,99
0,95 "	70,83	I,58	I00,I5	2,24	II2,82	2,5I	I22,92	2,75	I32,76	2,97	I4I,83	3,I7	I50,7	3,37	I58,75	3,55	I66,82	3,72	I74,II	3,89
I "	56,I	I,42	79,54	2,02	88,7I	2,26	97,37	2,48	I05,I7	2,67	II2,5	2,86	II9,38	3,04	I25,8	3,2	I3I,9	3,36	I37,9	3,5I

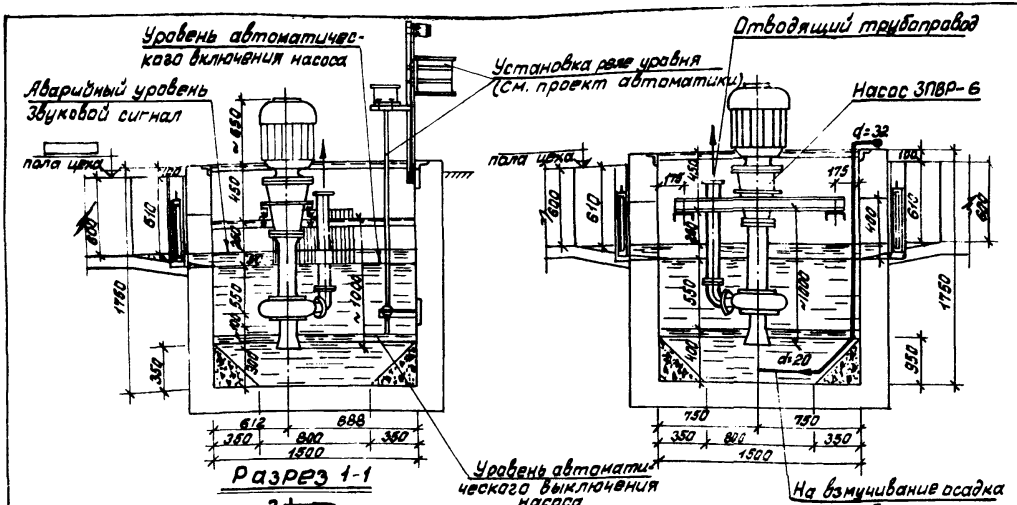
ТАБЛИЦЫ ДЛЯ РАСЧЕТА САМОТЕЧНОГО ГИДРОТРАНСПОРТА ПО ЛОТКАМ С ПОЛУЦИРКУЛЬНЫМ ДНИЩЕМ

