

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЁТ
СООРУЖЕНИЙ
ВОДOPPOBODНЫХ OЧИСТНЫХ
СТАНЦИЙ**

*Методическое пособие к выполнению
практических работ, курсовых и дипломных
проектов для студентов специальности №2912.*

Рассмотрено на заседании цикловой комиссии
Технологического отделения, протокол № ____
от _____
Председатель *З Ф Рахимова*

Разработала преподаватель Бикташева Г А

АННОТАЦИЯ

Методическое пособие по проектированию и расчёту основных сооружений водопроводных очистных станций предназначено для студентов специальности № 2912 «Водоснабжение и водоотведение». Целью расчёта сооружений, как правило, является определение их основных геометрических размеров, необходимых для конструирования. Методические указания к выполнению расчётов приведены по ходу работы, текст указаний набран курсивом. Включать его в работу при оформлении отчётов, пояснительных записок не следует! При выполнении расчётов необходимо вычерчивать эскиз рассчитываемого сооружения. Результаты расчёта необходимо сопоставить с размерами типовых сооружений по литературным источникам.

При выполнении практических работ исходные данные принять из таблицы 1.

1. Выбор технологической схемы очистки воды и состава сооружений

Выбор технологической схемы очистки воды и состава сооружений осуществляют в следующей последовательности:

- Определяют возможность безреагентной очистки. Она предпочтительнее из-за отсутствия остаточных концентраций реагентов;
- Определяют производительность очистной станции;
- Определяют суммарную мутность воды при использовании поверхностного вод источника и реагентных методов обработки;
- Сопоставляя показатели качества исходной воды и требования ГОСТа «Вода питьевая», выбирают методы обработки воды;
- На основании рекомендаций СНиП [1], таблица 15 выбирают сооружения для осветления воды;
- Вычерчивают технологическую схему (см. Приложения);
- Определяют отметки уровней воды в каждом сооружении. При определении отметок – отметку уровня воды в РЧВ принимают на 0.5 м выше отметки земли. Отметку земли в курсовых и дипломных проектах определяют по генплану или она может быть задана. При расчёте отметок уровней **следует помнить**, что отметка уровня в каждом последующем сооружении по схеме меньше отметки в предыдущем на величину потерь напора в самом сооружении и соединительных коммуникациях. Значения потерь напора принять по СНиП[1], стр 47-48.

1. 1 Определение производительности очистной станции

Производительность очистной станции, м³ / сут

$$Q_{oc} = \alpha \cdot Q_{\text{макс.сут.}} + Q_{\text{доп.}} \quad (1)$$

где α - коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды станции;

$\alpha = \dots [1]$;

Значение α принимается: при повторном использовании промывной воды 1.03-1.04; без повторного использования 1.10 – 1.14; при умягчении воды 1.2 – 1.3

$Q_{\text{макс.сут.}}$ - максимальный суточный расход, м³/сут;

Значение $Q_{\text{макс.сут.}}$ принимается из задания для практических работ; из сводной таблицы водопотребления при выполнении курсовых и дипломных проектов.

$$Q_{\text{доп.}} = 3.6 \cdot Q_{\text{пож.}} \cdot t \quad (2)$$

где $Q_{\text{пож.}}$ - противопожарный расход воды, л/с;

t – расчетная продолжительность пожара, ч [1]; *----п. 2.24*

$$Q_{\text{доп.}} = \dots \text{ м}^3$$

$$Q_{oc} = \dots \text{ м}^3 / \text{сут}$$

2 Определение суммарной мутности воды

Суммарная мутность воды, мг / л

$$C_{\text{с}} = M + K_{\kappa} D_{\kappa} + 0,25 \zeta + B_{\text{и}} \quad (3)$$

где M – мутность исходной воды, мг / л;

K_k – коэффициент, [1];

D_k – доза коагулянта, мг/л [1];

Доза коагулянта по мутности, $D_k = \dots$ мг/л [1] ---- *таблица 16*

Доза коагулянта по цветности, мг/л

$$D_k = 4\sqrt{Ц} \quad (4)$$

где Ц – цветность исходной воды; Ц = ... град

(Полученные дозы сравнивают и выбирают большее значение)

$D_k = \dots$ мг/л

B_u – количество нерастворимых веществ, вводимых с известью;

$$B_u = \frac{D_{из}}{K_{из} - D_{из}} \quad (5)$$

где $D_{из}$ – доза извести, мг / л;

$$D_{из} = K_{из} (D_k / e_k - Щ_o) + 1 \quad (6)$$

где $K_{из}$ – коэффициент, учитывающий долевое содержание в извести,

$K_{из} = \dots$ [1] ---*п.6.19*

e_k – эквивалентная масса коагулянта, $e_k = \dots$ мг / мг – экв [1]

$Щ_o$ – щелочность исходной воды, $Щ_o = \dots$ мг – экв / л;

$D_{из} = \dots$ мг / л;

Если в результате расчета доза извести будет иметь отрицательное значение, то значит подщелачивание не требуется, $D_{из}$ принять равной 0.

$C_6 = \dots$ мг / л;

2.2 Теоретическое обоснование выбора технологической схемы водоподготовки

В соответствии с [1] в зависимости от суммарной мутности воды $C_6 = \dots$ мг/л и производительности станции $Q_{oc} = \dots$ м³/сут, принята технологическая схема водоподготовки, включающая

(вписываются основные сооружения, например: горизонтальные отстойники и фильтры; ----- табл. 15 [1])

Далее приводится теоретическое обоснование, например:

В настоящее время поверхностные водоемы, как правило, в результате антропогенного воздействия содержат такие загрязнения, как хлорорганические вещества, низкомолекулярные вещества, ионы тяжелых металлов.

Традиционные методы очистки применяемые в водоснабжении не могут сравниться с такими видами даже с незначительными концентрациями таких загрязнений,

поэтому в данном проекте предлагается для повышения эффективности воды на второй ступени осветления применить сорбционные фильтры с загрузкой из активных углей.

Для обеззараживания воды, а так же окисления органических веществ и ионов тяжелых металлов.

На рисунке ... показана высотная схема технологических сооружений водоочистной станции с контактными префильтрами – фильтрами.

Далее вычерчивается схема(см. приложения) и приводится её описание. Например:

Исходная вода поступает в приемный резервуар, где в течении 5 мин контактирует с озоном. Вода поступает в смеситель, когда одновременно вводится коагулянт $Al_2(SO_4)_3$ – сернокислый глинозем на 18 молекул воды. Вода, образующая коагулянт, поступает во входную камеру префильтров для отделения воздуха и выдержки времени для протекания реакции. После чего вода поступает на контактные префильтры, где идет процесс контактной коагуляции попутно с осветлением.

Концентрация взвешенных веществ в фильтрате после префильтра составляет 5 – 8 мг/л. Частично осветленная вода поступает на вторую ступень фильтров с загрузкой из активных углей марки АГ – М.

Сорбционные фильтры позволяют извлекать трудноудаляемые органические вещества. Концентрация взвешенных веществ в фильтрате составляет $1 \div 1,5$ мг/л, что соответствует требованиям ГОСТа 2874 – 82 «Вода питьевая».

Фильтрат собирается в резервуаре чистой воды, которая одновременно служит и контактной камерой для озонирования.

Высотная схема технологических сооружений водоочистной станции с контактными префильтрами - фильтрами

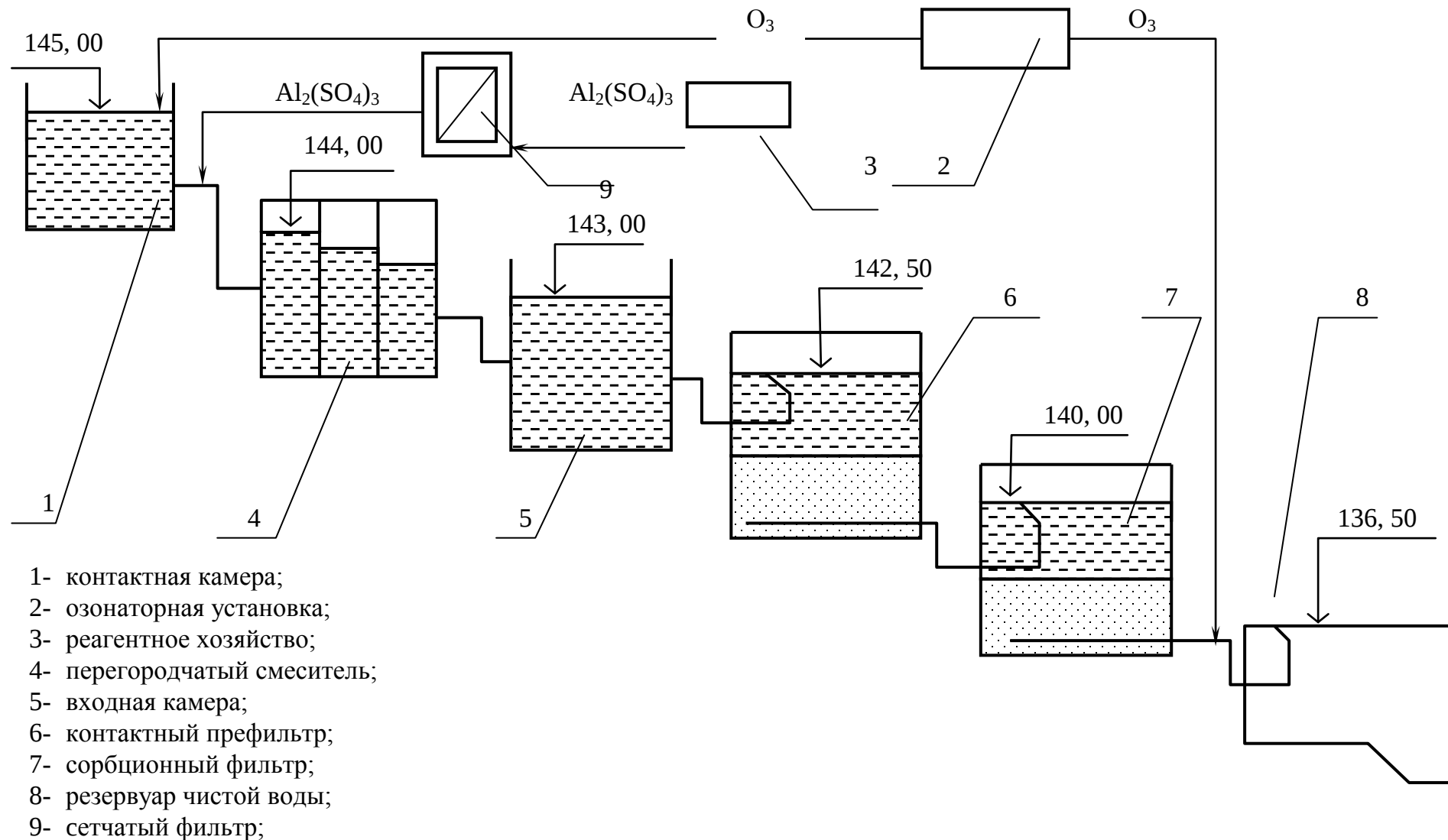
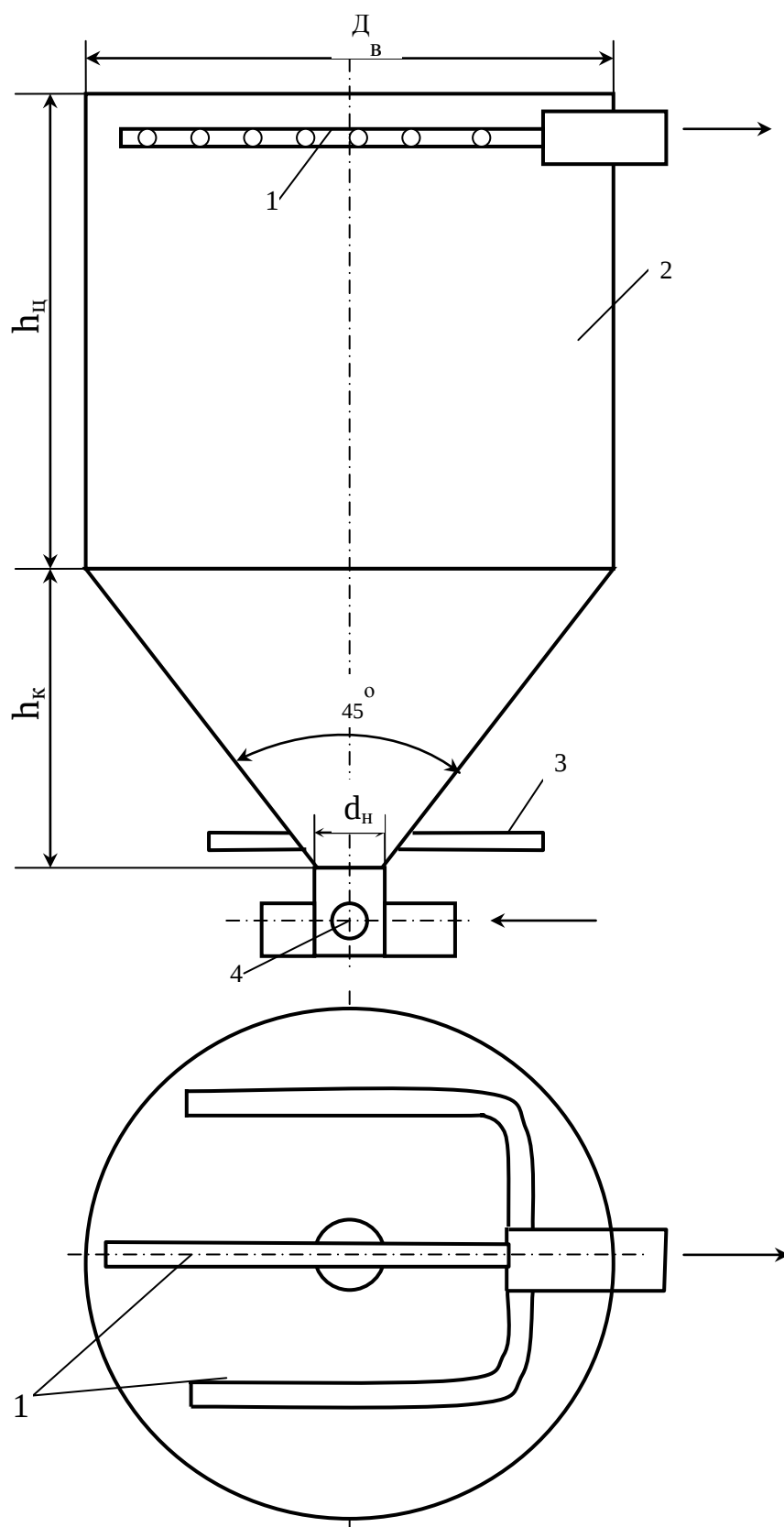


Рисунок 1– Высотная схема технологических сооружений водоочистной станции с контактными префильтрами-фильтрами

3 Расчет сооружений

3.1 Расчет смесителей.

3.1.1 Расчет вертикального смесителя.



- 1 – сборные дырчатые трубы;
 2 – корпус смесителя;
 3 – подача реагентов;
 4 – трубопровод для опорожнения;
 Рисунок 2 - Схема вертикального смесителя

Площадь горизонтального сечения верхней части смесителя, м²

$$F_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{ос}}}{24 \cdot 3600 \cdot n \cdot 10^{-3} \cdot V_{\text{в}}} \quad (7)$$

где n – число смесителей (*число смесителей выбирают с таким расчетом, чтобы на каждый приходилось не более $1200 \div 1500 \text{ м}^3/\text{ч}$ воды, но в любом случае их должно быть не менее 2*); $n = \dots$

$V_{\text{в}}$ – скорость восходящего потока воды в верхней части, $V_{\text{в}} = \dots \text{мм/с}$ [1] ---н.6.45

$$F_{\text{в}} = \dots \text{ м}^2$$

Для прямоугольного в плане смесителя ширина верхней части, м

$$B_{\text{в}} = \sqrt{F_{\text{в}}} \quad (8)$$

Для круглого в плане смесителя диаметр верхней части, м

$$D_{\text{в}} = \frac{\sqrt{4 \cdot F_{\text{в}}}}{\pi} \quad (9)$$

$$B_{\text{в}} = \dots \text{ м} \text{ или } D_{\text{в}} = \dots \text{ м}$$

(Размеры нижней части смесителя диаметр $d_{\text{н}}$ или ширина $b_{\text{н}}$, принимаются равными диаметру подводящего трубопровода, который определяется по таблицам Шевелёва для стальных труб в зависимости от расхода, л/с)

Расход воды, поступающий на каждый смеситель, л/с

$$q = \frac{Q_{\text{ос}}}{24 \cdot 3,6 \cdot n} \quad (10)$$

$$q = \dots \text{ л/с}$$

По расходу $q = \dots \text{ л/с}$ и скорости, $v = \dots \text{ м/с}$ (*скорость н. 6.45*) [1]
 принят диаметр подводящего трубопровода $d = \dots \text{ мм}$ [4]

Высота нижней части смесителя, м

Для прямоугольного в плане

$$h_{\text{к}} = \frac{1}{2} (B_{\text{в}} - B_{\text{н}}) \cdot \text{ctg} \alpha / 2 \quad (11)$$

Для круглого смесителя

$$h_{\text{к}} = \frac{1}{2} (D_{\text{в}} - d_{\text{н}}) \cdot \text{ctg} \alpha / 2 \quad (12)$$

где α – угол между донными стенками днища, $\alpha = \dots$ [1] ----н.6.45

Объем нижней части смесителя, м³

Для круглого в плане смесителя

$$W_n = 1/12 \cdot h_k \cdot (D_6^2 + d_n^2 + (D_6 \cdot d_n)) \quad (13)$$

Для прямоугольного в плане смесителя

$$W_n = 1/3 \cdot h_k \cdot (F_6 + F_n + \sqrt{F_6 \cdot F_n}) \quad (14)$$

где F_n – площадь сечения нижней части смесителя, m^2 ;

$$F_n = B_{n^2} = \dots \quad (15)$$

$$F_n = \dots m^2$$

$$W_n = \dots m^3$$

Полный объем смесителя, m^3

$$W = \frac{Q_{oc} \cdot t}{n \cdot 24 \cdot 60} \quad (16)$$

где t – время пребывания воды в смесителе, $t = \dots$ мин *принять равным 1÷2 минуты*;

$$W = \dots m^3$$

Объем верхней части смесителя, m^3

$$W_6 = W - W_n \quad (17)$$

$$W_6 = \dots m^3$$

Высота верхней части смесителя, м

$$h_6 = \frac{W_6}{F_6} \quad (18)$$

$$h_6 = \dots m$$

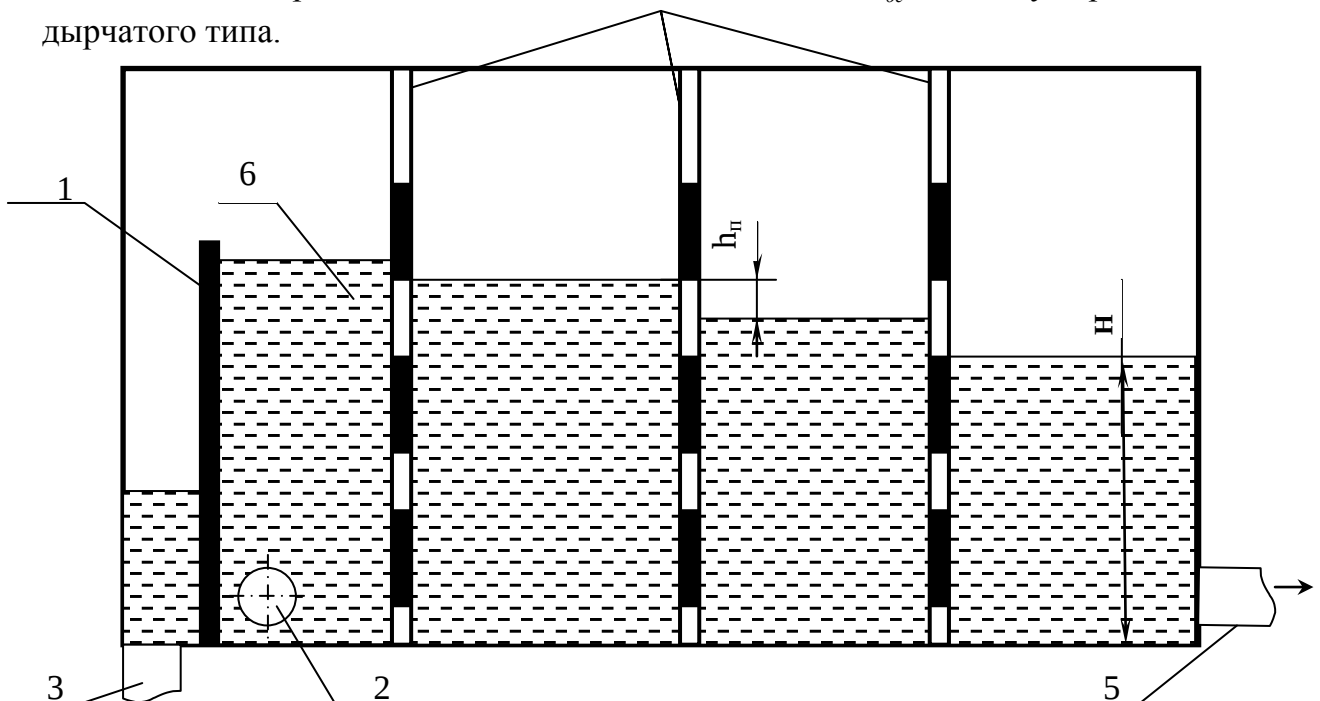
Полная высота смесителя, м

$$h = h_6 + h_k \quad (19)$$

$$h = \dots m$$

3.1.2 Расчет дырчатого смесителя

Так как производительность очистной станции $Q_{oc} = \dots m^3/сут$ принят смеситель дырчатого типа.



