

Министерство образования Республики Беларусь
УО «Полесский государственный университет»

**Г.А. РАЙЛЯН, Н.В. ВАСИЛЬЕВА,
А.И. КОЗЛОВ, Т.В. КОЗЛОВА**

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЫБХОЗА

Методические указания для выполнения курсовых работ
по дисциплине «Технические средства аквакультуры»
для студентов биотехнологического факультета
специальности 1-74 03 03 «Промышленное рыбоводство»
специализации 1-74 03 02 «Технология переработки
рыбной продукции»

Пинск
ПолесГУ
2014

УДК 628.88 (072)
ББК 47.2я73
Т38

Р е ц е н з е н т ы:
доктор биологических наук Л.С. Цвирко;
кандидат технических наук В.А. Немиро

У т в е р ж д е н о
научно-методическим советом ПолесГУ

Райлян, Г.А.

Т38 **Техническое обеспечение рыбхоза : методические указания / Г.А. Райлян [и др.]. – Пинск : ПолесГУ, 2014. – 55 с.**

ISBN 978-985-516-338-2

В методических указаниях изложены методики определения расхода воды на снабжение рыбного хозяйства и расчета сооружений по улучшению качества воды, указаны методы повышения продуктивности водоемов и технические средства производственных процессов получения товарной рыбы.

Методические указания разработаны для выполнения курсовых работ по дисциплине «Технические средства аквакультуры»; адресованы студентам биологического факультета специальности 1-74 03 03 – промышленное рыбоводство специализации 1-74 03 02 «Технология переработки рыбной продукции».

УДК 628.88 (072)
ББК 47.2я73

ISBN 978-985-516-338-2

© УО «Полесский государственный университет», 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Общая характеристика рыбхоза	6
2. Определение площади нагульных прудов и объемов бассейнового хозяйства	7
3. Определение потребности в воде АХЦ и бассейнового хозяйства	9
3.1 Определение потребности в воде бассейнового хозяйства	9
3.2 Определение потребности в воде АХЦ хозяйства	9
4. Водозабор воды для рыбхоза	11
4.1 Расчет водозабора из открытого источника	11
4.2 Расчет насосной станции I подъема	18
4.3 Расчет водозабора подземных вод для АХЦ	20
5. Сооружения водоподготовки	26
5.1 Выбор технологической схемы очистки воды и состава сооружений	26
5.2 Реагентное хозяйство	27
5.3 Расчет вихревого смесителя гидравлического типа	32
5.4 Расчет вертикального отстойника со встроенной водоворотной камерой хлопьеобразования	35
5.5 Расчет однослойного однопоточного безнапорного скорого фильтра	38
5.6 Резервуар чистой воды	42
5.7 Обеззараживание воды	42
5.8 Биологическая очистка воды	43
6. Технические средства рыбхоза	45
6.1 Средства для борьбы с водной растительностью	45

6.2 Средства для насыщения кислородом	46
6.3 Расчет потребности в удобрениях и подбор средств для их внесения	46
6.4 Расчет потребности в кормах и подбор средств для их внесения	48
6.5 Средства для облова, сортировки, контроля и управления процессами выращивания рыбы	49
Литературные источники	50
Приложения	51

ВВЕДЕНИЕ

В условиях постоянного роста населения планеты все большую актуальность приобретает проблема обеспечения людей продуктами питания.

Решением этой проблемы является развитие аквакультуры, и производство товарной рыбы в промышленных масштабах в частности. Большое влияние на качество и скорость выращивания рыбы оказывает состав используемой воды.

Почти все водоисточники имеют отклонения качественных показателей воды от нормативов. Для обеспечения требуемого качества воды, которую используют в рыбохозяйственных целях, необходимо грамотно рассчитать параметры и подобрать водозаборные сооружения, и включить в схему рабочего процесса современные технические средства ее очистки.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЫБХОЗА

При характеристике прудового хозяйства дается описание административных и природных условий объекта: географическое и административно-хозяйственное положение, характеристика рельефа и оценка пригодности участка местности под строительство рыбоводного хозяйства.

Также в этом разделе указывается гидрохимическая и гидробиологическая оценка водоисточника в сопоставлении с нормативными показателями, принятыми в рыбоводстве, определяется видовой состав разводимых рыб, объем товарной продукции.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ НАГУЛЬНЫХ ПРУДОВ И ОБЪЕМОВ БАССЕЙНОВОГО ХОЗЯЙСТВА

В зависимости от организации и завершенности процесса выращивания рыбы различают следующие системы хозяйств:

- 1) полносистемные;
- 2) хозяйство-рыбопитомник;
- 3) нагульное хозяйство.

В курсовой работе принимаем нагульное рыбоводное хозяйство, работающее с двухлетним оборотом выращивания рыбы.

Нагульные пруды предназначены для выращивания товарной (столовой) рыбы. Размеры этих прудов определяются рельефом местности, однако для удобства эксплуатации их целесообразнее строить площадью 50–150 га, так как рыбоводная практика показывает, что рыбопродуктивность прудов в значительной степени зависит от их размеров.

Для определения общей площади нагульных прудов можно применить следующую формулу:

$$F_{\text{н.пр}} = \frac{P_1}{\Pi_1}, \text{ га,}$$

где P_1 – масса товарного карпа, кг (исходные данные);
 Π_1 – рыбопродуктивность одного гектара пруда, кг/га (исходные данные).

Для определения общего объема бассейнового хозяйства применяют следующую формулу:

$$W_{\text{б.х}} = \frac{P_2}{\Pi_2}, \text{ м}^3,$$

где P_2 – масса товарной форели, кг (исходные данные);
 Π_2 – плотность посадки форели, кг/м³ (исходные данные).