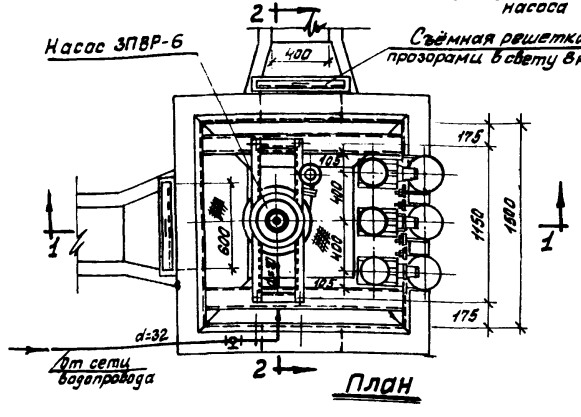
h/B	Конструкция гидросмеси $P_{в.в.}$ в %																			
	2			3			4			5			6			7				
	v	a	i	v	a	i	v	a	i	v	a	i	v	a	i	v	a	i		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9		
							d ср $\leq$ 0,07 мм			B = I00 мм										
0,05	0,39	0,058	0,044	0,44	0,065	0,056	0,48	0,07	0,066	0,52	0,076	0,075	0,57	0,084	0,093	0,6I	0,089	0,I5		
0,I0	0,52	0,2I4	0,040	0,56	0,226	0,05	0,6I	0,249	0,055	0,65	0,266	0,062	0,7I	0,290	0,074	0,78	0,3I9	0,I0		
0,I5	0,60	0,440	0,035	0,66	0,498	0,045	0,70	0,525	0,05	0,75	0,554	0,554	0,82	0,594	0,068	0,90	0,645	0,08		
0,20	0,65	0,734	0,03	0,7I	0,793	0,035	0,76	0,848	0,04	0,82	0,924	0,048	0,90	I	0,060	0,98	I,090	0,065		
0,25	0,70	I,07	0,026	0,77	I,I8	0,03I	0,82	I,250	0,036	0,88	I,350	0,04I	0,96	I,480	0,50	I,05	I,6I0	0,06		
0,30	0,75	I,47	0,025	0,8I	I,59	0,03	0,88	I,72	0,035	0,93	I,82	0,04	I,0I	I,98	0,045	I,II	2,I6	0,05		
0,35	0,78	I,92	0,023	0,85	2,08	0,027	0,9I	2,20	0,03	0,98	2,38	0,035	I,07	2,62	0,043	I,27	2,84	0,05		
0,40	0,80	2,32	0,020	0,87	2,53	0,025	0,93	2,7I	0,03	I,0I	2,94	0,039	I,I0	3,20	0,04	I,2I	3,52	0,045		
0,45	0,82	2,85	0,020	0,90	3,I9	0,025	0,97	3,38	0,028	I,03	3,49	0,03	I,I3	3,87	0,037	I,24	4,28	0,045		
0,50	0,83	3,36	0,0I8	0,9I	3,57	0,023	0,98	3,86	0,026	I,04	4,08	I,I5	I,I5	4,5I	0,035	I,26	4,94	0,047		
							d ср $\leq$ 0,07 мм			B = 200 мм										
0,05	0,55	0,34	0,05	0,59	0,36	0,055	0,64	0,38	0,065	0,68	0,4I	0,075	0,72	0,43	0,08I	0,79	0,47	0,I0		
0,I0	0,66	I,09	0,03	0,73	I,20	0,035	0,78	I,28	0,04	0,83	I,36	0,045	0,9I	I,49	0,054	0,99	I,63	0,065		
0,I5	0,74	2,I6	0,022	0,82	2,43	0,027	0,87	2,60	0,03	0,93	2,8I	0,035	I,0I	3	0,04	I,I2	3,35	0,05		
0,20	0,8I	3,62	0,0I8	0,89	4,0I	0,022	0,95	4,27	0,025	I,02	4,55	0,029	I,II	4,98	0,034	I,24	5,56	0,04I		
0,25	0,87	5,33	0,0I6	0,95	5,88	0,0I95	I,03	6,3I	0,023	I,09	6,66	0,025	I,20	7,29	0,03	I,33	8,29	0,039		
0,30	0,92	7,30	0,0I5	I,0I	8,09	0,0I8	I,I0	8,86	0,02I	I,I6	9,2I	0,023	I,28	I0,09	0,028	I,4I	II,3I	0,035		
0,35	0,97	9,56	0,0I4	I,06	I0,5	0,0I7	I,I5	II,II	0,0I93	I,22	II,9I	0,02I	I,34	I3,2I	0,027	I,49	I4,62	0,032		
0,40	I	II,7	0,0I3	I,II	I3,05	0,0I6	I,20	I3,9	0,0I8	I,27	I4,75	0,02	I,40	I6,4	0,025	I,55	I8,I0	0,030		
0,45	I,03	I4,I5	0,0I2	I,I4	I5,6	0,0I5	I,24	I7,2	0,0I8	I,32	I8,I0	0,02	I,44	I9,7I	0,024	I,59	22,03	0,030		
0,50	I,05	I6,5	0,0I25	I,I7	I8,35	0,0I4	I,27	20,I	0,0I7	I,35	2I,2	0,0I9	I,48	23,20	0,033	I,63	25,5I	0,027		
							d ср. $\leq$ 0,07 мм			B = 300 мм										
0,05	0,59	0,79	0,032	0,65	0,88	0,04	0,70	0,93	0,045	0,74	0,98	0,050	0,80	I,08	0,06	0,88	I,I6	0,07		
0,I0	0,77	2,85	0,023	0,85	3,I5	0,028	0,92	3,4I	0,03I	0,97	3,68	0,038	I,06	3,92	0,043	I,I7	4,36	0,05I		
0,I5	0,87	5,75	0,0I7	0,97	6,45	0,022	I,05	6,97	0,025	I,I2	7,44	0,029	I,2I	7,7I	0,034	I,34	8,82	0,04		