- 1 – перелив;
- 2 - трубопровод подачи воды;
- 3 - трубопровод отвода избытка воды;
- 4 – перегородки с отверстиями;
- 5 – трубопровод отвода воды;
- 6 – ввод реагента;

Рисунок 3 - Схема дырчатого смесителя

Дырчатые смесители применяются при производительности очистной станции до 1000 м³/ч.

Количество отверстий в каждой перегородке

$$n = \frac{4 \cdot Q_{oc}}{\pi \cdot 86400 \cdot U_o \cdot d_o^2} \quad (20)$$

где U_o – скорость движения воды в отверстиях перегородки, $U_o = \dots$ м/с [1] ---н. 6.47

d_o – диаметр отверстий, $d_o = \dots$ м, *принимается конструктивно 20 ÷ 100 мм;*

$n = \dots$

Потери напора в отверстиях всех перегородок, м

$$\sum h = \frac{m \cdot U_o^2}{2g \cdot M^2} \quad (21)$$

где m – число перегородок, $m = 3$;

M – коэффициент расхода, $M = 0,65 \div 0,75$ [2]

$\sum h = \dots$ м

Перепад уровня воды за каждой перегородкой, м

$$h = \sum h / m \quad (22)$$

$h = \dots$ м

Площадь сечения в конце лотка смесителя, м²

$$f = \frac{Q_{oc}}{86400 \cdot U} \quad (23)$$

где U – скорость движения воды в конце лотка смесителя, $U = 0,5$ м/с [1]

$f = \dots$ м²

Высота слоя воды перед перегородками (*считается от конца смесителя*)

$$\text{- перед первой} \quad h_1 = H + h, \text{ м} \quad (24)$$

$$\text{- перед второй} \quad h_2 = H + 2h, \text{ м} \quad (25)$$

$$\text{- перед третьей} \quad h_3 = H + 3h, \text{ м} \quad (26)$$

где H – высота слоя воды в конце смесителя, м (*назначается конструктивно в пределах 0,4 ÷ 0,65 м*);

$h_1 = \dots$ м; $h_2 = \dots$ м; $h_3 = \dots$ м

Ширина лотка смесителя, м

$$b = f / H \quad (27)$$

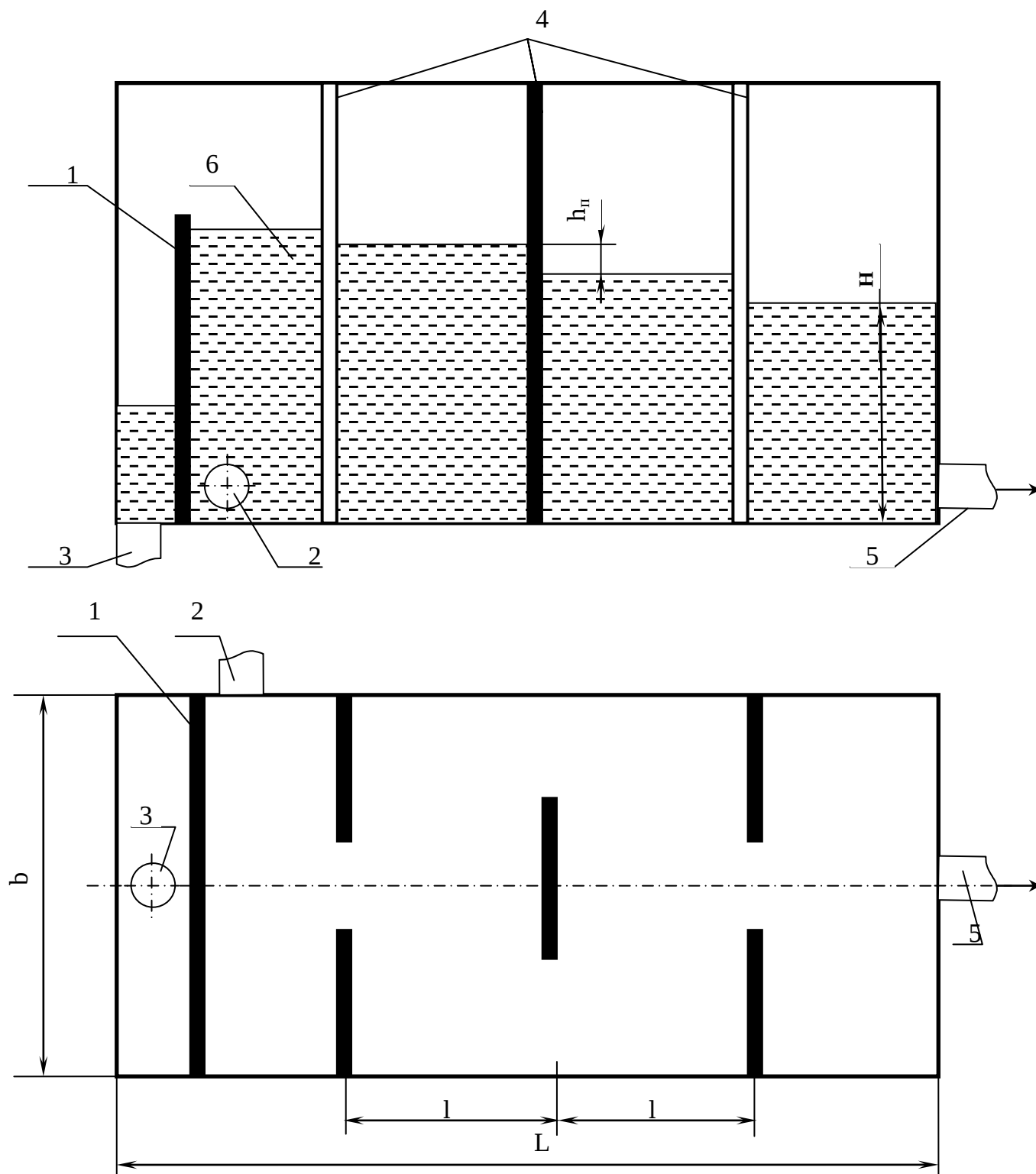
$b = \dots$ м

Расстояние между перегородками, м

$$L = 2 \cdot \vartheta = \text{м} \quad (28)$$

3.1.3 Расчет перегородчатого смесителя.

Так как производительность очистной станции $Q_{oc} = \dots \text{м}^3/\text{сут}$ принят смеситель перегородчатого типа.



- 1 - перелив;
- 2 - трубопровод подачи воды;
- 3 - трубопровод отвода избытка воды;
- 4 – перегородки с отверстиями;
- 5 – трубопровод отвода воды;
- 6 – ввод реагента;

Рисунок 4 - Схема перегородчатого смесителя

(Принимается при $Q_{oc} \leq 500 \div 600 \text{ м}^3/\text{ч}$)

Площадь сечения лотка смесителя, м^2

$$F = \frac{Q_{oc}}{86400 \cdot U} \quad (29)$$

где U – скорость движения воды в смесителе, $U = \dots \text{ м / с}$ [1] ---- *n.6.47*

$$F = \dots \text{ м}^2$$

Потери напора в смесителе, м

$$\sum h = \frac{\delta \cdot U^2}{2g} \quad (30)$$

где δ - коэффициент сопротивления, $\delta = 2,9$ [1];

$$\sum h = \dots \text{ м}$$

Ширина лотка, м

$$B = F / H \quad (31)$$

где H – высота слоя воды в конце смесителя, $H = 0.5 \text{ м}$ [1]

$$B = \dots \text{ м}$$

Размеры суженных проходов для воды:

- В центральной перегородке

Площадь каждого сужения, м^2

$$f_y = \frac{0,5 \cdot Q_{oc}}{86400 \cdot U_c} \quad (32)$$

где U_c – скорость движения воды в сужении, принимается 1 м/с ;

$$f_y = \dots \text{ м}^2$$

Высота слоя воды перед:

- третьей перегородкой, м

$$h_3 = H + (\sum h / 3) = \dots \text{ м}$$

- второй перегородкой, м

$$h_2 = H + (2 \sum h / 3) = \dots \text{ м}$$

- первой перегородкой, м

$$h_1 = H + \sum h = \dots \text{ м}$$

Высота в свету каждого из боковых проходов центральной перегородки, м

$$h_n = h_3 - (0,1 \div 0,15) \quad (33)$$

$$h_n = \dots \text{ м}$$

Ширина каждого суженного прохода, м

$$B_n = f_y / h_n \quad (34)$$

$$B_n = \dots \text{ м}$$

- В первой и третьей перегородках, м²

$$f_{1,3} = \frac{Q_{oc}}{86400 \cdot U_c} \quad (35)$$

$$f_{1,3} = \dots \text{ м}^2$$

Высота суженного прохода, м

$$h_{n3} = H - (0,1 \div 0,15) \dots \text{ м} \quad (36)$$

$$h_{n1} = h_2 - (0,1 \div 0,15) = \dots \text{ м} \quad (37)$$

Ширина центрального прохода, м

$$B_{n3} = f_{1,3} / h_{n3} = \dots \text{ м} \quad (38)$$

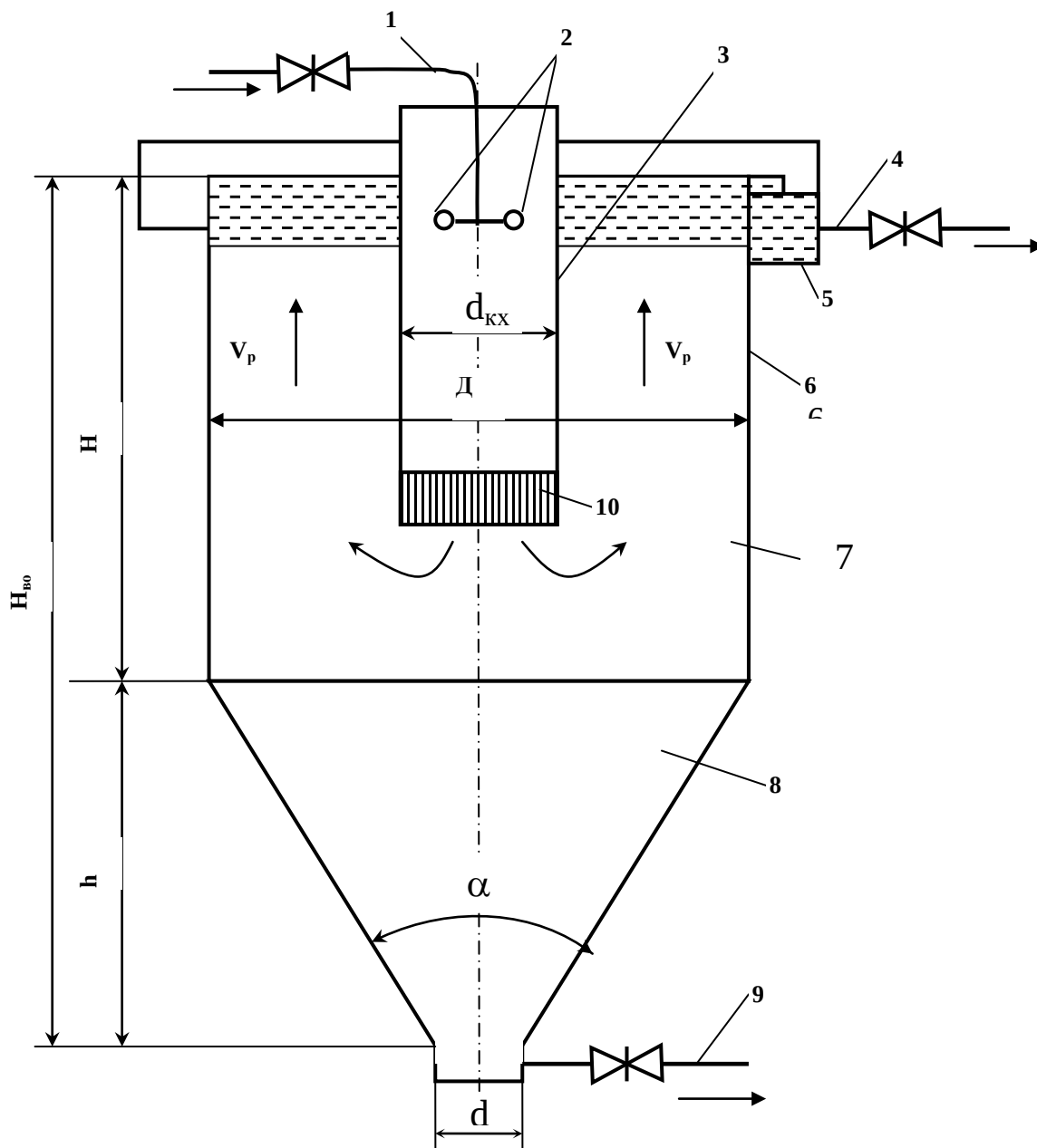
$$B_{n1} = f_{1,3} / h_{n1} = \dots \text{ м} \quad (39)$$

Расстояние между двумя перегородками, м

$$L = 2B = \dots \text{ м} \quad (40)$$

3.2 Расчет отстойников

3.2.1 Расчет вертикальных отстойников



- 1- труба, подводящая осветляемую воду от смесителя;
- 2- сопла;
- 3- водоворотная камера хлопьеобразования;
- 4- труба, отводящая воду от отстойника на фильтры;
- 5- кольцевой периферийный желоб;
- 6- корпус отстойника;
- 7- зона осаждения;
- 8- зона накопления и осаждения осадков;
- 9- сбросная труба;
- 10- гаситель;

Рисунок 5 - Схема вертикального отстойника

Расчетная площадь зоны осаждения, м^2

$$F = \frac{\beta_{об} \cdot Q_{ос}}{86,4 \cdot U_p \cdot N_p} \quad (41)$$

где $\beta_{об}$ – коэффициент, учитывающий объемное использование отстойника, $\beta_{об} = 1,3 \div 1,5$ [1];

U_p – расчетная скорость восходящего потока, $U_p = \dots$ мм/с [1] ---- табл. 18

N_p – количество рабочих отстойников, $N_p = \dots$ (применяется не менее 2, при $N_p < 6$, предусматривать 1 резервный);

$$F_{во} = \dots \text{ м}^2$$

Площадь камеры хлопьеобразования $f_{кх} = \dots \text{ м}^2$

(см. расчет камер хлопьеобразования или задание при выполнении практических работ)

Общая площадь отстойника, м^2

$$F_{отс} = F_{во} + f_{кх} = \dots \text{ м}^2 \quad (42)$$

Диаметр отстойника, м

$$D_{отс} = \frac{\sqrt{4 \cdot F_{отс}}}{\pi} \quad (43)$$

при отношении диаметра отстойника к его высоте $D : H = 1 \div 1,5$ [1]

(если, то $D : H = 1$; если $\beta_{об} = 1,5$, то $D : H = 1,5$);

$$D_{отс} = \dots \text{ м}$$

Высота конической осадочной части отстойника, м

$$h_k = \frac{D_{отс} - d}{2 \tan \alpha / \pi} \quad (44)$$

где d – диаметр трубопровода для сброса осадка, $d = \dots$ м

(принимается равным 150 ÷ 200 мм);

α - угол между наклонными стенками отстойника, $\alpha = 70 \div 80^\circ$ [1];

$$h_k = \dots \text{ м}$$

Объем конической осадочной части, м^3

$$W_{ос} = \frac{\pi \cdot h_k^3}{12(D_{отс}^2 + d^2 + D_{отс} \cdot d)} \quad (45)$$

$$W_{ос} = \dots \text{ м}^3$$

Период работы отстойника между сбросами осадка, ч

$$T_p = \frac{W_{ос} \cdot N_p \cdot \delta \cdot 24}{Q_{ос}(C_6 - M_{осв})} \quad (46)$$