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9
0,20	0,94	9,50	0,0I4	I,06	I0,7	0,0I8	I,I5	II,6	0,022	I,22	I2,45	0,024	I,32	I3,3I	0,029	I,46	I4,8	0,032
0,25	I,0I	I3,9	0,0I25	I,I4	I567	0,0I6	I,23	I7,I	0,0I9	I,30	I8,2I	0,02I	I,42	I9,7	0,025	I,58	2I,9	0,03
0,30	I,07	I8,I	0,0II5	I,20	2I,4	0,0I45	I,29	23,2	0,0I7	I,37	24,5	0,0I9	I,50	26,7	0,023	I,67	29,8	0,028
0,35	I,I2	25	0,0II	I,25	27,7	0,0I35	I,35	29,7	0,0I55	I,43	3I,55	0,0I75	I,57	34,5	0,02I	I,75	38,5	0,026
0,40	I,I7	30,7	0,0I	I,30	34,2	0,0I25	I,40	36,9	0,0I45	I,49	39,3	0,0I65	I,64	43,3	0,02	I,82	48,4	0,025
0,45	I,20	36,9	0,0095	I,34	4I,4	0,0I2	I,44	44,8	0,0I4	I,54	47,9	0,0I6	I,69	52,I	0,0I9	I,87	57,7	0,024
0,50	I,23	43,3	0,009	I,37	48,3	0,0II5	I,48	52,75	0,0I35	I,58	55,85	0,0I52	I,73	6I,3	0,I82	I,92	68,I	0,023
						d ср ≤ 0,07 мм				B = 400 мм								
0,05	0,65	I,54	0,027	0,72	I,7I	0,033	0,78	I,8I	0,039	0,82	I,96	0,044	0,89	2,09	0,037	0,98	2,305	0,046
0,I0	0,86	5,62	0,0I9	0,95	6,25	0,024	I,02	6,6I	0,026	I,08	7,07	0,03	I,I8	7,82	0,033	I,30	8,86	0,043
0,I5	0,98	II,6	0,0I5	I,09	I2,9I	0,0I8	I,I6	I3,62	0,02I	I,22	I4,4	0,024	I,33	I5,7I	0,027	I,47	I7,3I	0,034
0,20	I,06	I8,7	0,0I2	I,I8	2I,5	0,0I5	I,27	22,86	0,0I8	I,33	23,8	0,0I9	I,46	25,72	0,023	I,6I	28,72	0,028
0,25	I,I2	28,I	0,0II	I,26	3I,I	0,0I36	I,36	33,72	0,0I6	I,42	34,9	0,0I7	I,57	38,II	0,02I	I,73	42,5I	0,025
0,30	I,I8	37,3	0,0095	I,32	4I;9	0,0I2	I,43	45,30	0,0I4	I,5I	47,9	0,0I58	I,66	52,7	0,0I9	I,84	58,5	0,023
0,35	I,24	48,7	0,009	I,37	53,8	0,0II	I,49	58,40	0,0I3	I,58	6I,3	0,0I46	I,74	67,9	0,0I75	I,93	75,5	0,02I
0,40	I,28	60,7	0,0085	I,42	66,2	0,0I05	I,55	72,34	0,0I22	I,64	77,I	0,0I37	I,8I	85,2	0,0I67	2,0	93,8	0,02
0,45	I,32	72,8	0,008	I,47	8I,4	0,0I	I,60	88,6I	0,00II8	I,69	92,8	0,0I3	I,85	I0I,4	0,0I55	2,06	II3,2	0,0I94
0,50	I,35	84,6	0,0075	I,5I	95,2	0,0095	I,64	I03,2	0,0III	I,74	I09,2	0,0I25	I,9I	I20,I	0,0I5	2,I2	I32,9	0,0I85
						d ср ≤ 0,07 мм				B = 500 мм								
0,05	0,7I	2,52	0,023	0,78	2,87	0,02I	0,84	0,09	0,025	0,89	3,27	0,028	0,97	3,56	0,033	I,06	3,89	0,040
0,I0	0,92	9,4I	0,0I6	I,02	I0,5	0,02	I,I0	II,3	0,024	I,I7	II,96	0,024	I,28	I3,09	0,026	I,4I	I4,42	0,03I
0,I5	I,06	I9,6	0,0I3	I,I6	2I,5	0,0I6	I;25	23,3	0,0I8	I,34	24,9	0,02I	I,45	26,7	0,024	I,60	29,56	0,027
0,20	I,I5	32,I	0,0II7	I,27	35,4	0,0I3	I,36	38	0,0I5	I,46	4I,I	0,0I9	I,59	44,I	0,02I	I,76	49,I	0,025
0,25	I,2I	46,42	0,0092	I,35	5I,64	0,0II4	I,46	56,I	0,0I32	I,55	59,5	0,0I5	I,70	65,6	0,0I8	I,88	76,5	0,025
0,30	I,27	63,I	0,0082	I,42	70,37	0,0I03	I,54	76,5	0,0I2I	I,64	8I,I	0,0I37	I,8	92,I	0,0I6	I,99	98,2	0,02
0,35	I,32	80,6	0,0075	I,49	90,78	0,0096	I,6I	98,2	0,0II2	I,72	I05,9	0,0I3I	I,88	II4,7	0,0I5	2,09	I28,5	0,0I9
0,40	I,37	I00,32	0,007	I,55	II3,4	0,009	I,68	I23,3	0,0I07	I,78	I30,8	0,0I2	I,96	I43,9	0,0I45	2,I7	I58,4	0,0I8
0,45	I,4I	I20,4	0,0067	I,59	I36,2	0,0085	I,73	I48,I	0,0I0I	I,84	I57,3	0,0II4	2,02	I75,3	0,0I38	2,23	I90,I	0,0I7
0,50	I,45	I43,I	0,0065	I,63	I60,5	0,0082	I,77	I74,3	0,0097	I,88	I79,6	0,0II	2,07	202,9	0,0I3	2,29	2I8,7	0,0I6