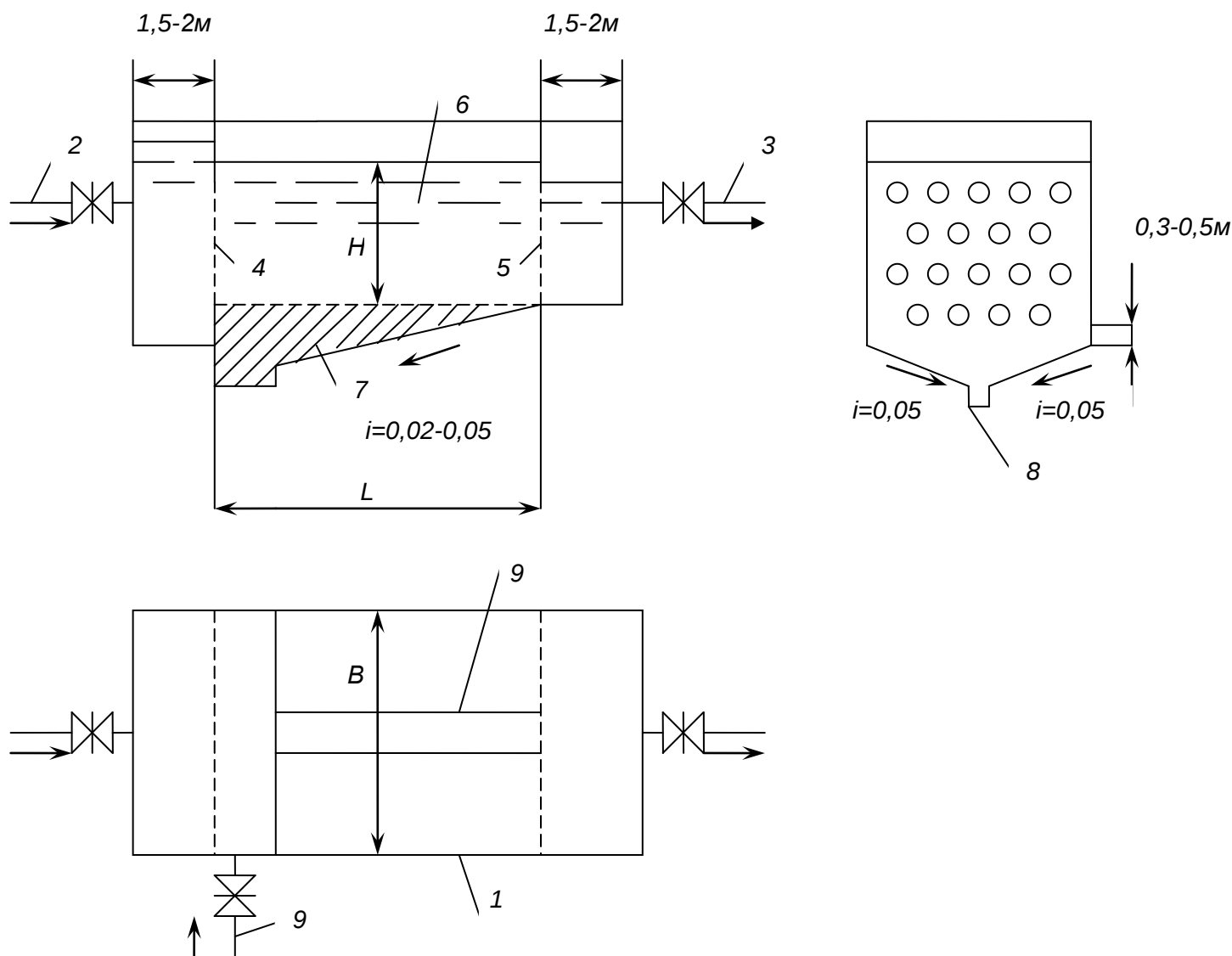
где δ - средняя по всей высоте осадочной части концентрация твердой фазы осадка,

$$\delta = \dots \text{ г / м}^3 \quad [1] \text{) } \text{---- табл. 19}$$

Мосв. – мутность воды, выходящей из отстойника, Мосв. = $8 \div 15 \text{ г / м}^3 [1]$;

$$T_p = \dots \text{ ч}$$

3.2.2 Расчет горизонтальных отстойников



- 1- корпус;
- 2- труба, подводящая осветляемую воду от смесителя;
- 3- труба, отводящая воду из отстойника на фильтры;
- 4- дырчатая входная стенка;
- 5- дырчатая выходная стенка;
- 6- зона осаждения (осветления);
- 7- зона накопления и уплотнения осадка;
- 8- лоток для сползания осадка;
- 9- сбросная труба.

Рисунок 6 – Схема горизонтального отстойника.

Площадь горизонтальных отстойников в плане, м²

$$F_{zo} = \frac{\alpha_{об} \cdot Q_{oc}}{86,4 \cdot U_o} \quad (47)$$

где $\alpha_{об}$ – коэффициент объемного использования отстойников, $\alpha_{об} = 1,3$ [1];

U_o – скорость выпадения взвеси, $U_o = \dots$ мм/с [1] ---- *таблица 18*

$F_{го} = \dots$ м²

Длина отстойников, м

$$L = \frac{H_{cp} \cdot U_{cp}}{U_o} \quad (48)$$

где H_{cp} – средняя высота зоны осаждения, $H_{cp} = 3 \div 3,5$ м [1];

U_{cp} – средняя скорость горизонтального движения воды в начале отстойника,

$U_{cp} = \dots$ мм / с [1] ---- *п. 6.68*

Ширина отстойников, м

$$B = F_{zo} / L \quad (49)$$

$B = \dots$ м

Количество секций отстойников

$$N = B / B_1 \quad (50)$$

где B_1 – ширина одной секции (*принимается не более 6м при количестве секций не менее 6, предусматривать одну резервную*);

$N =$

Объем осадочной части отстойника, м³

$$W_{oc} = \frac{Q_{oc} (C_{в} - M_{осв}) \cdot T_p}{\delta \cdot 24} \quad (51)$$

где $M_{осв}$ – мутность воды, выходящей из отстойника, $M_{осв} = 8 \div 15$ г/м³;

T_p – период работы отстойника между чистками, $T_p = \dots$ ч (*принимается не менее 12 ч*);

δ – средняя по всей высоте осадочной части отстойника концентрация твердой фазы в осадке, $\delta = \dots$ г/м³ [1] ---- *таблица 19*

$W_{oc} = \dots$ м³

Высота осадочной части, м

$$h_{oc} = W_{oc} / F_{zo} \quad (52)$$

Полная высота отстойника, м

$$H = H_{cp} + h_{oc} + h_{кр} \quad (53)$$

где $h_{кр}$ – превышение борта отстойника над уровнем воды, $h_{кр} = 0,3\text{ м}$ [1];

$$H = \dots \text{ м}$$

3.2.3 Расчет осветлителей со слоем взвешенного осадка (начертить эскиз)

Общая площадь осветлителя, м^2

$$F = F_{осв} + F_{отд} \quad (54)$$

где $F_{осв}$ – площадь зоны осветления, м^2 ;

$$F_{осв} = \frac{Q_{oc} \cdot K_{рв}}{86,4 \cdot U_{осв}} \quad (55)$$

где $K_{рв}$ – коэффициент распределения воды, $K_{рв} = \dots$ [1] ---- таблица 20

$U_{осв}$ – скорость восходящего потока воды, $U_{осв} = \dots \text{ мм / с}$ [1] --- таблица 20

Для зимнего времени $F_{осв} = \dots, \text{ м}^2$

Для летнего времени $F_{осв} = \dots, \text{ м}^2$

$F_{отд}$ – площадь зоны отделения осадка, м^2 ;

$$F_{отд} = \frac{(1 - K_{рв}) \cdot Q_{oc}}{86,4 \cdot U_{осв}} \quad (56)$$

Для зимнего времени $F_{отд} = \dots, \text{ м}^2$

Для летнего времени $F_{отд} = \dots, \text{ м}^2$

(Далее определяют общую площадь осветлителя для летнего и зимнего времени и в дальнейших расчетах применяют ее большее значение).

$$F = \dots \text{ м}^2$$

Принимаем по типовым ячейкам осветлитель $6 \times 6 \text{ м}$

Число осветлителей

$$N_o = F / 36 \quad (57)$$

Площадь каждого осветлителя $6 \times 2 \times 2 = 24 \text{ м}^2$

Площадь осадкоуплотнителя $6 \times 2 = 12 \text{ м}^2$

$N_o = \dots$

Диаметр водораспределительного коллектора в нижней части коридора осветлителя $d_{\text{кол}} = \dots \text{ мм}$ [4], $U = \dots \text{ м/с}$ [1] (*диаметр подбирается по таблицам Шевелева для стальных труб в зависимости от расхода $q = Q_{\text{ос}} / 24 \cdot 3,6 \cdot N_o$, л/с и скорости $U = 0,5 \div 0,6 \text{ м/с}$*).

Ширина желоба для сбора осветленной воды в зоне освещения, м

$$B_{\text{жс}} = f_{\text{жс}} / h_{\text{жс}} \quad (58)$$

где $f_{\text{жс}}$ – площадь поперечного сечения желоба, м^2 ;

$$f_{\text{жс}} = \frac{K_{\text{пв}} \cdot Q_{\text{ос}}}{86400 \cdot N_o \cdot 4 \cdot U_{\text{жс}}} \quad (59)$$

$U_{\text{жс}}$ – скорость движения осветленной воды в желобе, $U_{\text{жс}} = 0,5 - 0,6 \text{ м/с}$ [1];

$h_{\text{жс}}$ – высота желоба, $h_{\text{жс}} = \dots \text{ м}$ [1] *----п. 6.84*

$f_{\text{жс}} = \dots \text{ м}^2$ $B_{\text{жс}} = \dots \text{ м}$

Площадь осадкоприемных окон с одной стороны осадкоуплотнителя, м^2

$$F_{\text{ок}} = \frac{(1 - K_{\text{пв}}) \cdot Q_{\text{ос}}}{86,4 \cdot U_{\text{ок}} \cdot N_o} \quad (60)$$

где $U_{\text{ок}}$ – скорость движения воды с осадком $U_{\text{ок}} = \dots \text{ мм/с}$ [1] *---п. 6.83*

$F_{\text{ок}} = \dots \text{ м}^2$

Общая длина окон с каждой стороны осадкоуплотнителя, м

$$L_{\text{ок}} = F_{\text{ок}} / h_{\text{ок}} \quad (61)$$

где $h_{\text{ок}}$ – высота окна, $h_{\text{ок}} = \dots \text{ м}$ (*принимается конструктивно $\approx 250 \text{ мм}$*);

$L_{\text{ок}} = \dots \text{ м}$

Ширина одного окна, м

$$B_{\text{ок}} = L_{\text{ок}} / n_{\text{ок}} \quad (62)$$

где $n_{\text{ок}}$ – число окон (принимается конструктивно);

$B_{\text{ок}} = \dots \text{ м}$

Расстояние между двумя соседними окнами, м

$$L = (L_{\text{кор}} / n_{\text{ок}}) - B_{\text{ок}} \quad (63)$$

где $L_{\text{кор}}$ – длина коридора осветлителя, $L_{\text{кор}} = 6 \text{ м}$;

$$L = \dots \text{ м}$$

Высота осветителя от центра водораспределительного коллектора до верхней кромки желобов, м

$$H_{осв} = (B_{кор} - 2 \cdot B_{ж}) / (2 \operatorname{tg} \alpha / 2) \quad (64)$$

где $B_{кор}$ – ширина коридора осветителя, $B_{кор} = 2 \text{ м}$;

α – угол между осью распределительного коллектора и верхними кромками желобов, $\alpha = \dots$ / *принимается не более 30° ;*

$$H_{осв} = \dots \text{ м}$$

Высота пирамидальной части осветителя, м

$$h_{пир} = (B_{кор} - a) / 2 \operatorname{tg} (\alpha_1 / 2) \quad (65)$$

где a – ширина коридора по низу, $a = \dots \text{ м}$ / *принимается $0,3 \div 0,5 \text{ м}$, но обязательно должна быть больше диаметра водораспределительного коллектора /;*

α_1 – центральный угол наклона стен коридора к горизонтали, $\alpha_1 = 55 \div 60^\circ$;

$$h_{пир} = \dots \text{ м}$$

Высота зоны взвешенного осадка на вертикальном участке стен, м

$$h_{верт} = (h_{взв.о} - h_{пир}) / 2 \quad (66)$$

где $h_{взв.о}$ – высота слоя взвешенного осадка, $h_{взв.о} = 2 \div 2,5 \text{ м}$ [1];

Высота защитной зоны над слоем осадка, м

$$h_{верт} = \dots \text{ м}$$

$$h_{защ.} = H_{осв} - h_{верт} - h_{пир} - h_{ок} \quad (67)$$

$h_{защ.} = \dots \text{ м}$ (*должна быть не менее $1,5 \text{ м}$*)

Время пребывания осадка в осадкоуплотнителе, ч

$$T = W / q_{ос} \quad (68)$$

где W – объем осадкоуплотнителя, м^3 ;

$$W = L_{кор} [B_{ос} \cdot h_{верт} + 2(h_{пир} \cdot 0,5 \cdot B_{ос} / 2)] \quad (69)$$

$$W = \dots \text{ м}^3$$

где $B_{ос}$ – ширина осадкоуплотнителя, $B_{ос} = 2 \text{ м}$;

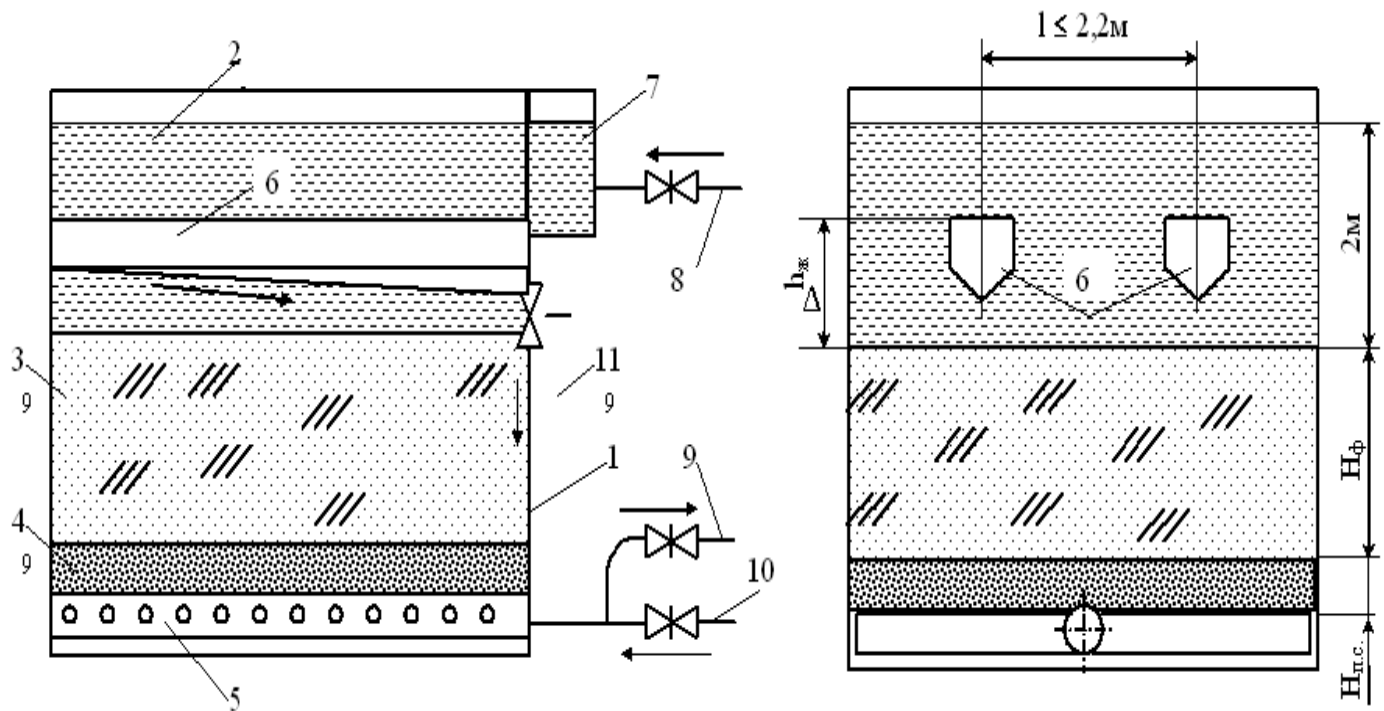
δ – средняя концентрация осадка, $\delta = \dots \text{ г / м}^3$ [1] ----*таблица 19*

$q_{ос}$ – количество осадка, поступающего в осадкоуплотнитель, кг / ч ;

$$q_{ос} = \frac{C_{\theta} \cdot Q_{ос}}{24 \cdot N_{\text{Б}} \cdot 1000} \quad (70)$$

$$T = \dots \text{ ч}$$

3.2.4 Расчет скорых фильтров



- 1 – корпус фильтра;
 2 – слой воды на фильтре;
 3 – слой фильтрующего материала;
 4 – гравийные поддерживающие слои;
 5 – дренажная система;
 6 – желоба для отвода промывной воды;
 7 – карман фильтра;
 8 – труба, подводящая воду;
 9 – труба, отводящая воду;
 10 – труба для подачи промывной воды;
 11 – труба для отвода грязной промывной воды;

Рисунок 7 - Схема скорого фильтра

Общая площадь фильтров, м²

$$F_{\phi} = Q_{oc} / (T \cdot V_n - n_{np} \cdot q_{np} - n_{np} \cdot \tau_{np} \cdot V_n) \quad (71)$$

где Q_{oc} – производительность очистной станции, $Q_{oc} = \dots \text{м}^3 / \text{сут}$;

T – продолжительность работы станции в течение суток, $T = 24 \text{ ч}$

V_n – расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме, $V_n = \dots \text{м/ч}$ [1]
 (таблица 21)

n_{np} – число промывок одного фильтра, $n_{np} = \dots$ [1] ---- п. 6.97

q_{np} – удельный расход воды на одну промывку одного фильтра, $\text{м}^3/\text{м}^2$;

$$q_{np} = \frac{\omega \cdot t_{np} \cdot 60}{1000} \quad (72)$$

где ω – интенсивность промывки, $\omega = \dots \text{л} / \text{см}^2$

[1] ----таблица 23

$t_{пр}$ – время промывки, $t_{пр} = \dots$ мин [1] ----таблица 23 и примечание к ней

$\tau_{пр}$ – время простоя фильтра в связи с промывкой, $\tau_{пр} = 0,33$ ч [1]

Количество фильтров *выбирается с учетом условий п. 6.99 [1] или рассчитывается по формуле*

$$N_{\phi} = 0,5\sqrt{F_{\phi}} > 4 \quad (73)$$

При этом должно обеспечиваться соотношение, м/ч

$$V_{\phi} = V_n \cdot N_{\phi} / (N_{\phi} - N_1) \quad (74)$$

где V_{ϕ} – скорость фильтрования при форсированном режиме, м/ч;

N_1 – число фильтров, находящихся в ремонте ($N_1=1$, если $N_{\phi} < 20$; $N_1 = 2$, если $N_{\phi} \geq 20$);

$V_{\phi} < V_{норм.}$,

Площадь одного фильтра, м²

$$f = F_{\phi} / N_{\phi} \quad (75)$$

Размеры фильтра в плане, м

$$L \times B = \dots \times \dots \quad \text{м} \quad (76)$$

Диаметр центрального коллектора дренажной системы принимается в зависимости от расхода промывной воды и скорости $V = 0,8 \div 1,2$ м/с

Расход промывной воды, л/с

$$Q_{пр} = \omega \cdot f \quad (77)$$

Диаметр центрального коллектора дренажной системы, мм

$$D_{ц} = \dots \quad \text{мм} [4]$$

Площадь дна фильтра, приходящаяся на каждое ответвление, м²

$$f_{отв} = (L - D_{ц}) \cdot C / 2 \quad (78)$$

где C – расстояние между двумя соседними ответвлениями, $C = 0,3$ [1];

$D_{ц}$ – наружный диаметр центрального коллектора, $D_{ц} = \dots$ мм

Расход промывной воды приходящийся на каждое ответвление, л/с

$$q_{отв} = \omega \cdot f_{отв} \quad (79)$$

Согласно [1] скорость в отверстиях $V = 1,6 \div 2$ м/с диаметр ответвлений $d_{отв} = \dots$ [4].

Расход промывной воды, приходящийся на каждый желоб, м³/с

$$q_{ж} = \frac{Q_{np}}{n_{ж} \cdot 1000} \quad (80)$$

где пж – число желобов принимаемое с таким расчетом, чтобы расстояние между ними было не более 2,2 м [1];

$$q_{ж} = \dots \text{ м}^3/\text{с}$$

Ширина желоба, м

$$B_{ж} = \frac{K_{ж} \cdot \sqrt[5]{q_{ж}^2}}{(1,57 + a_{ж})^3} \quad (81)$$

где Кж – коэффициент, Кж = [1];

а ж – отношение высоты прямоугольной части желоба и половине его ширины, а ж = [1];

$$B_{ж} = \dots \text{ м}$$

Высота желоба, м

$$H_{жел} = 1,25 \cdot B_{жел} \quad (82)$$

Расстояние от поверхности фильтрующей загрузки до верхней кромки желобов, м

$$H_{к.ж} = \frac{(H_з + a_з) + 0,3}{100} \quad (83)$$

где Нз – высота слоя загрузки, Нз = ... м [1] ----таблица21

а з – относительное расширение загрузки, а з = ... % [1] ----таблица23

$$H_{к.ж} = \dots \text{ м}$$

Дополнительная высота над нормальным уровнем воды в фильтрах, м

$$H_{дон} = \frac{W_o}{F_o - (f_o \cdot N_1)} \quad (84)$$

где W_о – объем воды накапливающийся за время простоя одновременно промываемых фильтров, м³;

$$W_o = q_{np} \cdot f_{к.п} \cdot N_1 \quad (85)$$

Полная высота фильтра, м

$$H_{преф} = H_{н.с} + H_з + H_{ж} + H_{дон} + \Delta h \quad (86)$$

где Нп.с. – высота поддерживающего слоя, м;

$$H_{н.с} = D_{ц} + 0,1 \quad (88)$$

Δh – превышение строительной высоты фильтра над расчетным уровнем воды,
 $\Delta h = 0,5$ м [1];

$H_{кан} = \dots$ м

Расстояние от дна желоба до дна бокового канала, м

$$H_{кан} = \frac{(1,73\sqrt[3]{Q_{np}^2}) \cdot 10^{-6} + 0,2}{g \cdot B_{кан}^2} \quad (89)$$

где $B_{кан}$ – ширина канала, $B_{кан} = 1$ м [1];

$H_{кан} = \dots$ м

3.2.5 Расчет контактных осветлителей

Вместимость входной камеры, м³

$$W_{вк} = Q_{oc} \cdot t / 24 \cdot 60 \quad (90)$$

где t – время пребывания воды в камере, $t = 5$ мин [1];

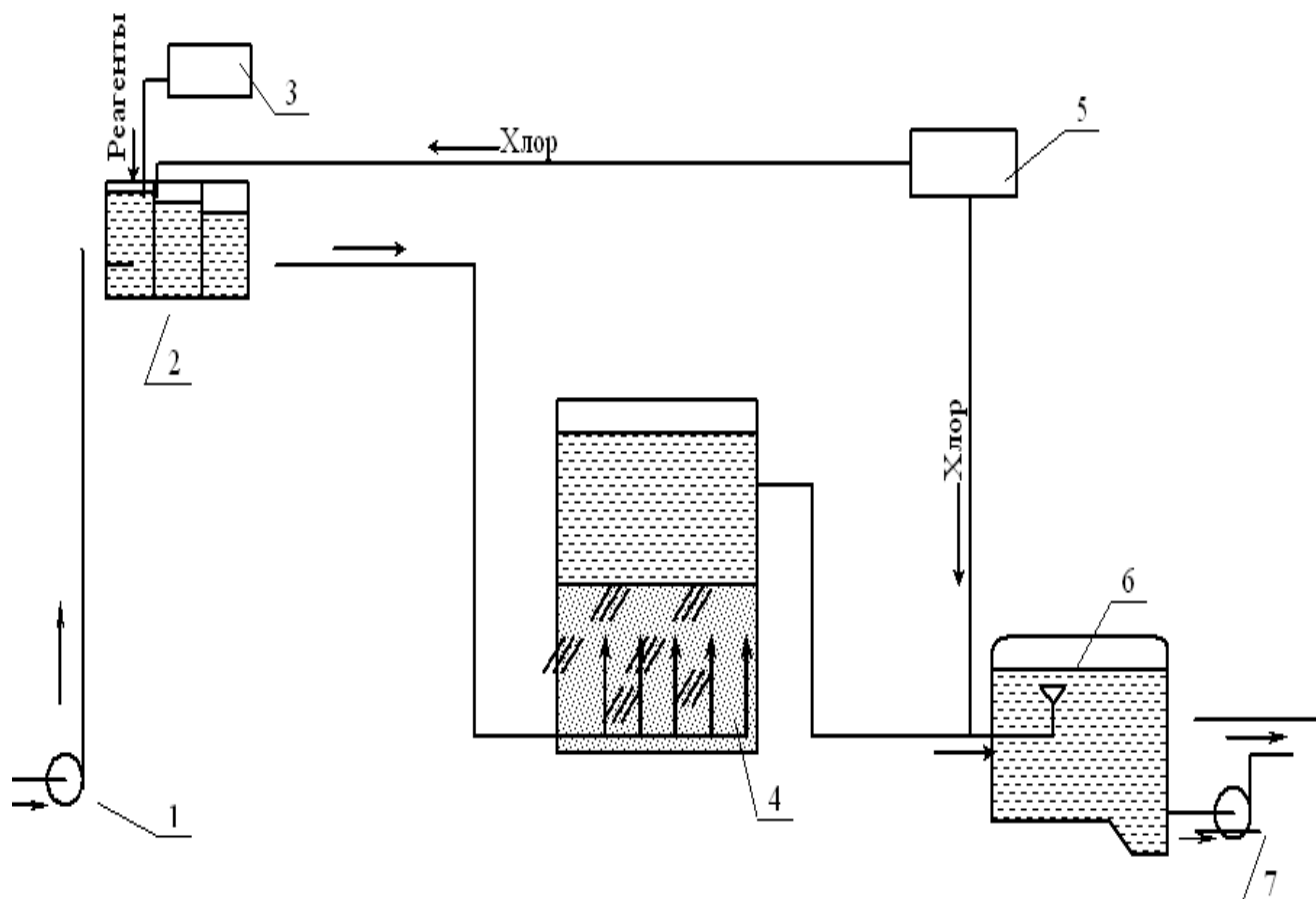
Площадь каждой камеры в плане, м²

$$F_{вк} = W_{вк} / n \cdot h \quad (91)$$

где n – число камер принимается менее 2;

h – глубина воды в камере, $h = 3 \div 4$ м

Размеры камеры в плане $\dots \times \dots$ м



- 1 – насосная станция первого подъема; 2 – смесители; 3 – реагентный цех;
 4 – контактные осветлители;
 5 – хлораторная;
 6 – резервуары чистой воды;
 7 – насосная станция второго подъема;

Рисунок – Высотная схема технологических сооружений водоочистной станции с контактными осветлителями

Общая площадь контактных осветителей, м^2

$$F_{\text{ко}} = Q_{\text{ос}} / (24 \cdot V_n - n_{\text{пр}} (q_{\text{пр}} + \tau_{\text{пр}} \cdot V_n + \tau_{\text{см}} \cdot V_n / 60)) \quad (92)$$

где V_n – расчетная скорость фильтрования, $V_n = \dots \text{м/ч}$ [1] ----п. 6.130
 (при подготовке воды для хоз-питьевых нужд следует принимать меньшие значения скоростей)

$n_{\text{пр}}$ – число промывок осветлителя в сутки, $n_{\text{пр}} = 2 \div 3$ [1];

$q_{\text{пр}}$ – удельный расход воды на одну промывку одного осветлителя, $\text{м}^3/\text{м}^2$;

$$q_{\text{пр}} = \frac{\omega \cdot t_{\text{пр}} \cdot 60}{1000} \quad (93)$$

ω – интенсивность промывки, $\omega = \dots \text{л/с} \cdot \text{м}^2$ [1] ----таблица 26

$t_{\text{пр}}$ – продолжительность промывки, $t_{\text{пр}} = \dots \text{мин}$ [1] ----таблица 26

$\tau_{\text{пр}}$ – время простоя осветлителя в связи с промывкой, $\tau_{\text{пр}} = \dots \text{ч}$ [1]

($\tau_{\text{пр}} = 0,33 \text{ч}$ при водяной промывке, $\tau_{\text{пр}} = 0,5 \text{ч}$ при водо – воздушной промывке);

$t_{ст}$ – продолжительность сброса первого фильтра, $t_{ст} = 10 \div 12$ мин [1]

$$F_{ко} = \dots \text{ м}^2$$

Число контактных осветлителей

$$N_{ко} = 0,5 \sqrt{F_{ко}} \quad (94)$$

Площадь одного контактного осветлителя в плане, м^2

$$f_{ко} = F_{ко} / N_{ко} \quad (95)$$
$$f_{ко} = \dots \text{ м}^2$$

Камеры типовой секции, м

$$\dots \times \dots \text{ м} [5] \text{ --- стр. 355} \quad (96)$$

Скорость фильтрования при форсированном режиме, м/ч

$$V_{\phi} = V_n \cdot N_{ко} / (N_{ко} - N_1) < 5,5 \div 6 \text{ м/ч} \quad (97)$$

где N_1 – число осветлителей, включаемых на ремонт [1] --- п. 6.95

Диаметр центрального коллектора дренажной системы принимается в зависимости от расхода промывной воды и скорости $V = 0,8 \div 1,2$ м/с

Расход промывной воды, л/с

$$Q_{np} = \omega \cdot f_{ко} \quad (98)$$

Диаметр центрального коллектора дренажной системы, мм

$$D_{ц} = \dots \text{ мм} [4]$$

Площадь дна осветлителя, приходящаяся на каждое ответвление, м^2

$$f_{отв} = (L - D_{ц}) \cdot C / 2 \quad (99)$$

где C – расстояние между двумя соседними ответвлениями, $C = 0,3$ [1];

$D_{ц}$ – наружный диаметр центрального коллектора, $D_{ц} = \dots$ м

Расход промывной воды приходящийся на каждое ответвление, л/с

$$q_{отв} = \omega \cdot f_{отв} \quad (100)$$

Согласно [1] скорость в отверстиях $V = 1,4 \div 1,8$ м/с диаметр ответвлений $d_{отв} = \dots$ [4].

Расход промывной воды, приходящийся на каждый желоб, м³/с

$$q_{жс} = \frac{Q_{np}}{n_{жс} \cdot 1000} \quad (101)$$

где пж – число желобов принимаемое с таким расчетом, чтобы расстояние между ними было не более 2,2 м [1];

$$q_{жс} = \dots \text{ м}^3/\text{с}$$

Ширина желоба, м

$$B_{жс} = \frac{K_{жс} \cdot \sqrt[5]{q_{жс}^2}}{(1,57 + a_{жс})^3} \quad (102)$$

где Кж – коэффициент, Кж = [1];

а ж – отношение высоты прямоугольной части желоба и половине его ширины, а ж = [1];

$$B_{жс} = \dots \text{ м}$$

Высота желоба, м

$$H_{жсел} = 1,25 \cdot B_{жсел} \quad (103)$$

Расстояние от поверхности загрузки до верхней кромки желобов, м

$$H_{к.жс} = \frac{(H_з + a_з) + 0,3}{100} \quad (104)$$

где Нз – высота слоя загрузки, Нз = ... м [1] ----таблица25

а з – относительное расширение загрузки, а з = ... % [1] ----таблица23

$$H_{к.жс} = \dots \text{ м}$$

Дополнительная высота над нормальным уровнем воды в осветлителях, м

$$H_{дон} = \frac{W_o}{F_o - (f_o \cdot N_1)} \quad (105)$$

где W_о – объем воды накапливающийся за время простоя одновременно промываемых осветлителей, м³;

$$W_o = (Q_{oc} / 24 \cdot N_{\phi}) \cdot \tau_{np} \quad (106)$$

Полная высота осветлителя, м

$$H_{ко} = H_{н.с} + H_з + H_{жс} + H_{доп} + \Delta h \quad (107)$$

где Нп.с. – высота поддерживаемого слоя, м;

$$H_{н.с} = D_y + 0,1 \quad (108)$$

Δh – превышение строительной высоты осветлителя над расчетным уровнем воды,
 $\Delta h = 0,5$ м [1];

$H_{ко} = \dots$ м

Расстояние от дна желоба до дна бокового канала, м

$$H_{кан} = \frac{(1,733\sqrt{Q_{пр}^2}) \cdot 10^{-6} + 0,2}{g \cdot B_{кан}^2} \quad (109)$$

где $B_{кан}$ – ширина канала, $B_{кан} = 1$ м [1];

$H_{кан} = \dots$ м

3.3 Расчет камер хлопьеобразования

3.3.1 Камеры хлопьеобразования перегородчатые с вертикальной циркуляцией.

Так как $Q_{ос} = \dots$ м³/сут приняты камеры хлопьеобразования перегородчатые с вертикальной циркуляцией воды.

Объем камеры, м³

$$W = \frac{Q_{ос} \cdot t}{86400 \cdot N} \quad (110)$$

где t – время пребывания воды в камере, $t = \dots$ мин [1] ----п. 6.54
 (Верхний предел принимается для цветных вод, нижний – для мутных)

N – число камер, $N = \dots$ (принимается равным числу отстойников)

$$W = \dots \text{ м}^3$$

Площадь камеры в плане, м²

$$F = W / H \quad (111)$$

(рекомендуется H принять примерно равной высоте отстойника)

$$F = \dots \text{ м}^2$$

Площадь одной ячейки камеры, м²

$$f = \frac{Q_{oc}}{N \cdot 86400 \cdot U} \quad (112)$$

где U- скорость движения воды в камере, U = ... м/с [1] ----п.6.54

$$f = \dots \text{ м}^2$$

Число ячеек в камере

$$n = F / f \approx \quad (113)$$

(Размещают ячейки по длине камеры и по ширине)

Общее число поворотов потока в камере будет составлять $m = \dots$, что соответствует нормам [1] ----п. 6.54. *(число поворотов потока находят делением высоты камеры на количество ячеек по высоте)*

Размеры каждой ячейки в плане, м

$$f = \dots \times \dots \text{ м} \quad (114)$$

(Далее конструктивно определяют длину и ширину камеры)

3.3.2 Камеры хлопьеобразования перегородчатые с горизонтальной циркуляцией воды

Так как $Q_{oc} = \dots \text{ м}^3/\text{сут}$ приняты камеры хлопьеобразования перегородчатые с горизонтальной циркуляцией воды.

Объем камеры, м³

$$W = \frac{Q_{oc} \cdot t}{24 \cdot 60 \cdot N} \quad (115)$$

где t – время пребывания воды в камере, t = .. мин [1] ---- п. 6.54

(Верхний предел принимается для цветных вод, нижний – для мутных)

N – число камер, N= ... *(принимается равным числу отстойников)*

$$W = \dots \text{ м}^3$$

Площадь камеры в плане, м²

$$F = W / H$$

(116)

(рекомендуется H принять примерно равной высоте отстойника)

$$F = \dots \text{ м}^2$$

Площадь одного коридора камеры, м²

$$f = \frac{Q_{oc}}{N \cdot 86400 \cdot U} \quad (117)$$

где U- скорость движения воды в камере, U = ... м/с [1] ----n.6.54
 $f = \dots \text{м}^2$

Количество коридоров

$$N_k = B_1 / (m + 1) \quad (118)$$

B_1 - ширина отстойника, $B_1 = \dots \text{м}$
 где m – число поворотов потока, m = ... [1] ---- n. 6.54
 $N_k = \dots$

Ширина одного коридора, $B_k = B_1 / N_k = \dots \text{м} > 0.7 \text{ м}$ [1]
 Длина камер хлопьеобразования, м

$$L = f / B_k \quad (119)$$

$$L = \dots \text{м}$$

3.3.3 Водоворотные камеры хлопьеобразования

Так как очистная станция включает в себя вертикальные отстойники, приняты водоворотные камеры хлопьеобразования, встроенные в отстойники.

Площадь камеры в плане, м^2

$$f_{кx} = \frac{Q_{oc} \cdot t}{24 \cdot 60 \cdot N \cdot H_1} \quad (120)$$

где t – время пребывания воды в камере, t = ... мин [1] ----n. 6.60

H_1 – высота камеры, $H_1 = \dots \text{м}$

N – расчетное количество камер, N = ...

$$f_{кx} = \dots \text{м}^2$$

Диаметр камеры, м

$$D_{кx} = \frac{\sqrt{4 \cdot F_{кx}}}{\pi} \quad (121)$$

Так как расчетный расход воды поступающий в камеру $q_1 = \dots \text{л / с}$ согласно [4] диаметр проводящего трубопровода $d_{тр} = \dots \text{мм}$, скорость $U_{ф} = \dots \text{м/с}$. Так как подача воды в камеру осуществляется тангенциально, сопло размещено на расстоянии 0,2 d $\approx 0,4 \text{ м}$, от стенки камеры на глубине 0,5 м от уровня воды [1] ----n. 6.59

Необходимый диаметр сопла, м

$$d_c = \frac{\sqrt{4} / \pi \cdot \mu}{q_1 / 3600 \cdot U_c} \quad (122)$$

где μ – коэффициент расхода, $\mu = 0,908$ – для конически сходящихся насадок, с углом конусности; $\beta = 25^\circ$; [2]

U_c – скорость выхода воды из сопла;

$$U_c = \dots \text{ м/с } [1] \text{ ----}n. 6.59 \quad (123)$$

$d_c = \dots \text{ м} = \dots \text{ мм}$
Длина сопла, мм

$$L_c = (d_c / 2) \cdot \text{ctg} \beta / 2 \quad (124)$$

$L_c = \dots \text{ мм}$

3.3.4 Вихревые камеры хлопьеобразования

Объем камеры хлопьеобразования, м^3

$$W = \frac{Q_{oc} \cdot t}{24 \cdot 60 \cdot N} \quad (125)$$

где t – время пребывания воды в камере, $t = \dots$ мин [1] ----n. 6.55

$W = \dots \text{ м}^3$

Площадь поперечного сечения в верхней части камеры, м^2

$$F_g = Q_{расч} / U_g \quad (126)$$

где $Q_{расч}$ – расход воды, приходящийся на одну камеру, $\text{м}^3/\text{с}$;

$$Q_{расч} = \frac{Q_{oc}}{86400 \cdot N} \quad (127)$$

$Q_{расч} = \dots \text{ м}^3/\text{с}$

U_g – скорость восходящего потока воды, $U_g = \dots \text{ м/с } [1] \text{ ----}n. 6.55$

Диаметр верхней части камеры, м

$$D_g = \frac{\sqrt{4 \cdot F_g}}{\pi} \quad (128)$$

$D_b = \dots \text{ м}$

Диаметр нижней части камеры, м

$$d_n = \sqrt{4 Q_{расч} / \pi \cdot U_{вк}} \quad (129)$$

$d_n = \dots \text{ м}$

Высота конической части камеры, м

$$h_{\kappa} = 0,5(D_{\theta} - d_{\kappa}) \cdot \operatorname{ctg} \beta / 2 \quad (130)$$

где β - угол конусной камеры, $\beta = 50^{\circ}$ [1] -----н. 6.55

$h_{\kappa} = \dots$ м;

Объем конической части камеры, м³

$$W_{\kappa} = h_{\kappa} / 3(F_{\theta} + f_{\kappa} + \sqrt{F_{\theta} \cdot f_{\kappa}}) \quad (131)$$

где f_{κ} – площадь нижней части камеры, м²

$$f_{\kappa} = \pi \cdot d_{\kappa}^2 / 4 \quad (132)$$

$f_{\kappa} = \dots$ м²

Высота цилиндрической камеры, м

$$h_{\eta} = (W - W_{\kappa}) / F_{\theta} \quad (133)$$

$h_{\eta} = \dots$ м

Полная высота камеры, м

$$H = h_{\kappa} + h_{\eta} \quad (134)$$

$H = \dots$ м

3.3.5 Камера хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка

Так как воды водоисточника средней мутности, приняты камеры хлопье – образования со слоем взвешенного осадка, встроенные в горизонтальные отстойники.