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9
							0,07 ≺ d ср ≺		0,I5 мм			B = I00 мм						
0,05	0,62	0,092	0,I6	0,7I	0,099	0,I65	0,79	0,I07	0,I7	0,85	0,II9	0,I9	0,95	0,I37	0,23	I,04	0,I62	0,34
0,I0	0,75	0,3I9	0,I0	0,83	0;339	0,I2	0,90	0,365	0,I3	0,96	0,39I	0,I5	I,06	0,43I	0,I9	I,I6	0,482	0,22
0,I5	0,83	0,6I2	0,07	0,92	0,678	0,09	I	0,743	0,I0	I,07	0,789	0,II4	I,I7	0,865	0,I37	I,28	0,945	0,I8
0,20	0,9I	I,02I	0,06	I,0I	I,II4	0,075	I,09	I,2I8	0;084	I,I6	I,298	0,095	I,28	I,43	0,II5	I,40	I,565	0,I37
0,25	0,98	I,48	0,05	I,09	I,69	0,065	I,I7	I,79	0,075	I,24	I,9I	0,084	I,38	2,I0	0,I0	I,5I	2,33I	0,I24
0,30	I,03	2,05	0,047	I,I3	2,24	0,057	I,22	2,42	0,067	I,29	2,56	0,075	I,44	2,86	0,092	I,58	3,I4	0,II
0,35	I,07	2,62	0,043	I,I7	2,84	0,050	I,27	3,I2	0,06I	I,34	3,28	0,069	I,49	3,65	0,084	I,64	4,02	0,I0
0,40	I,I0	2,97	0,039	I,2I	3,56	0,047	I,3I	3,85	0,056	I,38	4,07	0,063	I,53	4,42	0,076	I,69	4,96	0,093
0,45	I,I2	3,82	0,036	I,24	4,28	0,045	I,34	4,58	0,05I	I,42	4,89	0,06	I,57	5,39	0,073	I,72	5,9I	0,087
0,50	I,I4	4,53	0,034	I,26	4,98	0,043	I,36	5,4I	0,049	I,45	5,68	0,057	I,60	6,27	0,070	I,74	6,82	0,084
							0,07 ≺ d ср. ≺		0,I5 мм			B = 200 мм						
0,05	0,84	0,50	0,II	0,93	0,55	0,I2	I,0I	0,59	0,I3	I,08	0,63	0,I4	I,20	0,7I	0,I7	I,30	0,76	0,I9
0,I0	0,96	I,57	0,06	I,04	I,69	0,07	I,I2	I,8I	0,08	I,I9	I,93	0,09	I,32	2,I6	0,II4	I,44	2,36	0,I34
0,I5	I,04	3,09	0,043	I,I4	3,36	0,05	I;23	3,67	0,06	I,30	3,85	0,066	I,44	4,24	0,08	I,58	4,74	0,I0
0,20	I,I2	5,04	0,035	I,24	5,54	0,042	I,33	5,95	0,049	I,4I	6,32	0,055	I,56	6,96	0,067	I,72	7,64	0,08
0,25	I,20	7,29	0,03	I,33	8,I7	0,038	I,43	8,77	0,043	I,52	9,26	0,049	I,68	I0,3I	0,06	I,85	II,29	0,073
0,30	I,25	9,89	0,027	I,39	II,0I	0,034	I,49	II,85	0,038	I,59	I2,64	0,044	I,75	I3,9I	0,053	I,93	I5,4I	0,066
0,35	I,30	I2;8I	0,025	I,44	I4,05	0,03	I,55	I5,2I	0,035	I,65	I6,2I	0,04	I,82	I8,0I	0,049	2,0I	I9,72	0,06
0,40	I,34	I5,72	0,023	I,49	I7,5I	0,028	I,60	I8,82	0,033	I,7I	20,I2	0,038	I,88	22,00	0,045	2,07	24,3	0,055
0,45	I,37	I8,35	0,02I	I,53	20,98	0,026	I,64	22,3I	0,03I	I,75	24,3I	0,036	I,93	26,52	0,042	2,I2	29,I3	0,052
0,50	I,39	2I,8	0,02	I,56	24,35	0,025	I,67	26,42	0,029	I,78	29,22	0,034	I,97	30,8I	0,04	2,I6	33,9I	0,049
							0,07 ≺ d ср ≺		0,I5 мм		B= 300 мм							
0,05	0,89	I,I8	0,09	I,0I	I,34	0,I0	I,I5	I,52	0,II	I,22	I,6I	0,I2	I,34	I,77	0,I4	I,46	I,93	0,I5
0,I0	I,06	3,87	0,04I	I,I7	4,32	0,052	I,27	4,66	0,06I	I,35	5,02	0,07	I,48	5,45	8,08	I,63	6,0I	0,09
0,I5	I,I6	7,64	0,03.	I,29	8,56	0,038	I,39	9,24	0,044	I,48	9,86	0,05	I,62	I0,8I	0,06	I,79	II,82	0,07
0,20	I,26	I2,6	0,025	I,40	I4,II	0,032	I,50	I5,I	0,036	I,60	I6,II	0,04I	I,76	I7,8I	0,05	I,94	I9,5	0,06
0,25	I,35	I8,62	0,022	I,50	20,73	0,028	I,6I	22,2I	0,032	I,72	23,77	0,037	I,89	26,I4	0,044	2,09	28,9	0,054
0,30	I,40	25,2I	0,02	I,56	27,76	0,025	I,67	29,72	0,028	I,79	3I,9I	0,033	I,96	35,05	0,039	2,I8	38,92	0,048
0,35	I,45	32,05	0,0I8	I,6I	35,I	0,023	I,73	38,I	0,026	I,85	40,85	0,029	2,03	44,2	0,035	2,26	49,85	0,044
0,40	I,49	39,3I	0,0I7	I,66	43,9	0,02I	I,79	47,33	0,024	I,9I	50,7	0,027	2,I0	55,38	0,033	2,33	6I,22	0,04
0,45	I,53	47,9	0,0I6	I,70	52,I	0,0I9	I,84	56,82	0,022	I,96	60,43	0,025	2,I6	66,74	0,03I	2,38	73,53	0,038
0,50	I,56	55,6	0,0I5	I,73	60,9	0,0I8	I,88	56,4I	0,02I	2	70,67	0,024	2,2I	77,9I	0,03	2,42	85,46	0,036