Площадь камеры в плане, м²

$$F = \frac{Q_{oc}}{24 \cdot 3600 \cdot N \cdot U} \quad (135)$$

где Q_{oc} – расчетная производительность станции, м³/сут;

U – скорость восходящего потока воды в верхнем сечении камеры, $U = \dots$ м/с [1]
н. 6.56

N – число камер, $N = \dots$

$F = \dots$ м²

Длина камеры, м

$$L_{\kappa} = F / B_{\kappa} \quad (136)$$

где B_{κ} – ширина камеры, м *принимается равной ширине отстойника*

$L_{\kappa} = \dots$ м

Высоту камеры принимаем равной высоте отстойника с учетом потерь напора в камере. Следовательно

$$H = H_{cp} + h_n \quad (137)$$

где h_n – потери напора в камере, м [1]

$H_{\kappa} = \dots$ м

Время пребывания воды в камере, мин

$$t = h_{\kappa} / U \cdot 60 \quad (138)$$

На камеры в горизонтальный отстойник воду отводят под затопленным водосливом. Двери стенки водослива располагают ниже уровня воды в отстойнике на величину, м

$$h_{\kappa} = \frac{Q_{oc}}{N(86400 \cdot U_{\kappa} \cdot B_{\kappa})} \quad (139)$$

где U_{κ} – скорость движения воды через водослив, м/с *-----н. 6.58*

$h_{\kappa} = \dots$ м

3.4 Расчет коммуникаций

Расчет коммуникаций на очистной станции выполнен с использованием таблиц [4]. Результаты расчета сведены в таблицу ...

Таблица ...— Расчет коммуникаций

Назначение трубопровода	Расход воды, л/с	Расчетная скорость, м/с	Диаметр труб, мм	Рекомендуемая скорость, м/с
1. Для подачи осветленной воды на все фильтры (камеры хлопьеобразования, осветлители и др)	$Q_{oc} / 86.4$			$0,8 \div 1,2$
2. То же на один фильтр	q_{ϕ}			$0,8 \div 1,2$
3. Для отвода фильтрата	$q_{сек}$			$1,0 \div 1,5$
4. Для подачи промывной воды	$Q_{пр}$			≤ 2
5. Для отвода промывной воды от сборного канала (дренажной системы)	$Q_{пр}$			$1,5 \div 2$
6. Для отвода фильтрата с одного фильтра	q_{ϕ}			$1,0 \div 1,5$
7. Для подачи воды на один осветлитель	$Q_{oc} / 2 \times 86.4 N_o$			$0,5 \div 0,6$

где $q_{сек}$ - секундный расход воды, поступающей на фильтры;

$$q_{сек} = Q_{ос} / 86,400$$

$q_{ф}$ – расчетный расход воды, приходящийся на один фильтр, принимается на работу при форсированном режиме (при условии выключении одного фильтра на ремонт).

$$q_{ф} = q_{сек} / N - 1$$

***Примечание.** Определение диаметров трубопроводов для обвязки других сооружений производится аналогично.*

3.5оборот промывных вод

Объем промывной воды, поступающий от промывки одного фильтра, $м^3$

$$V = \frac{Q_{np} \cdot t_{np} \cdot 60}{1000} \quad (140)$$

$$V = \dots м^3$$

Объем промывной воды за сутки составит, $м^3$

$$V_{сут} = V \cdot 2 \cdot N_{ф} \quad (141)$$

$$V_{сут} = \dots м^3$$

При равномерной откачке в час объем воды составит $V_{сут} / 24 = \dots м^3$

Следовательно, объем резервуара – аккумулятора промывной воды должно быть не менее $\dots м^3$.

В проекте принят резервуар с номинальной вместимостью $\dots м^3$, фактической вместимостью $\dots м^3$, из сборных железобетонных элементов, В = $\dots м$, L = $\dots м$, Н = $\dots м$, типовой проект $\dots$

Откачка промывной воды осуществляется в трубопровод перед смесителем.

Напор воды в трубопроводе перед смесителем, м

$$H = Z_{см} - Z_{ос} \quad (142)$$

$$H = \dots м$$

Требуемый напор насоса, м

$$H_{nc} = Z_{cm} - Z_{nc} + h + h_{zn} \quad (143)$$

где Z_{cm} – отметка уровня воды в смесителе, $Z_{cm} = \dots$ м;

Z_{nc} – отметка оси насоса, $Z_{nc} = \dots$ м

h – потери напора по длине напорной линии, м

$$h = \frac{1,2(1000i \cdot L)}{1000} \quad (144)$$

где $1000i$ – потери напора на трение приходящийся на 1000 м, $1000i = \dots$ м [4];

L – длина напорной линии, $L = \dots$ м;

h_{zn} – запас напора, $h_{zn} = 1$ м;

$$h = \dots \text{ м}$$

$$H_{nc} = \dots \text{ м}$$

Для откачки промывной воды приняты насосы марки ...,... рабочих, резервный [3]. 1

3.6 Обработка осадка

Осадок из резервуара самотеком поступает в сгустители, после чего направляется на площадки замораживания.

Объем сгустителей, м³

$$W_{cr} = 1,3 \cdot K_{po} \cdot W_{oc} \quad (145)$$

где K_{po} – коэффициент разбавления осадка, $K_{po} = 1,5$ [1];

W_{oc} – объем осадочной части резервуарных сооружений, м³

$$W_{oc} = F_{pez} \cdot h_{oc} \quad (146)$$

$$W_{oc} = \dots \text{ м}^3$$

$$W_{cg} = \dots \text{ м}^3$$

Диаметр сгустителя, м

$$D = \frac{\sqrt{4} \cdot W_{oc}}{N_c \cdot H \cdot \pi} \quad (147)$$

где N_c – количество сгустителей, $N_c = \dots$;

Н – высота слоя воды, Н = 3,5 м [1];

$$Д = \dots \text{ м}$$

Полезная площадь площадок, м²

$$F = \frac{K \cdot W_{cr}}{H_{np}} \quad (148)$$

где К – коэффициент, учитывающий снижение объема осадка;

$$K = (100 - p) / 100 \quad (149)$$

где р – процент снижения влажности осадка в сгустителе, р = 1,7% [1];

$$K = (100 - 1,7) / 100 = 0,983$$

Н_{пр} – глубина промерзания осадка в зимний период;

$$H_{np} = 0,017 \cdot \sqrt{\sum t} \quad (150)$$

где $\sum t$ – сумма абсолютных значений отрицательных среднесуточных температур воздуха;

Согласно [8], (для конкретного района расположения объекта):

Например:

- январь - 14,8 °С;
- февраль - 14,2 °С;
- март - 7,7 °С;
- ноябрь - 4,4 °С;
- декабрь - 11,5 °С;

$$\sum t = 52,6^{\circ} \text{C}$$

$$\sum t = \dots^{\circ} \text{C}$$

$$H_{np} = \dots \text{ м}$$

$$F = \dots \text{ м}^2$$

Полная площадь площадок замораживания с учетом ее увеличения за счет площади валиков составит, м²

$$F_{пол} = 1,2 \cdot F \quad (151)$$

$$F_{\text{пол}} = \dots \text{ м}^2$$

3.7 Расчет реагентного хозяйства

Площадь склада для хранения коагулянта, м^2

$$F_{\text{скл}} = \frac{Q_{oc} \cdot D_k \cdot T_k \cdot \alpha'}{10^4 \cdot \rho_c \cdot h} \quad (152)$$

где T_k – продолжительность, хранения на складе, $T_k = \dots$ сут. [1];

α' - коэффициент для учета дополнительной площади проходов на складе,
 $\alpha' = 1,15$ [2];

ρ_c – содержание безводного продукта в коагулянте, $\rho_c = \dots\%$ [1];

γ - объемный вес коагулянта при загрузке склада навалом, $\gamma = 1 \text{ т} / \text{м}^3$;

h – допустимая высота слоя коагулянта, $h = 2 \text{ м}$;

$$F_{\text{скл}} = \dots \text{ м}^2$$

Емкость растворных баков, м^3

$$W_p = \frac{Q_{oc} \cdot D \cdot \kappa}{10^4 \cdot \gamma} \quad (153)$$

где v_1 – концентрация раствора, $v_1 = \dots\%$; [1];

Емкость расходных баков, м^3

$$W_p = \dots \text{ м}^3$$

$$W = (B_1 / B_2) \cdot W_p \quad (154)$$

где v_2 – концентрация раствора в расходных баках, $v_2 = \dots\%$; [1];

Площадь растворного бака, м^2

$$F_p = \frac{W_p}{n_6 \cdot h} \quad (155)$$

где n_6 – число баков, $n_6 = \dots$;

h – высота бака в плане, $h = \dots \text{ м}$;

$$F_p = \dots \text{ м}^2$$

Размеры бака в плане, м

$\dots \times \dots \text{ м}$
Площадь расходного бака, м^2

$$F = \frac{W}{n \cdot h} \quad (156)$$

где n – число баков, $n = \dots$;

$$F = \dots \text{ м}^2$$

Размеры бака в плане, м

$\dots \times \dots \text{ м}$

Расход воздуха для растворения коагулянта, л / с

$$Q_{\epsilon} = W_{\epsilon} \cdot F \cdot n_{\epsilon} \quad (157)$$

где W_{ϵ} – интенсивность подачи воздуха, $W_{\epsilon} = \dots \text{ л} / (\text{с} \cdot \text{м}^2)$ [1];

$$Q_{\text{в}} = \dots \text{ л} / \text{с}$$

Расход воздуха для перемешивания раствора, л / с

$$Q_{\epsilon} = W_{\epsilon} \cdot F \cdot n_{\epsilon} \quad (158)$$

где $W_{\text{в}}'$ - интенсивность подачи воздуха, $W_{\text{в}}' = \dots \text{ л} / (\text{с} \cdot \text{м}^2)$ [1];

$$Q_{\text{в}} = \dots \text{ л} / \text{с}$$

Расчетный расход воздуха $Q_{\text{в}} = \dots \text{ м}^3 / \text{ч}$;

Для подачи воздуха устанавливают воздухоподогреватели марки ...

Полученный раствор из расходного бака перекачивается в обрабатываемую воду насосом – дозатором марки ...

3.8 Расчет технологических емкостей

Объем резервуаров чистой воды, м^3

$$W_{рчв.} = W_{рег} + W_{пож} + W_{ос} \quad (159)$$

где $W_{рег}'$ - регулирующий объем, $W_{рег}' = \dots \text{ м}^3/\text{ч}$; (при совпадении графиков работы насосов 1 и 2 подъёма $W_{рег}' = (0.5-1) Q_{нс}$)

$W_{пож}'$ - неприкосновенный противопожарный запас, $W_{пож}' = Q_{доп} = \dots \text{ м}^3/\text{сут}$;

$W_{ос}$ – запас на собственные нужды очистных сооружений, м^3

$$W_{ос} = (\alpha - 1) \cdot Q_{ос} \quad (160)$$

$$W_{ос} = \dots \text{ м}^3$$

$$W_{рчв} = \dots \text{ м}^3$$

В соответствии с [] в проекте приняты 2 типовых резервуара объемом $\dots \text{ м}^3$ каждый.

Размеры $\dots \times \dots \times \dots \text{ м}$, типовой проект принят №...

Так как резервуары чистой воды одновременно служат контактными камерами, проверяем их размеры на время контакта с обеззараживающим агентом. (указать конкретно какой агент)

Необходимая площадь поперечного сечения контактной камеры в плане, м^2

$$F_{\kappa} = \frac{Q_{ос} \cdot t}{24 \cdot n \cdot H} \quad (161)$$

где t – продолжительность контакта озона с водой, $t = \dots \text{ мин}$; []

n – количество контактных камер, $n = 2$;

H – глубина слоя воды в контактной камере, $H = \dots \text{ м}$;

$$F_{\kappa} = \dots \text{ м}^2$$

Площадь резервуаров чистой воды, м^2

$$F_{рчв} = n (\dots \times \dots) \quad (162)$$

$$F_{рчв} = \dots \text{ м}^2$$

$$F_{\kappa} \leq F_{рчв} \text{ (расписать значения конкретно),}$$

Условие выполняется

Время контакта $\dots$ (хлора, озона – указать конкретно) с водой, мин

$$t = \frac{L}{U \cdot 60} \quad (163)$$

$$t = \dots \text{ мин,}$$

необходимое время контакта $t = \dots \text{ мин.}$, [...] обеспечивается.

3.9 Расчёт хлораторной установки

Расход хлора, кг/ч

$$Q_{\text{хл}} = \frac{D_{\text{хл}} \cdot Q_{\text{хл}}}{24} \quad (164)$$

- для первичного хлорирования $D_{\text{хл}} = \dots \text{ мг/л}$ [1]

$Q_{\text{хл}} = \dots \text{ кг/ч}$

- для вторичного хлорирования $D_{\text{хл}} = \dots \text{ мг/л}$ [1]

$Q_{\text{хл}} = \dots \text{ кг/ч}$

Общий расход хлора составляет $\dots \text{ кг/ч}$ или $\dots \text{ кг/сут}$

Для дозирования хлора предусмотрены хлораторы марки $\dots$, $\dots$ рабочих для первичного хлорирования, $\dots$ для вторичного хлорирования и по одному резервному. [3]

Количество расходных баллонов

$$n = Q_{\text{хл}} / s \quad (165)$$

где s – съём хлора с одного баллона, $s = \dots \text{ кг/ч}$ [2]

- для первичного хлорирования $n = \dots$

- для вторичного хлорирования $n = \dots$

Количество баллонов на расходном складе

$$N_{\text{б}} = \frac{Q_{\text{хл}} \cdot T}{m} \quad (166)$$

где T – число суток хранения, $T = \dots \text{ сут}$ [2]

m – масса хлора в баллоне, $m = \dots \text{ кг}$ [2]

$$N_{\text{б}} = \dots$$

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2. 04. 02 – 84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения, Москва: Стройиздат, 1985 – 136 с.
2. В.Ф. Кожин. Очистка питьевой и технической воды. Москва: Стройиздат, 1971 – 303 с.
3. В.Я. Карелин, А.В. Минаев. Насосы и насосные станции. Москва: Стройиздат, 1981 – 320с.
4. Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справочное пособие, Москва: Стройиздат, 1984 – 116 с.
5. Б.Ф. Белецкий и другие. Конструкции водопроводно – канализационных сооружений, Москва: Стройиздат, 1987 – 448 с.

ВВЕДЕНИЕ

В Российской Федерации на протяжении ряда лет проблема питьевого водоснабжения продолжает оставаться чрезвычайно актуальной. В республиках Бурятия, Дагестан, Калмыкия, Приморском крае, Архангельской, Калининградской, Кемеровской, Курганской, Томской, Ярославской областях и ряде других субъектов Российской Федерации проблема приобрела кризисный характер.

Это является следствием нарастающего загрязнения водоисточников, неудовлетворительного санитарно–технического состояния водопроводных сооружений и разводящих сетей, отсутствие на ряде водопроводов необходимого комплекса очистных сооружений и обеззараживающих установок, слабый материально – технической базы организации жилищно – коммунального хозяйства.

Основными источниками централизованного питьевого водоснабжения в большинстве регионов являются поверхностные водоемы, загрязнение которых постоянно возрастает. На фоне некоторого снижения объема валового сброса сточных вод отмечается тенденция увеличения удельного сброса неочищенных стоков. Основными загрязняющими ингредиентами являются взвешенные вещества, нефтепродукты, фенолы, соли тяжелых металлов.

Неблагоприятная экономическая ситуация в стране не позволяет своевременно проводить ремонтные работы систем водопровода, что обуславливает ежегодно возрастающее количество аварий.

Решение проблемы обеспечения безопасного питьевого водоснабжения населения требует комплексного подхода, усилий федеральных органов исполнительной власти и органов местного самоуправления.

Приняты меры по совершенствованию нормативной базы. Минздравом России утверждены и введены в действие с 1 января 1998 г. Санитарные правила и нормы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», которыми расширен перечень контролируемых показателей с 28 до 54.

Утверждены Санитарные правила и нормы «Зоны санитарной охраны источников и водопроводов хозяйственно – питьевого назначения», «Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».

Однако меры, принимаемые Госсанэпиднадзором, который может обеспечить только контроль за качеством питьевой воды, не способны разрешить весь комплекс проблем. Обеспечение населения питьевой водой является государственной проблемой, и значимость ее для здоровья населения должно осознать общество.

Минздравом России для решения проблемы водоснабжения населения доброкачественной питьевой водой считает необходимым:

- ускорить принятие Государственной Думой Российской Федерации федерального закона «О питьевой воде и водоснабжении»;
- обеспечить финансирование первоочередных мероприятий федеральной целевой программы «Обеспечение населения питьевой водой», разработать такие же программы на региональном уровне с учетом специфики сложившихся проблем;
- обеспечить эффективное функционирование систем очистки питьевой воды, внедрения прогрессивных технологий и оборудования;
- обеспечить защиту источнику водоснабжения от загрязнения;

- обеспечить с 1998 г. контроль качества питьевой воды в соответствии с требованиями Санитарных правил и норм «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды систем централизованного водоснабжения. Контроль за качеством»;
- оснастить производственные лабораторные базы и контролирующие органы современными средствами измерения и контроля;
- развивать научные исследования по эффективному кондиционированию питьевой воды и изучению влияния ее на здоровье населения.

1 Общий раздел

1.1 Краткая характеристика объекта проектирования

Объектом проектирования является очистная станция, включающая комплекс сооружений для подготовки речной воды до питьевого качества

Площадка объекта проектирования расположена на правобережной незатоп - незатопляемой части оймы реки, сложенных сухими грунтами.

Очистная станция проектируется в Оренбургской области. Оренбургская область находится в зоне степи и частично лесостепи. Климат резко континентальный и засушливый. Зима холодная, малоснежная, обычно с ясной тихой погодой, нарушаемой снежными буранами. Лето жаркое, с частыми суховеями. Средняя температура января колеблется от -14°C до -18°C ; июля от $+19^{\circ}\text{C}$ до $+22^{\circ}\text{C}$.

Период с температурами выше 10°C имеет продолжительности $135 \div 145$ суток с суммой температур 2200°C и выше. Осадков выпадает от 450 мм до 300 мм и менее.

1.2 Нормативные данные

Требования к качеству питьевой воды регламентируется к ГОСТам 2874 – 82 «Вода питьевая».

ГОСТ нормирует питьевую воду до 1400 показателей. Формально же производственный контроль осуществляется по 20 показателям. Поэтому данным проектом предполагается разработка технологии подготовки воды на основании следующих нормативных документов:

- 2874 - 82 «Вода питьевая».
- СанПиН 2.1.4.559 – 96 «Санитарные правила и нормы. Вода питьевая».

2.2 Теоретическое обоснование выбора технологической схемы водоподготовки

В соответствии СНиП в зависимости от суммарной мутности воды $153,38 \text{ мг/л}$ и производительности станции $12620 \text{ м}^3/\text{сут}$, принята технологическая схема водоподготовки, включающая двухступенчатое фильтрование: контактные префильтры – фильтры.