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9
							0,07 ≺ d ср ≺ 0,I5					B=400 мм						
0,05	I,0I	2,37	0,05	I,I3	2,68	0,06	I,22	2,87	0,07	I,3I	3,08	0,08	I,45	3,4I	0,I0	I,63	3,83	0,I2
0,I0	I,I5	7,52	0,034	I,28	8,38	0,042	I,38	9,I3	0,05	I,47	9,62	0,058	I,6I	I0,53	0,074	I,78	II,65	0,086
0,I5	I,26	I5	0,025	I,40	I6,5	0,030	I,5I	I7,8	0,0355	I,60	I9	0,04	I,76	20,8I	0,052	I,95	23,06	0,062
0,20	I,36	24,2	0,020	I,5I	27,I	0,025	I,63	29,I	0,029	I,73	30,9	0,0328	I,90	34,2	0,04	2,II	37,75	0,049
0,25	I,46	35,9	0,0I8	I,62	39,8	0,0222	I,75	43	0,026	I,86	45,6	0,029I	2,04	49,9	0,035	2,26	55,5I	0,044
0,30	I,52	48,8	0,0I6	I,69	53,5	0,0I96	I,82	57,6	0,0227	I,94	6I,5	0,0258	2,I3	67,5	0,03I	2,36	74,7	0,0382
0,35	I,57	6I,5	0,0I44	I,75	68,7	0,0I8	I,88	73,7	0,0207	2,0I	78,8	0,0236	2,20	86,4	0,0283	2,44	95,6	0,035
0,40	I,62	76,03	0,0I34	I,80	84,6	0,0I65	I,94	9I,2	0,0I92	2,07	97,2	0,02I9	2,27	I06,5	0,0262	2,52	II8,3	0,0324
0,45	I,66	9I,2	0,0I26	I,85	I0I,3	0,0I55	I,99	I09,2	0,0I8	2,I3	II6,7	0,0206	2,33	I27,I0	0,0246	2,59	I42,I	0,0305
0,50	I,69	I06,4	0,0II9	I,89	II9	0,0I49	2,03	I27,4	0,0I7	2,I8	I36,9	0,0I97	2,38	I49,5	0,0235	2,65	I64,9	0,029I
							0,07 ≺ d ср ≺ 0,I5 мм					B=500 мм						
0,05	I,09	4,0I	0,04	I,2I	4,47	0,049	I,32	4,85	0,058	I,42	5,22	0,069	I,56	5,73	0,088	I,73	6,36	0,I05
0,I0	I,23	I2,58	0,026	I,36	I3,9I	0,033	I,47	I5,03	0,04I	I,56	I5,95	0,05	I,7I	I7,48	0,058	I,89	I9,32	0,065
0,I5	I,34	24,8	0,0206	I,49	27,5	0,025	I,6I	29,74	0,03	I,7I	3I,59	0,036	I,88	34,73	0,046	2,08	38,43	0,052
0,20	I,45	40,5	0,0I7I	I,6I	45	0,02I	I,74	48,7	0,0245	I,85	5I,7I	0,028	2,03	56,74	0,036	2,26	63,I7	0,04I
0,25	I,56	59,3	0,0I5	I,73	66,3	0,0I88	I,87	7I,7	0,022	I,99	76,6	0,025	2,I8	83,66	0,028	2,42	92,87	0,036
0,30	I,62	80,I	0,0I33	I,80	89,I	0,0I65	I,94	96,2	0,0I92	2,07	I02,7	0,022	2,27	II2,48	0,026	2,5I	I24,37	0,032
0,35	I,67	I02	0,0I2	I,86	II4	0,0I5	2,0I	I23,I	0,0I76	2,I4	I3I,2	0,020	2,35	I44	0,024	2,60	I59,25	0,03
0,40	I,72	I25,8	0,0II	I,9I	I39,9	0,0I37	2,07	I5I,7	0,0I62	2,20	I6I,5	0,0I98	2,42	I77,5	0,022I	2,68	I96,58	0,028
0,45	I,77	I5I,7	0,0I06	I,96	I68,2	0,0I3	2,I3	I82,7	0,0I53	2,26	I93,7	0,0I73	2,48	2I2,3	0,0207	2,75	235,67	0,026
0,50	I,8I	I77,3	0,0I	2	I96,I	0,0I23	2,I8	2I4	0,0I46	2,3I	227,I	0,0I65	2,53	248,7	0,0I97	2,8I	275,5	0,0242

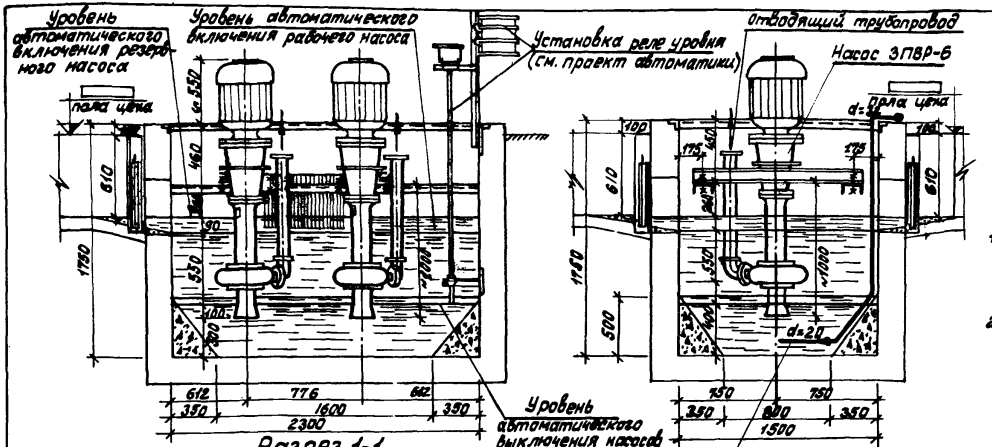


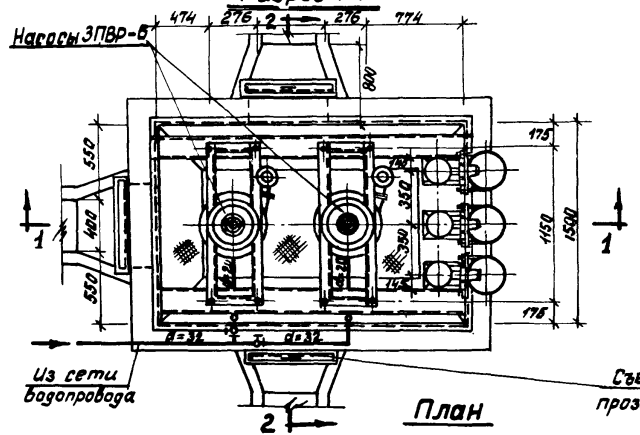


Примечания

1. Установка в зумпфах одного насоса марки ЗПВР-6 рекомендуется при небольшом периодическом поступлении стоков. В спецификации следует при этом учитывать хранение одного запасного насоса на складе.
2. Взмучивание осадка в зумпфе может производиться водой или сжатым воздухом.
   Расчётный расход воды через конец трубы d=20мм, сплющенной до щели шириной 6мм, при напоре у сопла H=10м. вод.ст. составляет - 1,20л/сек.
   Для взмучивания осадка используется оборотная производственная вода с содержанием взвеси не более 150-200 мг/л.
3. Вода для взмучивания осадка подаётся в зумпф перед началом и не отключается в течение всего периода работы насоса.
   После прекращения поступления стоков следует произвести уборку зумпфа от осадка (слив и откачка) с использованием для этих целей ближайшего поливочного крана.

Пример установки насосов в зумпфе при отведении стоков лотками.