В настоящее время поверхностные водоемы, как правило, в результате антропогенного воздействия содержат такие загрязнения, как хлорорганические вещества, низкомолекулярные вещества, ионы тяжелых металлов.

Традиционные методы очистки применяемые в водоснабжении не могут сравниться с такими видами даже с незначительными концентрациями таких загрязнений, поэтому в данном проекте предлагается для повышения эффективности воды на второй ступени осветления применить сорбционные фильтры с загрузкой из активных углей.

Для обеззараживания воды, а так же окисления органических веществ и ионов тяжелых металлов.

На рисунке 2.1 показана высотная схема технологических сооружений водоочистной станции с контактными префильтрами – фильтрами.

Исходная вода поступает в приемный резервуар, где в течении 5 мин контактирует с озоном. Вода поступает в смеситель, когда одновременно вводится коагулянт $Al_2(SO_4)_3$ – сернокислый глинозем на 18 молекул воды. Вода образующая коагулянт поступает во входную камеру префильтров для отделения воздуха и выдержки времени для протекания реакции. После чего вода поступает на контактные префильтры, где идет процесс контактной коагуляции попутно с осветлением.

Концентрация взвешенных веществ в фильтрате после префильтра составляет 5 – 8 мг/л Частично осветленная вода поступает на вторую ступень фильтров с загрузкой из активных углей марки АГ – М.

Сорбционные фильтры позволяют извлекать трудноудаляемые органические вещества. Концентрация взвешенных веществ в фильтрате составляет 1÷1,5 мг/л, что соответствует требованиям ГОСТа 2874 – 82 «Вода питьевая».

Фильтрат собирается в резервуаре чистой воды, которая одновременно служит и контактной камерой для озонирования.

2.4.2 Расчет озонаторной установки

Максимальный расход озона, кг / ч

$$O_{оз.сут}^t = \frac{Q_{макс.сут} \cdot D_{оз}}{1000} \quad (1)$$

где $D_{оз}$ – доза озона, $D_{оз} = 10 \text{ г / м}^3$;

$$O_{оз}' = 466,67 \cdot 10 / 1000 = 4,67 \text{ кг / ч}$$

Расход озона в сутки, кг / сут

$$O_{оз.сут}^t = \frac{Q_{ср.сут} \cdot D_{оз}}{1000} \quad (2)$$

$$O_{оз.сут.} = 11200 \cdot 10 / 1000 = 112 \text{ кг / сут}$$

Расчетный расход озонируемой воды, $Q_{сут.} = 11200 \text{ м}^3 / \text{сут}$ или $Q_{час.} = 466,67 \text{ м}^3 / \text{ч}$.

Дозы озона: максимальная $q_{оз}^{max} = 5 \text{ г / м}^3$.

Максимальный расчетный расход озона, кг / ч

$$O_{oz}^t = \frac{Q_{cym} \cdot q_{oz}^{max}}{1000} \quad (3)$$

$$O_{oz} = 11200 \cdot 5 / 1000 = 56 \text{ кг / сут} = 2,3 \text{ кг / ч}$$

Продолжительность контакта воды с озоном $t = 6$ мин.

Принят озонатор трубчатой конструкции производительностью $G_{oz} = 1000$ г/ч.

Для того чтобы выработать озон в количестве $2,3 \text{ кг / ч}$, озонирующая установка должна быть оборудована $2300 : 1000 = 3$ рабочими озонаторами, 1 резервный озонатор такой же производительности (1 кг / ч).

Основной деталью рассматриваемого озонатора являются стеклянные диэлектрические трубки, заплавленные с одного конца и имеющие на внутренней поверхности графитовые покрытия. В стальные трубки внутренним диаметром $d_1 = 92$ мм вставлены стеклянные трубки наружным диаметром $d_2 = 87$ мм. Концентрический зазор между трубками шириной $2,5$ мм служит разрядным промежутком.

Площадь поперечного сечения кольцевого разрядного промежутка, м^2

$$f_p = \pi / 4 (d_1^2 - d_2^2) \quad (4)$$

$$f_p = 0,785 (0,092^2 - 0,087^2) = 0,0007 \text{ м}^2$$

Скорость прохода сухого воздуха через кольцевой разрядный промежуток в целях наибольшей экономии расхода электроэнергии рекомендуется в пределах $U_n = 0,15 \div 0,2 \text{ м / сек}$.

Расход сухого воздуха через одну трубку озонатора, $\text{м}^3 / \text{ч}$

$$q_e = f_p \cdot U_n \cdot 3600 \quad (5)$$

$$q_v = 0,0007 \cdot 0,2 \cdot 3600 \approx 0,5 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Поскольку заданная производительность одного озонатора $G_{oz} = 1 \text{ кг / ч}$, то при коэффициенте весовой концентрации озона $K_{oz} = 20 \text{ г / м}^3$ количество сухого воздуха, необходимо для электросинтеза, составляет

$$Q_e = G_{oz} / K_{oz} \quad (6)$$

$$Q_v = 1 \cdot 1000 / 20 = 50 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Следовательно, количество стеклянных трубок в одном озонаторе должно быть

$$n_{mp} = Q_e / q_e \quad (7)$$

$$n_{tp} = 50 / 0,5 = 100$$

Стеклянные трубки длиной по 1,6 м размещены концентрично в 50 стальных трубах, проходящих через весь цилиндрический корпус озонатора с обоих его концов.

Производительность каждой трубки по озону, г / ч

$$q_{oz} = G_{oz} / n_{mp} \quad (8)$$

$$q_{oz} = 1000 / 100 = 10 \text{ г / ч}$$

Суммарная площадь поперечного сечения 50 трубок $d_1 = 0,092$ м составляет $\Sigma f_{тр} = 0,33 \text{ м}^2$

$$\Sigma f_{mp} = Q_e \cdot (\pi / 4) \cdot d_1 \quad (9)$$

$$\Sigma f_{тр} = 50 \cdot 0,785 \cdot 0,092 = 0,33 \text{ м}^2$$

Площадь поперечного сечения цилиндрического корпуса озонатора должна быть больше на 35 %, то есть

$$F_k = 1,35 \cdot \Sigma f_{mp} \quad (10)$$

$$F_k = 1,35 \cdot 0,33 = 0,45 \text{ м}^2$$

Отсюда внутренний диаметр корпуса озонатора будет, м

$$D = 2\sqrt{F_k} / \pi \quad (11)$$

$$D = 2 \sqrt{0,45} / 3,14 = 0,76 \text{ м}$$

Необходимо иметь в виду, что 85 – 90 % электроэнергии, потребляемой для производства озона, затрачивается на тепловыделение. В связи с этим надо обеспечить охлаждение электродов озонатора. Расход воды для охлаждения составляет 35 л /ч на одну трубку или суммарно.

$$Q_{охл.} = 100 \cdot 35 = 3500 \text{ л /ч} \quad \text{или} \quad 0,97 \text{ л / с} \quad (12)$$

Средняя скорость движения охлаждающей воды составит, мм / с

$$U_{охл.} = \frac{Q_{охл.}}{F_k - \Sigma f_{np}} \quad (13)$$

$$U_{охл.} = 3,5 / 0,45 - 0,33 = 29,17 \text{ м / ч} \quad \text{или} \quad 8,1 \text{ мм / с}$$

Температура охлаждающей воды $t = 10^\circ \text{ C}$

Для электросинтеза озона нужно подавать 50 м³ / ч сухого воздуха на один озонатор принятой производительности. Кроме того, надо учесть расход воздуха на регенерацию адсорберов, составляющий 360 м³ / ч для серийно выпускаемой установки АГ – 50.

Общий расход охлаждаемого воздуха, м³ / мин.

$$V_{o.v.} = 2 \cdot 50 + 360 = 460 \text{ м}^3 / \text{ч или } 7,67 \text{ м}^3 / \text{мин}$$

Для подачи воздуха принимаем водокольцевые воздуходувки ВК – 12 производительностью 10 м³ / мин. Тогда необходимо установить $7,67 : 10 = 0,767 \approx 1$ рабочая воздуходувка и одна резервная с электродвигателями А – 82 – 6 мощностью кВт каждая.

2.4.3 Расчет контактных префильтров

Вместимость входной камеры, м³

$$W_{вк} = \frac{Q_{oc} \cdot t}{24 \cdot 60} \quad (14)$$

где t – время пребывания воды в камере, t = 5 мин [1];

$$W_{вк} = 12620 \cdot 5 / 24 \cdot 60 = 43,82 \text{ м}^3$$

Площадь каждой камеры в плане, м²

$$F_{вк} = \frac{W_{вк}}{n \cdot h} \quad (15)$$

где n – число камер, n = 2;

h – глубина воды в камере, h = 2;

$$F_{вк} = 43,82 / 2 \cdot 2 = 10,955 \text{ м}^2$$

Размеры камеры в плане, м²

$$F_{вк} = L \times B \quad (16)$$

$$F_{вк} = 3,31 \times 3,31$$

Общая площадь контактных префильтров, м²

$$F_{к.пр} = Q_{oc} / 24 \cdot U_n - n_{пр} (q_{пр} + \tau_{пр} \cdot U_n + \tau_{ст} \cdot U_n / 60) \quad (17)$$

где U_н – расчетная скорость фильтрования, U_н = 5 м/ч [1] ;

$n_{\text{пр}}$ – число промывок префильтра в сутки, $n_{\text{пр}} = 2$ [1];

$q_{\text{пр}}$ – удельный расход воды на одну промывку одного префильтра, $\text{м}^3 / \text{м}^2$;

$$q_{\text{пр}} = \frac{\omega \cdot t_{\text{пр}} \cdot 60}{1000} \quad (18)$$

ω - интенсивность промывки, $\omega = 15$ л/с $\cdot$ м^2 [1];

$t_{\text{пр}}$ – продолжительность промывки, $t_{\text{пр}} = 7$ мин [1];

$\tau_{\text{пр}}$ – время простоя префильтра в связи с промывкой, $\tau_{\text{пр}} = 0,33$ ч ;

$\tau_{\text{ст}}$ – продолжительность сброса первого префильтра, $\tau_{\text{ст}} = 11$ мин [1];

$$q_{\text{пр}} = 15 \cdot 7 \cdot 60 / 1000 = 6,3 \text{ м}^3 / \text{м}^2$$

$$F_{\text{к. пр}} = 12620 / 24 \cdot 5 - 2 (6,3 + 0,33 \cdot 5 + (11 \cdot 5 / 60)) = 123,41 \text{ м}^2$$

Число контактных префильтров

$$N_{\text{к.пр}} = 0,5 \sqrt{F_{\text{к.пр}}} \quad (19)$$

$$N_{\text{к.пр}} = 0,5 \sqrt{123,41} = 5,55 \approx 6$$

Площадь одного контактного осветлителя в плане, м^2

$$f_{\text{к.пр}} = F_{\text{к.пр}} / N_{\text{к.пр}} \quad (20)$$

$$f_{\text{к.пр}} = 123,41 / 6 = 20,57 \text{ м}^2$$

Скорость фильтрования при форсированном режиме, м/ч

$$U = U_n (N_{\text{к.пр}} / N_{\text{к.пр}} - N_1) \leq 5,5 \div 6 \text{ м} / \text{ч} \quad (21)$$

где N_1 – число префильтров, включаемых на ремонт, $N_1 = 1$ [1];

$$U_{\text{ф}} = 5 (6 / 6 - 1) = 6 \text{ м} / \text{ч}$$

Расчет дренажной системы префильтров

Диаметр центрального коллектора дренажной системы принимается в зависимости от расхода промывной воды и скорости $U = 0,8 \div 1,2$ м / с [1] по таблицам [3], Дц = 600 мм; $U = 1,03$ м / с.

Расход промывной воды, л / с

$$Q_{\text{пр}} = \omega \cdot f_{\text{к.пр}} \quad (22)$$

$$Q_{\text{пр}} = 15 \cdot 20,57 = 308,55 \text{ м} / \text{с}$$

Площадь дна префильтра приходящегося на каждое ответвление, м²

$$f_{отв} = ((L - D_{ц}) / 2) \cdot C \quad (23)$$

где C – расстояние между двумя соседними ответвлениями, C = 0,3 [1];

Дц – наружный диаметр центрального коллектора, Дц = 0,6 м;

$$f_{отв} = ((3,31 - 0,6) / 2) \cdot 0,3 = 0,41 \text{ м}^2$$

Расход промывной воды приходящийся на каждое ответвление, л/с

$$q_{отв} = \omega \cdot f_{отв} \quad (24)$$

$$q_{отв} = 1,15 \cdot 0,41 = 6,15 \text{ л / с}$$

Согласно [1] скорость в отверстиях $U = 1,6 \div 2 \text{ м/ с}$ диаметр ответвлений $d_{отв} = 50 \text{ мм} = 0,05 \text{ м}$, $U = 0,93 \text{ м / с}$ [3].

Расход промывной воды приходящийся на каждый желоб, м³/с

$$q_{жс} = \frac{Q_{пр}}{n_{жс} \cdot 1000} \quad (25)$$

где $n_{жс}$ – число желобов принимаемое с таким расчетом, чтобы расстояние между ними было не более 2,2 м, $n_{жс} = 2$ [1];

$$q_{жс} = 308,55 / 2 \cdot 1000 = 0,154 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Ширина желоба, м

$$B_{жс} = \frac{K_{жс} \cdot \sqrt[5]{q_{жс}^2}}{(1,57 + a_{жс})^3} \quad (26)$$

где $K_{жс}$ – коэффициент, $K_{жс} = 2$ [1];

$a_{жс}$ – отношение высоты прямоугольной части желоба и половине его ширины,

$$a_{жс} = 1,5 \quad [1];$$

$$B_{жс} = 2 \cdot \sqrt[5]{0,154^2 / (1,57 + 1,5)^3} = 0,48 \text{ м}$$

Высота желоба, м

$$H_{жел} = 1,25 \cdot B_{жел} \quad (26)$$

$$H_{жел} = 1,25 \cdot 0,48 = 0,6 \text{ м}$$

Расстояние от поверхности фильтрующей загрузки до верхней кромки желобов, м

$$H_{\kappa.ж} = \frac{(H_3 + a_3) + 0,3}{100} \quad (27)$$

где H_3 – высота слоя загрузки, [м];

$$H_3 = \frac{U_{преф} \cdot \tau}{60} \quad (28)$$

где $U_{преф}$ – расчетная скорость фильтрования, $U_{преф} = 10$ м / ч;

τ - время прохождения воды через слой загрузки, $\tau = 10$ мин;

$$H_3 = 10 \cdot 10 / 60 = 1,7 \text{ м}$$

a_3 – относительное расширение загрузки, $a_3 = 30\%$ [м];

$$H_{\kappa.ж} = (1,7 + 30) + 0,3 / 100 = 0,62 \text{ м}$$

Дополнительная высота над нормальным уровнем воды в префильтрах, м

$$H_{дон} = \frac{W_o}{F - (f \cdot N_1)} \quad (29)$$

где W_o – объем воды накапливающиеся за время простоя одновременно промываемых префильтров, м³;

$$W_o = q_{np} \cdot f_{\kappa.пр} \cdot N_1 \quad (30)$$

$$W_o = 6,3 \cdot 20,57 \cdot 1 = 129,59 \text{ м}^3$$

$$H_{дон} = 129,59 / (123,41 - 20,57 \cdot 1) = 1,26 \text{ м}$$

Полная высота префильтра, м

$$H_{преф} = H_{н.с} + H_3 + H_{ж} + H_{дон} + \Delta h \quad (31)$$

где $H_{н.с}$ – высота поддерживаемого слоя, м;

$$H_{н.с} = D_y + 0,1 \quad (32)$$

$$H_{н.с} = 0,6 + 0,1 = 0,7 \text{ м}$$

Δh – превышение строительной высоты префильтра над расчетным уровнем воды, $\Delta h = 0,5$ м [м];

$$H_{\text{преф.}} = 0,7 + 1,7 + 0,62 + 1,26 + 0,5 = 4,78 \text{ м}$$

Расстояние от дна желоба до дна бокового канала, м

$$H_{\text{кан}} = \frac{(1,73 \sqrt[3]{Q_{\text{пр}}^2}) \cdot 10^{-6} + 0,2}{g \cdot B_{\text{кан}}^2} \quad (33)$$

где $B_{\text{кан}}$ – ширина канала, $B_{\text{кан}} = 1$ [1];

$$H_{\text{кан}} = 1,73 \sqrt[3]{(308,55^2) \cdot 10^{-6}} + 0,2 / 9,81 \cdot 1^2 = 0,60 \text{ м}$$

2.4.4 Расчет сорбционного фильтра

Общая площадь фильтров, м^2

$$F_{\phi} = \frac{Q_{\text{ос}}}{T \cdot U_{\text{н}} - \Pi_{\text{пр}} \cdot q_{\text{пр}} - \Pi_{\text{пр}} \cdot \tau_{\text{пр}} \cdot U_{\text{н}}} \quad (34)$$

где $Q_{\text{ос}}$ – производительность очистной станции, $Q_{\text{ос}} = 12620 \text{ м}^3 / \text{сут}$;

$U_{\text{н}}$ – расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме, $U_{\text{н}} = 10 \text{ м/ч}$ [1];

$\Pi_{\text{пр}}$ – число промывок одного фильтра, $\Pi_{\text{пр}} = 3$;

$q_{\text{пр}}$ – удельный расход воды на одну промывку одного фильтра, $\text{м}^3/\text{м}^2$;

$$q_{\text{пр}} = \frac{\omega \cdot t_{\text{пр}} \cdot 60}{1000} \quad (35)$$

где ω – интенсивность промывки, $\omega = 10 \text{ л} / \text{с} \cdot \text{м}^2$ [1];

$t_{\text{пр}}$ – время промывки, $t = 10 \text{ мин}$ [1];

$\tau_{\text{пр}}$ – время простоя фильтра в связи с промывкой, $\tau_{\text{пр}} = 0,33 \text{ ч}$ [1];

$$q_{\text{пр}} = 10 \cdot 10 \cdot 60 / 1000 = 6 \text{ м}^3 / \text{м}^2$$

$$F_{\phi} = 12620 / 24 \cdot 10 - 3 \cdot 6 - 3 \cdot 0,33 \cdot 10 = 59,50 \text{ м}^2$$

Количество фильтров

$$N_{\phi} = 0,5 \sqrt{F_{\phi}} \geq 4 \quad [1] \quad (36)$$

$$N_{\phi} = 0,5 \sqrt{59,50} = 3,86 \approx 4$$

Скорость фильтрования при форсированном режиме, м/ч ;

(37)

$$U_{\phi} = \frac{U_{\text{н}} \cdot N_{\phi}}{N_{\phi} - N_1}$$

где N_1 – число фильтров, находящихся в ремонте $N_1=1$;

$$U_{\phi} = 10 \cdot 4 / 4 - 1 = 13,3 \text{ м /ч ,}$$

что удовлетворяет требованиям [1].

Площадь одного фильтра, м^2

$$f = F_{\phi} / N_{\phi} \quad (38)$$

$$f = 59,50 / 4 = 14,88 \text{ м}^2$$

Размеры фильтра в плане, м

$$f = L \times B \quad (39)$$

$$f = 4,4 \times 3,4 \text{ м}$$

Расчет дренажной системы сорбционного фильтра

Диаметр центрального коллектора дренажной системы принимается в зависимости от расхода промывной воды и скорости $U = 0,8 \div 1,2 \text{ м / с [3]}$.