Примечания

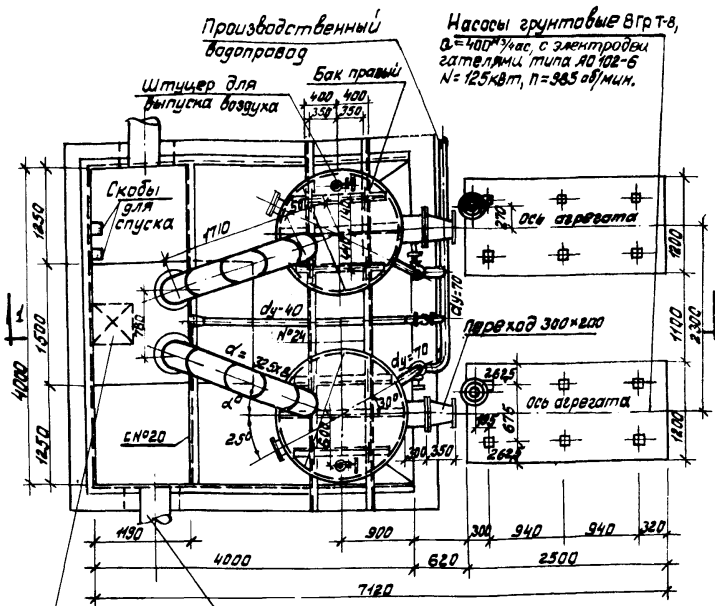
1. Установка в зумпфах 2* насосов марки ЗПВР-6 (один рабочий и один резервный) рекомендуется при постоянном поступлении стоков. В спецификации следует при этом учитывать хранение одного запасного насоса на складе.
2. Взмучивание осадка в зумпфе может производиться водой или сжатым воздухом.

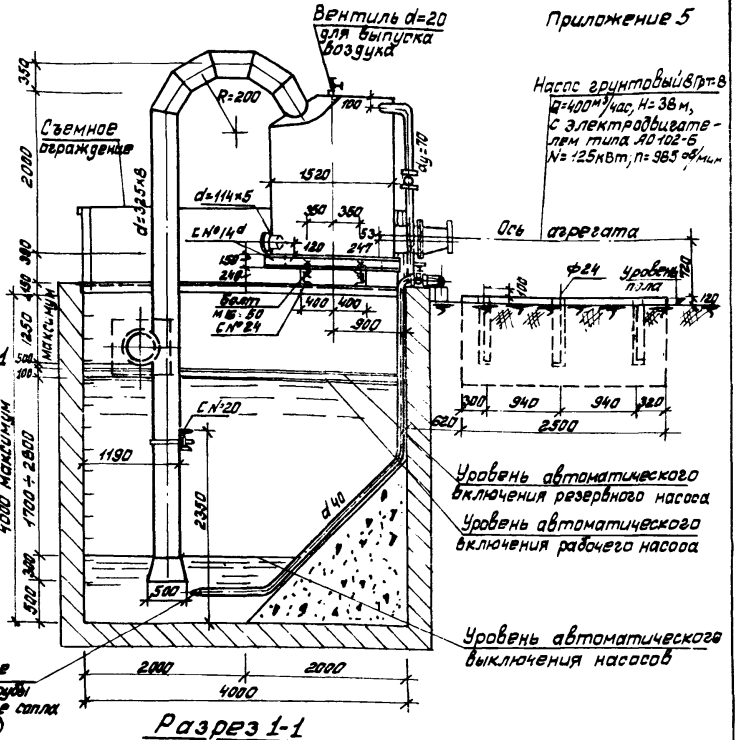
   Расчетный расход воды через конец трубы d=20мм, сплющенной до щели, шириной 6 мм, при напоре у сопла H = 10м. вод. ст. составляет - 1.20 л/сек.

   Для взмучивания осадка используется оборотная производственная вода с содержанием взвеси не более 150-200 мг/л.
3. Вода для взмучивания осадка подается в зумпф перед началом поступления сточных вод. При периодическом включении насоса подача воды производится в течение всей рабочей смены.

   После прекращения поступления стоков следует произвести уборку зумпфа от осадка (слив и откачка) с использованием для этих целей ближайшего поливочного крана.

Пример установки 2* насосов в приямке при отведении шламосодержащих вод лотками





Примечания

1. Полезная глубина зумпфа принимается в пределах 2.80-1.70м, соответственно рабочему объему на 5-3 минуты производительности насоса.
2. Первоначальное заполнение бака водой производить при открытом воздушном вентиле до излива воды из него, после чего вентиль должен быть закрыт.
3. Воду для взмучивания осадка необходимо подавать на весь период заполнения зумпфа и работы насосов. Расчетный расход воды принимается 3,0 л/сек при напоре у сопла 10,0 м.

Пример установки насосов с вакуумными баками

Л-95815 подп.к печ. 5.2.82 г. Заказ 843 Тираж 7300 Ц.1руб.21 коп.
Отпечатано в ПЭМ ВНИИИС Госстроя СССР

gost.e-ecolog.ru