Расход промывной воды, л/с

$$Q_{\text{пр}} = \omega \cdot f \quad (40)$$

$$Q_{\text{пр}} = 10 \cdot 14,88 = 148,8 \text{ л / с}$$

$$D_{\text{ц}} = 400 \text{ мм} = 0,4 \text{ м [3]}$$

Площадь дна фильтра приходящегося на каждое ответвление, м^2

$$f_{\text{отв}} = (L - D_{\text{ц}}) \cdot C / 2 \quad (41)$$

где C – расстояние между двумя соседними ответвлениями, $C = 0,3 \text{ м [1]}$;

$D_{\text{ц}}$ – наружный диаметр центрального коллектора, $D_{\text{ц}} = 0,4 \text{ м [3]}$;

$$f_{\text{отв}} = (4,4 - 0,4) \cdot 0,3 / 2 = 0,6 \text{ м}^2$$

Расход промывной воды приходящийся на каждое ответвление, л/с

$$q_{\text{отв}} = \omega \cdot f_{\text{отв}} \quad (42)$$

Согласно [1] скорость в отверстиях $U = 1,6 \div 2 \text{ м/ с}$ диаметр ответвлений $d_{\text{отв}} = 50 \text{ мм} = 0,05 \text{ м [3]}$.

Расход промывной воды приходящийся на каждый желоб, м³/с

$$q_{ж} = \frac{Q_{пр}}{n_{ж}} \cdot 1000 \quad (43)$$

где $n_{ж}$ – число желобов принимаемое с таким расчетом, чтобы расстояние между ними было не более 2,2 м, $n_{ж} = 2 [1]$;

$$q_{ж} = 148,8 / 2 \cdot 1000 = 0,074 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Ширина желоба, м

$$B_{ж} = \frac{K_{ж} \cdot \sqrt[5]{q_{ж}^2}}{(1,57 + a_{ж})^3} \quad (44)$$

где $K_{ж}$ – коэффициент, $K_{ж} = 2 [1]$;

$a_{ж}$ – отношение высоты прямоугольной части желоба и половине его ширины,
 $a_{ж} = 1,5 [1]$;

$$B_{ж} = 2 \sqrt[5]{0,074^2 / (1,57 + 1,5)^3} = 0,36 \text{ м}$$

Высота желоба, м

$$H_{жел} = 1,25 \cdot B_{жел} \quad (45)$$

$$H_{жел} = 1,25 \cdot 0,36 = 0,45 \text{ м}$$

Расстояние от поверхности фильтрующей загрузки до верхней кромки желобов,
м

$$H_{к.ж} = \frac{(H_з + a_з) + 0,3}{100} \quad (46)$$

где $H_з$ – высота слоя загрузки, м;

$$H_з = \frac{U_{преф} \cdot \tau}{60} \quad (47)$$

где $U_{ф}$ – расчетная скорость фильтрования, $U_{ф} = 10 \text{ м} / \text{ч}$;

τ - время прохождения воды через слой угля, $\tau = 10 \text{ мин}$;

$$H_з = 10 \cdot 10 / 60 = 1,7 \text{ м}$$

где $a_з$ – относительное расширение загрузки, $a_з = 50\%$;

$$H_{к.ж.} = (1,7 + 50) + 0,3 / 100 = 0,82 \text{ м}$$

Дополнительная высота над нормальным уровнем воды в фильтрах, м

$$H_{дон} = \frac{W_o}{F - (f \cdot N_1)} \quad (48)$$

где W_o – объем воды накапливающиеся за время простоя одновременно промываемых фильтров, м³;

$$W_o = q_{np} \cdot f \cdot N_1 \quad (49)$$

$$W_o = 6 \cdot 14,88 \cdot 1 = 89,28 \text{ м}^3$$

$$H_{дон} = 89,28 / (59,50 - 14,88 \cdot 1) = 2 \text{ м}$$

Полная высота фильтра, м

$$H_{\phi} = H_{н.з} + H_z + H_{жс} + H_{дон} + \Delta h \quad (50)$$

где Нп.с. – высота поддерживаемого слоя, м;

$$H_{н.с} = D_{\eta} + 0,1 \quad (51)$$

$$\text{Нп.с.} = 0,4 + 0,1 = 0,5 \text{ м}$$

Δh – превышение строительной высоты фильтра над расчетным уровнем воды, $\Delta h = 0,5 \text{ м}$ [1];

$$H_{\phi} = 0,5 + 1,7 + 0,45 + 2 + 0,5 = 5,15 \text{ м}$$

Расстояние от дна желоба до дна бокового канала, м

$$H_{кан} = \frac{(1,73 \sqrt[3]{Q_{np}^2}) \cdot 10^{-6} + 0,2}{g \cdot B_{кан}^2} \quad (52)$$

где $B_{кан}$ – ширина канала, $B_{кан} = 1 \text{ м}$ [1];

$$H_{кан} = 1,73 \sqrt[3]{((148,82) \cdot 10^{-6} / 9,8 \cdot 1^2)} + 0,2 = 0,43 \text{ м}$$

2.4.5 Проверочный расчет устройств для промывки контактных префильтров

Для промывки контактных префильтров установлены насосы, в помещении насосной станции второго подъема.

Подача насосов $Q_{пр} = 308,55 \text{ л / с} = 1110,78 \text{ м}^3 / \text{ч}$;

Требуемый напор насосов, м

$$H_{nc} = H_z + h_{nc} + h_{zn} + h + h_{преф} \quad (53)$$

где H_g – геометрическая высота подъема, м

$$H_z = Z_{преф} - Z_{nc} \quad (54)$$

$Z_{преф}$ – отметка уровня воды в префильтре, $Z_{преф} = 142,50 \text{ м}$;

Z_{nc} – отметка оси насосов, $Z_{nc} = 136,75 \text{ м}$;

h_{nc} – потери напора в коммуникациях насосной станции, $h_{nc} = 3 \text{ м}$ [10];

h_{zn} – запас напора, $h = 1 \text{ м}$;

h – потери напора в напорной станции, м;

$$h = 1,2(1000i \cdot L)/1000 \quad (55)$$

$1000i$ – потери на трение на участке длиной 1000 м, $1000i = 5,49 \text{ м}$;

L – длина напорной линии, $L = 70,50 \text{ м}$;

$$h = 1,2 (5,49 \cdot 70,50) / 1000 = 0,46 \text{ м}$$

$h_{преф}$ – потери напора в префильтре, $h_{преф} = 2,5 \text{ м}$ [1];

$$H_{nc} = 5,75 + 3 + 1 + 0,46 + 2,5 = 12,71 \text{ м}$$

Расчетные характеристики обеспечивают насосы марки Д2000 – 21, 1 рабочий, 1 резервный [18].

2.4.6 Проверочный расчет устройств для промывки сорбционных фильтров

Для промывки сорбционных фильтров установлены насосы в помещении насосной станции второго подъема.

Подача насосов $Q_{пр} = 148,80 \text{ л / с} = 535,68 \text{ м}^3 / \text{ч}$;

Требуемый напор насосов, м

$$H_{nc} = H_z + h_{nc} + h + h_{ф} \quad (56)$$

где Нг - геометрическая высота подъема, м;

$$H_z = Z_{\phi} - Z_{nc} \quad (57)$$

Z_{ϕ} – отметка уровня воды в фильтре, $Z_{\phi} = 140,0$ м;

Z_{nc} – отметка оси насосов, $Z_{nc} = 136,75$ м;

h_{nc} – потери напора в коммуникациях насосной станции, $h_{nc} = 3$ м [10];

h_{zn} – запас напора, $h_{zn} = 1$ м;

h – потери напора;

$$h = \frac{1,2(1000i \cdot L)}{1000} \quad (58)$$

$1000i$ – потери на трение на участке длиной 1000 м, $1000i = 8,39$ м [3];

L – длина напорной линии, $L = 70,50$ м

$$h = 1,2 (8,39 \cdot 70,50) / 1000 = 0,71 \text{ м}$$

h_{ϕ} – потери напора в фильтре, $h_{\phi} = 3,5$ м; [1]

$$H_g = 140,0 - 136,75 = 3,25 \text{ м}$$

$$H_{nc} = 3,25 + 3 + 1 + 0,71 + 3,5 = 11,46 \text{ м}$$

Расчетные характеристики обеспечивают насосы марки К 290 / 18, 3 рабочих, 1 резервный [18].

2.5 Расчет коммуникаций

Целью расчета является определение диаметра труб, для подачи и распределения воды между основными сооружениями. Расчет выполнен с использованием таблицы Шевелева и рекомендуемой скорости принято согласно СНиП. Результаты расчетов приведены в таблице №1.

Таблица 1 – Расчет коммуникаций

Назначение трубопровода	Расход воды, л/с	Расчетная скорость, м/с	Диаметр труб, мм	Рекомендуемая скорость, м/с
Для подачи воды в смеситель	146,06	1,08	400	0,8 ÷ 1,2
Для подачи воды на все префильтры	146,06	1,41	350	1 ÷ 1,5

Для подачи воды на префильтр	24,34	1,25	150	1 ÷ 1,5
Для отвода воды от префильтра	24,34	1,25	150	1 ÷ 1,5
Для подачи воды на сорбционный фильтр	36,52	1,06	200	1 ÷ 1,5
Для отвода воды от сорбционного фильтра	36,52	1,06	200	1 ÷ 1,5
Для отвода промывной воды от сборного канала (дренажной системы) префильтра	308,55	1,81	450	1,5 ÷ 2
Для отвода промывной воды от сборного канала (дренажной системы) фильтра	148,80	1,97	300	1,5 ÷ 2
Для подачи промывной воды на префильтр	308,55	2,98	350	≤ 2
Для подачи промывной воды на фильтр	152	2,00	300	≤ 2

2.6оборот промывных вод и обработка осадка

- контактного префильтра

Объем промывной воды, поступающий от промывки одного префильтра, м³

$$V = \frac{Q_{np} \cdot t \cdot 60}{1000} \quad (59)$$

$$V = 308,55 \cdot 7 \cdot 60 / 1000 = 129,59 \text{ м}^3$$

Объем промывной воды за сутки составит, м³

$$V_{сут} = V \cdot 2 \cdot N_{преф} \quad (60)$$

$$V_{сут} = 129,59 \cdot 2 \cdot 6 = 1555,08 \text{ м}^3$$

При равномерной откачке в час объем воды составит 64,80 м³

Следовательно, объем резервуара – аккумулятора промывной воды должно быть не менее 129,59 м³.

В проекте принят с номинальной вместимостью 150 м³, фактической вместимостью 155 м³, из сборных железобетонных элементов, В = 6м, L = 12м, Н = 3,6м, типового проект № 901 – 4 – 58,83.

Откачка промывной воды осуществляется в трубопровод перед контактной камерой.

Напор воды в трубопроводе перед контактной камерой, м

$$H = Z_{\text{кк}} - Z_{\text{ос}} \quad (61)$$

$$H = 145,00 - 134,00 = 11 \text{ м}$$

Требуемый напор насоса, м

$$H_{\text{нс}} = Z_{\text{кк}} - Z_{\text{нс}} + h + h_{\text{зн}} \quad (62)$$

где $Z_{\text{кк}}$ – отметка уровня воды в контактной камере, $Z_{\text{кк}} = 145,00 \text{ м}$;

$Z_{\text{нс}}$ – отметка оси насоса, $Z_{\text{нс}} = 136,75 \text{ м}$

h – потери напора по длине напорной линии, м

$$h = \frac{1,2(1000i \cdot L)}{1000} \quad (63)$$

где $1000i$ – потери напора на трение приходящийся на 1000 м, $1000i = 5,49 \text{ м [3]}$;

L – длина напорной линии, $L = 70,5 \text{ м}$;

$h_{\text{зн}}$ – запас напора, $h_{\text{зн}} = 1 \text{ м}$;

$$h = 1,2 (5,49 \cdot 70,5) / 1000 = 0,46 \text{ м}$$

$$H_{\text{нс}} = 145,00 - 136,75 + 0,46 + 1 = 9,71 \text{ м}$$

Подбираем насос с напором не менее 15 м, так как подача осуществляется в напорный трубопровод.

Для откачки промывной воды приняты насосы марки Д 2000 – 21, 1 рабочий, 1 резервный [18].

- сорбционного фильтра

Объем промывной воды, поступающий от промывки одного фильтра, м^3

$$V = \frac{Q_{\text{np}} \cdot t \cdot 60}{1000} \quad (64)$$

$$V = 148,8 \cdot 10 \cdot 60 / 1000 = 89,28 \text{ м}^3$$

Объем промывной воды за сутки составит, м^3

$$V_{сут} = V \cdot 2 \cdot N_{\phi} \quad (65)$$

$$V_{сут} = 89,28 \cdot 2 \cdot 4 = 714,24 \text{ м}^3$$

При равномерной откачке в час объем воды составит 29,76 м³

Следовательно, объем резервуара – аккумулятора промывной воды должно быть не менее 89,28 м³.

В проекте принят с номинальной вместимостью 100 м³, фактической вместимостью 99 м³, из сборных железобетонных элементов, В = 6м, L = 6м, Н = 3,6м, типовой проект № 901 – 4 – 58,83.

Откачка промывной воды осуществляется в трубопровод перед контактной камерой.

Напор воды в трубопроводе перед контактной камерой, м

$$H = Z_{кк} - Z_{ос} \quad (66)$$

$$H = 145,00 - 134,00 = 11 \text{ м}$$

Требуемый напор насоса, м

$$H_{нс} = Z_{кк} - Z_{нс} + h + h_{зн} \quad (67)$$

где $Z_{кк}$ – отметка уровня воды в контактной камере, $Z_{кк} = 145,00 \text{ м}$;

$Z_{нс}$ – отметка оси насоса, $Z_{нс} = 136,75 \text{ м}$;

H – потери напора по длине напорной линии, м

$$h = \frac{1,2(1000i \cdot L)}{1000} \quad (68)$$

где 1000i – потери напора на трение приходящийся на 1000 м, $1000i = 8,39 \text{ м}$ [3];

L – длина напорной линии, $L = 70,50 \text{ м}$;

$h_{зн}$ – запас напора, $h_{зн} = 1 \text{ м}$;

$$h = 1,2 (8,39 \cdot 70,50) / 1000 = 0,71 \text{ м}$$

$$H_{нс} = 145,00 - 136,45 + 0,71 + 1 = 9,96 \text{ м}$$

Подбираем насос с напором не менее 15 м, так как подача осуществляется в напорный трубопровод.

Для откачки промывной воды приняты насосы марки К 290 / 18 , 3 рабочих, 1 резервный [18].

Обработка осадка

Осадок из резервуара самотеком поступает в сгустители, после чего направляется на площадки замораживания.

Объем сгустителей, м³

$$W_{cr} = 1,3 \cdot K_{po} \cdot W_{ocч} \quad (69)$$

где K_{po} – коэффициент разбавления осадка, $K_{po} = 1,5$ [1];

$W_{ocч}$ – объем осадочной части резервуарных сооружений, м³

$$W_{ocч} = F_{рез} \cdot h_{oc} \quad (70)$$

$$W_{ocч} = 90 \cdot 0,2 = 18 \text{ м}^3$$

$$W_{сг} = 1,3 \cdot 1,5 \cdot 18 = 35,10 \text{ м}^3$$

Диаметр сгустителя, м

$$D = \frac{\sqrt{4} \cdot W_{ocч}}{N_c \cdot H \cdot \pi} \quad (71)$$

где N_c – количество сгустителей, $N_c = 2$;

H – высота слоя воды, $H = 3,5$ м [1];

$$D = \sqrt{4 \cdot 35,10 / 2 \cdot 3,5 \cdot 3,14} = 2,52 \text{ м}$$

Полезная площадь площадок, м²

$$F = \frac{K \cdot W_{cr}}{H_{np}} \quad (72)$$

где K – коэффициент, учитывающий снижение объема осадка;

$$K = \frac{100 - p}{100} \quad (73)$$

где p – процент снижения влажности осадка в сгустителе, $p = 1,7\%$ [1];

$$K = (100 - 1,7) / 100 = 0,983$$

H_{np} – глубина промерзания осадка в зимний период;

$$H_{np} = 0,017 \cdot \sqrt{\sum t} \quad (74)$$

где $\sum t$ – сумма абсолютных значений отрицательных среднесуточных температур воздуха;

Согласно [8], для Оренбургской области:

- январь - 14,8°C;
- февраль - 14,2°C;
- март - 7,7°C;
- ноябрь - 4,4°C;
- декабрь - 11,5°C;

$$\Sigma t = 52,6^{\circ} \text{ C}$$

$$H_{\text{пр}} = 0,017 \cdot \sqrt{52,6} = 0,12 \text{ м}$$

$$F = 0,983 \cdot 35,10 / 0,12 = 287,53 \text{ м}^2$$

Полная площадь площадок замораживания с учетом ее увеличения за счет площади валиков составит, м^2

$$F_{\text{пол}} = 1,2 \cdot F \quad (75)$$

$$F_{\text{пол}} = 1,2 \cdot 287,53 = 345,03 \text{ м}^2$$

2.7 Расчет реагентного хозяйства

Площадь склада для хранения коагулянта, м^2

$$F_{\text{скл}} = \frac{Q_{\text{ос}} \cdot D_{\text{к}} \cdot T_{\text{к}} \cdot \alpha}{10^4 \cdot \gamma \cdot \rho_{\text{с}} \cdot h} \quad (76)$$

где $T_{\text{к}}$ – продолжительность, хранения на складе, $T_{\text{к}} = 30$ сут. [1];

α' - коэффициент для учета дополнительной площади проходов на складе,

$$\alpha' = 1,15 [17];$$

$\rho_{\text{с}}$ – содержание безводного продукта в коагулянте, $\rho_{\text{с}} = 33,5\%$ [1];

γ - объемный вес коагулянта при загрузке склада навалом, $\gamma = 1 \text{ т} / \text{м}^3$;

h – допустимая высота слоя коагулянта, $h = 2 \text{ м}$;

$$F_{\text{скл}} = 12620 \cdot 29,75 \cdot 30 \cdot 1,15 / 10^4 \cdot 33,5 \cdot 1 \cdot 2 = 19,33 \text{ м}^2$$

Емкость растворных баков, м³

$$W_p = \frac{Q_{oc} \cdot D_k}{10^4 \cdot \gamma \cdot B_1} \quad (77)$$

где B_1 – концентрация раствора, $B_1 = 15\%$;

$$W_p = 12620 \cdot 29,75 / 10^4 \cdot 1 \cdot 15 = 2,50 \text{ м}^3 \quad (78)$$

Емкость расходных баков, м³

$$W = (B_1 / B_2) \cdot W_p \quad (79)$$

где B_2 – концентрация раствора в расходных баках, $B_2 = 10 \%$;

$$W = (15 / 10) \cdot 2,50 = 3,75 \text{ м}^3 \quad (80)$$

Площадь растворного бака, м²

$$F_p = \frac{W_p}{n_6 \cdot h} \quad (81)$$

где n_6 – число баков, $n_6 = 2$;

h – высота бака в плане, $h = 1,5 \text{ м}$;

$$F_p = 2,50 / 2 \cdot 1,5 = 0,83 \text{ м}^2$$

Размеры бака в плане, м

$$1,0 \times 1,0 \text{ м}$$

Расход воздуха для растворения коагулянта, л / с

$$Q_6 = W_6 \cdot F_p \cdot n_6 \quad (82)$$

где W_6 – интенсивность подачи воздуха, $W_6 = 10 \text{ л} / (\text{с} \cdot \text{м}^2)$;

$$Q_6 = 10 \cdot 0,83 \cdot 2 = 16,6 \text{ л} / \text{с}$$

Расход воздуха для перемешивания раствора, л / с

$$Q_6 = W_6 \cdot F_p \cdot n_6 \quad (83)$$

где W_6' – интенсивность подачи воздуха, $W_6' = 5 \text{ л} / (\text{с} \cdot \text{м}^2)$;

$$Q_6 = 5 \cdot 0,83 \cdot 2 = 8,3 \text{ л} / \text{с}$$

Расчетный расход воздуха $Q_v = 90 \text{ м}^3 / \text{ч}$;

Для подачи воздуха устанавливают воздухоувки марки ВК – 1,5;

Площадь расходного бака, м^2

$$F = \frac{W}{n \cdot h} \quad (84)$$

где n – число баков, $n = 2$;

$$F = 3,75 / 2 \cdot 2 = 0,94 \text{ м}^2$$

Размеры бака в плане, м

$$1,0 \times 1,0 \text{ м}$$

Полученный раствор из расходного бака перекачивается в обрабатываемую воду насосом – дозатором марки НД 2,5 630 / 10.

Перед поступлением в смеситель раствор прокачивается через сетчатый фильтр для очистки от примесей.

2.8 Расчет технологических емкостей

Объем резервуаров чистой воды, м^3

$$W_{рчв} = W_{рег} + W_{пож} + W_{ос} \quad (85)$$

где $W_{рег}'$ - регулирующий объем, $W_{рег}' = 466,67 \text{ м}^3 / \text{ч}$;

$W_{пож}'$ - неприкосновенный противопожарный запас, $W_{пож}' = Q_{доп} = 972 \text{ м}^3 / \text{сут}$;

$W_{ос}$ – запас на собственные нужды очистных сооружений, м^3

$$W_{ос} = (\alpha - 1) \cdot Q_{ос} \quad (86)$$

$$W_{ос} = (1,04 - 1) \cdot 12620 = 504,80 \text{ м}^3$$

$$W_{рчв} = 466,67 + 972 + 504,80 = 1943,43 \text{ м}^3$$

В соответствии с [9] в проекте приняты 2 типовых резервуара объемом 1000 м^3 каждый, 1 резервный.

Размеры $12 \times 27 \times 3,6 \text{ м}$, типовой проект принят № 901 – 4 – 59.83

Так как резервуары чистой воды одновременно служат контактными резервуарами для смешения с водой озона – воздушной смеси. Проверяем их размеры на время контакта с озоном.

Необходимая площадь поперечного сечения контактной камеры в плане, м²

$$F_{\kappa} = \frac{Q_{oc} \cdot t}{24 \cdot n \cdot H} \quad (87)$$

где t – продолжительность контакта озона с водой, t = 5 мин;

n – количество контактных камер, n = 2;

H – глубина слоя воды в контактной камере, H = 3,5 м;

$$F_{\kappa} = 12620 \cdot 5 / 24 \cdot 2 \cdot 3,5 = 376 \text{ м}^2$$

Площадь резервуаров чистой воды, м²

$$F_{pчв} = n(12 \times 27) \quad (88)$$

$$F_{pчв} = 2 (12 \times 27) = 648 \text{ м}^2$$

$$F_{\kappa} \leq F_{pчв} \quad (89)$$

$$376 \leq 648$$

Время контакта озона с водой, мин

$$t = \frac{L}{U \cdot 60} \quad (90)$$

$$t = 27 / 0,01 \cdot 60 = 45 \text{ мин,}$$

необходимое время контакта t = 5 ÷ 10 мин., обеспечивается.

Для равномерного распределения озонирования воздуха у дна контактной камеры размещаются перфорированные трубы из порошкового материала, принимаем пористые трубы.

5 Экономический раздел

5.1 Расчет амортизационных отчислений

Амортизационные отчисления, тыс. руб.

$$A = \frac{C \cdot H_a}{100} \quad (91)$$

где С – первоначальная стоимость сооружений, тыс. руб. [12];

На – общая норма амортизационных отчислений , % [22];

Нормы амортизационных отчислений по основным фондам водопроводного хозяйства, приведены в таблице 4.

Данные расчетов сводятся в таблицу 4

Таблица 4 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта	Сметная стоимость, тыс. руб.	Норма амортизации, %	Сумма амортизационных отчислений, тыс. руб.
Контактная камера	6700	4,6	308,20
Озонаторная	640	50,0	320,00
Реагентное хозяйство	2760	46,8	1291,68
Смеситель	5900	4,6	271,40
Входная камера	6700	4,6	308,20
Контактный префильтр	5900	4,6	271,40
Сорбционный фильтр	5900	4,6	271,40
Резервуар чистой воды	1400	2,7	37,80
Итого	35900	-	3080,08

5.2 Составление производственной программы

Производственная программа предприятия водопроводного хозяйства разрабатывается, исходя из потребностей населенного пункта в их услугах.

Потребность населенного пункта в воде складывается из водопотребления трех основных групп водопотребителей:

- население;

- коммунально – бытовые предприятия, предприятия общественного питания, бюджетные организации, колхозы и совхозы;
- предприятия промышленности, строительства, транспорта, связи и другие.

Количество воды, забираемой из водисточника в год, м³/год

$$Q_{год} = Q_{ср.сут} \cdot D \quad (92)$$

где Q_{ср.сут} – суточная производительность водозаборного сооружения, Q_{ср.сут} = 12620 м³ / сут.;

D – число календарных дней в году, D = 365 дней;

$$Q_{год} = 12620 \cdot 365 = 4\,606\,300 \text{ м}^3/\text{год}$$

Дальнейший расчет производственной программы сводится в таблицу 5.

Таблица 5 – Производственная программа

Наименование показателей	Номер строки	Единица измерения	Количество
Получение неочищенной воды со стороны	01	тыс. м ³	-
Пропуск воды через очистные сооружения	02	тыс. м ³	4606300
Расход воды на собственные нужды	03	тыс. м ³	47,906
То же в % к объему воды, пропущенной через очистные сооружения	04	%	1,04
Утечки и неучтенные расходы воды	05	тыс.м ³	-
То же в % к количеству воды, поданной в сеть	06	%	-
Полезный отпуск воды потребителям (Q _{реал})	07	тыс.м ³	4558,394

5.3 Определение затрат на оплату труда работников водохозяйственного предприятия

По этой статье планируется основная и дополнительная заработная плата рабочих, непосредственно участвующих в производственной деятельности водохозяйственного предприятия.

Зарплата рабочих определяется из их численности, действующих тарифных ставок и всех видов доплат. Планирование их численности производится на основе нормативов численности рабочих, занятых на работах по эксплуатации сетей, очистных сооружений. Планирование численности цехового и административно – управленческого персонала производится по штатному расписанию [10].

Общий фонд заработной платы, тыс. руб / год

$$\Phi ЗП_{общ} = З_{осн} + ЗП_{доп} + \sum Д + ПР \quad (93)$$

где ЗПосн – основная заработная плата рабочих по тарифам, тыс.руб / год;

ЗПдоп – дополнительная заработная плата рабочих (оплата отпусков, доплата бригадирам за руководство бригады, доплата подросткам в связи с сокращенным рабочим днем, оплата за время выполнения государственных обязанностей, доплаты кормящим матерям за перерывы в работе), тыс. руб / год;

$\sum Д$ – доплата рабочим за ночное время работы, за работу в выходные и праздничные дни, за переработку по графику, тыс. руб / год;

ПР – планируемый размер премий рабочих из фонда заработной платы, руб / год;

Фонд заработной платы административно – управленческого персонала планируется по итогу штатных расписаний. Премии этого персонала в фонде заработной платы не учитываются, поскольку его премирование производится из фонда потребления (ФП).

В смену затрат включаются отчисления в фонды социального страхования (выплаты по больничному листу и другие), которые для предприятия, водопроводного хозяйства составляют 38,5%, тыс.руб.

$$\Phi_{соц.стр} = \frac{\Phi ЗП_{общ} \cdot 38,5}{100} \quad (94)$$

где ФЗПобщ – общий фонд заработной платы, тыс.руб;

Все расчеты сводятся в таблицу 6.

Таблица 6 – Расчет годового фонда заработной платы

Наименование элементов затрат	Число рабочих	Месячный оклад, руб.	Годовой фонд заработной платы, руб
1	2	3	4
1 Производственные рабочие: - на очистных станциях	6	850	61200
Итого основная заработная плата	6	-	61200
Дополнительная заработная плата и сумма доплат 20%			12240
Премия 25 %			15300
Итого суммарный фонд			88740
Отчисления на социальное страхование 38,5%			34164,9

Итого с отчислениями на социальное страхование			122904,9
1	2	3	4
2 Цеховой персонал :	3	900,5	32418
- на очистных станциях	9	900,5	8104,5
- в лабораториях	6	900,5	5403
- абонементный отдел	3	900,5	32418
- общеэксплуатационный персонал			
Итого основная заработная плата	21	-	78343,5
Дополнительная заработная плата и сумма доплат 15%			11751,525
Премия 20%			15668,1
Итого суммарный фонд			105763,725
Отчисления на социальное страхование 38,5%			15668,7
Итого с отчислениями на социальное страхование			146482,759
3 Административно – управленческий персонал	12	1100	158400
Основная заработная плата			
Дополнительная заработная плата 10%			15840
Итого суммарный фонд			174240
Отчисления на социальное страхование 38,5%			67082,4
Итого с отчислениями на социальное страхование			241322,4
Всего годовой фонд заработной платы	39	-	510710,059

5.4 Определение затрат на электроэнергию

Значительная часть эксплуатационных затрат в системе водопровода составляют на электроэнергию, расходуемую на подъем воды. Стоимость электроэнергии расходуемой на другие мелкие силовые установки и механизмы, можно принять равной 10 – 20 % от расхода на основные агрегаты.

Стоимость электроэнергии, расходуемой на освещение, вентиляцию, отопление и другие хозяйственные нужды, относится на соответствующие статьи цеховых и общеэксплуатационных расходов.

Количество электроэнергии расходуемой насосами, предназначенных для подачи воды на промывку контактных префильтров и сорбционных фильтров.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \frac{Q \cdot H \cdot \rho}{\eta_{\text{общ}}} \quad (95)$$

где Q – подача воды насосами в год, тыс м³;

H - высота подъема воды, м;

ρ - удельная норма расхода электроэнергии на 1000 тонн метров, кВт · ч [10];

η_{общ} – общий средний коэффициент полезного действия установки.

Насос подаваемый воду на промывку контактного префильтра, кВт · ч

$$\text{Эгод пр.} = 9730,43 \cdot 5,75 \cdot 5,5 / 0,5 = 615449,70 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Насос подаваемый воду на промывку сорбционного фильтра, кВт · ч

$$\text{Эгод ф.} = 1305,49 \cdot 3,25 \cdot 4,5 / 0,6 = 31772,57 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

$$\text{Э}_{\text{сум}} = \text{Э}_{\text{год.пр}} + \text{Э}_{\text{год.ф}} \quad (96)$$

$$\text{Эсум} = 615449,70 + 31772,57 = 647\,222,27 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Расчет электроэнергии с учетом работы мелких механизмов, кВт · ч

$$\text{Э} = \frac{\text{Э}_{\text{сум}} \cdot 15}{100} \quad (97)$$

$$\text{Э} = 647\,222,27 \cdot 15 / 100 = 97083,34 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Сумма платы за потребленную электроэнергию, руб.

$$\text{З}_э = T_1 + \text{Э}_{\text{год}} + T_2 \cdot N_{\text{max}} \quad (98)$$

где T_1 – плата за 1 кВт · ч активной энергии, учтенной счетчиком, $T_1 = 0,7$ руб;

Эгод – годовой расход электроэнергии, $\text{Эгод} = 744\,305,61 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$;

T_2 – плата за 1 кВт заявленной максимальной мощности за год, $T_2 = 618$ руб / год;

N_{max} – заявленная максимальная мощность, участвующая в максимуме энерго - системы;

Заявленная максимальная мощность, кВт

$$N_{\text{max}} = \sum N' \quad (99)$$

где $\sum N'$ - сумма присоединенных мощностей электродвигателей, $N_{\text{max}} = 800$ кВт;

$$\text{Зэ} = 0,7 \cdot 744\,305,61 + 618 \cdot 800 = 1015413,927 \text{ руб}$$

$$\text{Эгод} = 647\,222,27 + 97083,34 = 744305,61 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

5.5 Определение затрат на реагенты

По данной статье учитываются затраты на реагенты для очистки и обеззараживания воды и материалы для нужд эксплуатации и текущего ремонта водопроводных сетей.

Стоимость реагентов рассчитывается исходя из прогрессивных норм их расхода и оптовых цен [9].

Весь расчет расходов на реагенты сводится в таблицу 7.

Таблица 7 – Определение затрат на реагенты

Наименование реагента	Норма расхода на год, т / сут	Общая потребность, т	Оптовая цена, руб / год	Сумма затрат, руб
Al (SO ₄) ₃	0,02975	10,859	154,6	1678,80

5.6 Составление сметы эксплуатационных затрат. Определение себестоимости 1 м³ воды и структура себестоимости.

Результаты всех выполненных расчетов сводятся в смету годовых эксплуатационных расходов (таблица 8).

Таблица 8 – Смета эксплуатационных затрат

Статьи затрат	Всего, руб	На единицу продукции	
		руб, м ³	%
1 Материалы	1678,800	0,000370	0,031
2 Амортизация	3080080,000	0,675694	57,262
3 Заработная плата производственных рабочих	88740,000	0,019467	1,649
4 Отчисления на социальное страхование производственных рабочих 38,5 %	34164,900	0,007495	0,635
5 Цеховые и общеэксплуатационные расходы (заработная плата цехового и административно – управленческого персонала и отчисления на социальное страхование)	387805,159	0,085075	7,210
6 Ремонтный фонд 2%	718000,000	0,157512	13,348
7 Прочие эксплуатационные затраты (содержание и ремонт сооружений и оборудования, автотранспорта, зданий, гаража и другие)	67374,084	0,014780	1,253

8 Электроэнергия	1015413,927	0,222757	18,878
Всего по смете	5393256,87	1,18	100

Себестоимость 1 м³ воды определяется, руб / м³

$$C = Z_{\text{сум}} / Q_{\text{реал}} \quad (100)$$

где Z_{сум} – сумма годовых эксплуатационных затрат, руб

Q_{реал} – количество воды, поданной потребителям за год, Q_{реал} = 4558,394 тыс. м³

$$C = 5393256,87 / 4558,394 = 1,18 \text{ тыс. руб}$$

5.7 Определение основных технико – экономических показателей. Выводы и предложения.

Доход от реализации услуг водохозяйственного предприятия, руб

$$D = Q_{\text{реал}} \cdot T \quad (101)$$

где T – тариф за услуги водопровода, руб / м³

$$T = 1,25 \cdot C \quad (102)$$

$$T = 1,25 \cdot 1,18 = 1,475 \text{ руб / м}^3$$

$$D = 4558,394 \cdot 1,475 = 6723,63 \text{ руб}$$

Прибыль от реализации услуг водопровода, руб

$$P = D - C_{\text{полн}} \quad (103)$$

$$P = 6723,63 - 5393,257 = 1\,360,373 \text{ тыс. руб}$$

Уровень рентабельности водохозяйственной организации, %

$$P = \frac{P}{C_{\text{полн}}} \cdot 100\% \quad (104)$$

$$P = (1\,360,373 / 5393,257) \cdot 100 \% = 25 \%$$

Основные технико – экономические показатели сводятся в ведомость (таблица 9).

Таблица 9 – Основные технико – экономические показатели

Наименование показателей	Единица измерения	Количество
1	2	3
1	2	3
1 Годовая мощность водопровода	тыс. м ³	4 606, 300
2 Суточная проектная мощность водопровода	тыс. м ³	12,620
3 Полная себестоимость воды	Руб	5393256,870
4 Себестоимость 1 м ³ воды	Руб	1,180
5 Прибыль	тыс. руб	1 360,373
6 Рентабельность водохозяйственной организации	%	25
7 Стоимость ОПФ	тыс. руб	35900
8 Удельные капитальные вложения на 1 м ³ реализован - ной воды	Руб	7,876
9 Списочная численность рабочих	чел.	39
10 Годовой фонд заработной платы	тыс.руб	510710,059
11 Годовое потребление электроэнергии	млн.кВт · ч	0,74430561

Вывод:

Таким образом:

- себестоимость 1 м³ воды составила 1,18 руб.;
- ежегодная прибыль 1 360,373 тыс. руб.;
- рентабельность по цеху водоснабжения составила 25%.

ЛИТЕРАТУРА

6. СНИП 2. 04. 02 – 84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения, Москва: Стройиздат, 1985 – 136 с.

7. А.Е. Белан, П.Д. Хоружий. « Проектирование и расчет устройств водоснабжения », Киев: Будівельник, 1981 – 303 с.

8. Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справочное пособие, Москва: Стройиздат, 1984 – 116 с.

9. Н.С. Трегубенко. Водоснабжение и водоотведение. Примеры расчетов, Москва: Высшая школа, 1989 – 352 с.

10. СанПиН 2.1.4.559 – 96. Организация контроля за качеством питьевой воды.

6. ГОСТ 2874 – 82. Вода питьевая.

7. А.И. Роговец. Санитарно – эпидемиологическая оценка состояния питьевого водоснабжения в Российской Федерации, Водоснабжение и санитарная техника № 12, 1998г.

11.СНИП 2. 01. 01 – 82. Строительная климатология и геофизика, Москва: Стройиздат, 1983 г.

12.Б.Ф. Белецкий и другие. Конструкции водопроводно – канализационных сооружений, Москва: Стройиздат, 1987 – 448 с.

13. М.В. Зацепин. Курсовое и дипломное проектирование водопроводных и канализационных сетей и сооружений, Ленинград: Стройиздат, 1981 – 176 с.

14.Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов, В. И. Калицун. Примеры расчетов канализационных сооружений, Москва: Стройиздат, 1987 – 255 с.

15.Справочник проектировщика (под редакцией В. Н. Самохина). Канализация населенных мест и промышленных предприятий, Москва: Стройиздат, 1981г.

16. Н.Н. Карзухин, В.М. Трескунов. Охрана труда в водопроводно – канализационном хозяйстве, Москва: Стройиздат, 1983 – 191 с.

17. В.И. Брежнев, В.М. Трескунов. Охрана труда при эксплуатации систем водоснабжения и канализации, Москва: Стройиздат, 1983 – 279 с.

18. Т.А. Карюхина, И.Н. Чурбанов. Контроль качества воды, Москва: Стройиздат, 1986 – 159с.

19. Справочник проектировщика (под редакцией М. А.Назарова). Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий. Москва, Стройиздат, 1981 г.

20. В.Ф. Кожин. Очистка питьевой и технической воды. Москва: Стройиздат, 1971 – 30 с.

21. В.Я. Карелин, А.В. Минаев. Насосы и насосные станции. Москва: Стройиздат, 1981 г.

22. С. Попкович, А.А. Кузьмин. « Автоматизация систем водоснабжения и канализации ». Москва: Стройиздат, 1983 – 152 с.

23. Г.И. Николадзе. Водоснабжение. Москва: Стройиздат, 1989 – 496 с.

24. Г.И. Николадзе, Д.М. Минц, А.А. Кастальский. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения. Издательство « Высшая школа », 1984 – 368 с.

25. В.Д. Дмитриев. Справочник. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения, Ленинград: Стройиздат, 1988 – 383 с.