В рыбоводстве используют бассейны различной формы: круглые, прямоугольные, овальные с перегородкой.

Преимущество прямоугольных бассейнов заключается в эффективном использовании полезной площади.

Для выращивания форели будут применяться прямоугольные бассейны (**Рис. 1**).

Уровень воды в бассейне $h_{в.б} = 1$ м;

высота бассейна $h_б = 1,25$ м;

ширина бассейна $b_б = 2,5$ м, длина бассейна $l_б = 4,0$ м.

Объем одного бассейна равен:

$$W_1 = h_{в.б} \times b_б \times l_б, \text{ м}^3.$$

Необходимое количество бассейнов определяется по формуле:

$$n_б = \frac{W_{б.х}}{W_1}$$

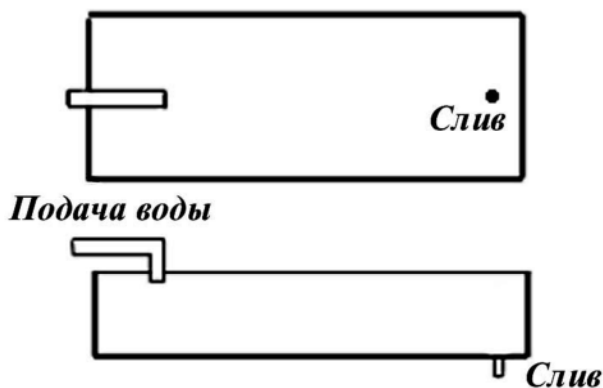


Рис. 1 – Прямоугольный бассейн

Для удаления отходов из прямоугольного бассейна под его дном устроен лоток, из концевой части которого откачивают воду. Лоток накрывают крышкой, но так, чтобы она находилась на расстоянии 1–2 см выше дна бассейна. Крышка обеспечивает горизонтальное поступление воды и твердых отходов в лоток. Выкачиваемая из лотка вода уносит с собой отходы. Чтобы твердые частицы не оседали в лотке, скорость воды в нем должна превышать 0,8 м/с.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ВОДЕ АХЦ И БАСЕЙНОВОГО ХОЗЯЙСТВА

3.1 Определение потребности в воде бассейнового хозяйства

Время полной смены воды в бассейне составляет 15–20 мин. (т.е. необходимо осуществлять 3–5-кратный обмен воды за 1 час), поэтому потребность в воде бассейнового хозяйства определяется следующим образом:

$$Q_{б.х} = W_{б.х} \times n_c, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где n_c – кратность смены воды за 1 ч.

3.2 Определение потребности в воде АХЦ хозяйства

Среднесуточный объем потребляемой воды в административно-хозяйственном центре (АХЦ) рыбоводного хозяйства можно определить, исходя из количества водопотребителей и среднесуточной нормы водопотребления воды, по формуле:

$$Q_{i \text{ сут}}^{\text{ср}} = N_i \times q_i \times 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{сут},$$

где N_i – количество водопотребителей, чел., единиц, шт. (исходные данные);

q_i – среднесуточная норма потребления воды потребителями, л/сут (**Таблица 1**).

Необходимо учитывать, что изо дня в день и на протяжении суток вода расходуется неравномерно, достигая в определенные промежутки времени максимальных значений, которые должны быть обеспечены водозаборными со-

оружениями. Максимальный суточный расход потребителя определяют по зависимости:

$$Q_{i \text{ сут}}^{\max} = Q_{i \text{ сут}}^{\text{ср}} \times k_{\text{сут}}, \text{ м}^3/\text{сут},$$

где $k_{\text{сут}}$ – коэффициент суточной неравномерности, $k_{\text{сут}} = 1,1-1,3$.

Максимальный часовой расход потребителя равен:

$$Q_{i \text{ ч}}^{\max} = \frac{Q_{i \text{ сут}}^{\max} \times k_{\text{ч}}}{24}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $k_{\text{ч}}$ – коэффициент часовой неравномерности, $k_{\text{ч}} = 1,8-2$.

Результаты расчетов сводятся в **Таблицу 1**.

Таблица 1 – Суточное и часовое водопотребление объектов АХЦ

Наименование объектов	Единицы измерения	Количество потребителей, N_i	Норма водопотребления, q_i , л/сут	Среднесуточный расход, $Q_{i \text{ сут}}^{\text{ср}}$, м ³ /сут	Коэффициент суточной неравномерности, $k_{\text{сут}}$	Максимальный суточный расход, $Q_{i \text{ сут}}^{\max}$, м ³ /сут	Коэффициент часовой неравномерности, $k_{\text{ч}}$	Максимальный часовой расход, $Q_{i \text{ ч}}^{\max}$, м ³ /ч
Административное здание	чел.		10					
Столовая	мест		25					
Общежитие	мест		100					
Душевая	чел.		75					
Котельная	м ³ /сут	–	–	–	–			
Гараж: –автомобили; –трактора	шт.		500; 150					
Итого:								

4. ВОДОЗАБОР ВОДЫ ДЛЯ РЫБХОЗА

4.1 Расчет водозабора из открытого источника

Водозабор должен обеспечить пропуск расхода необходимого для бассейнового хозяйства.

Расчетный расход водозабора определяют по формуле:

$$Q_{\text{водоз}} = \frac{\alpha Q_{\text{б.х}}}{3600}, \text{ м}^3/\text{с},$$

где α – коэффициент, учитывающий собственные нужды водопровода ($\alpha = 1,09-1,1$).

В курсовой работе принимаем русловой водозабор раздельного типа. Расчетная схема руслового водозабора раздельного типа дана на **Рис. 2**.

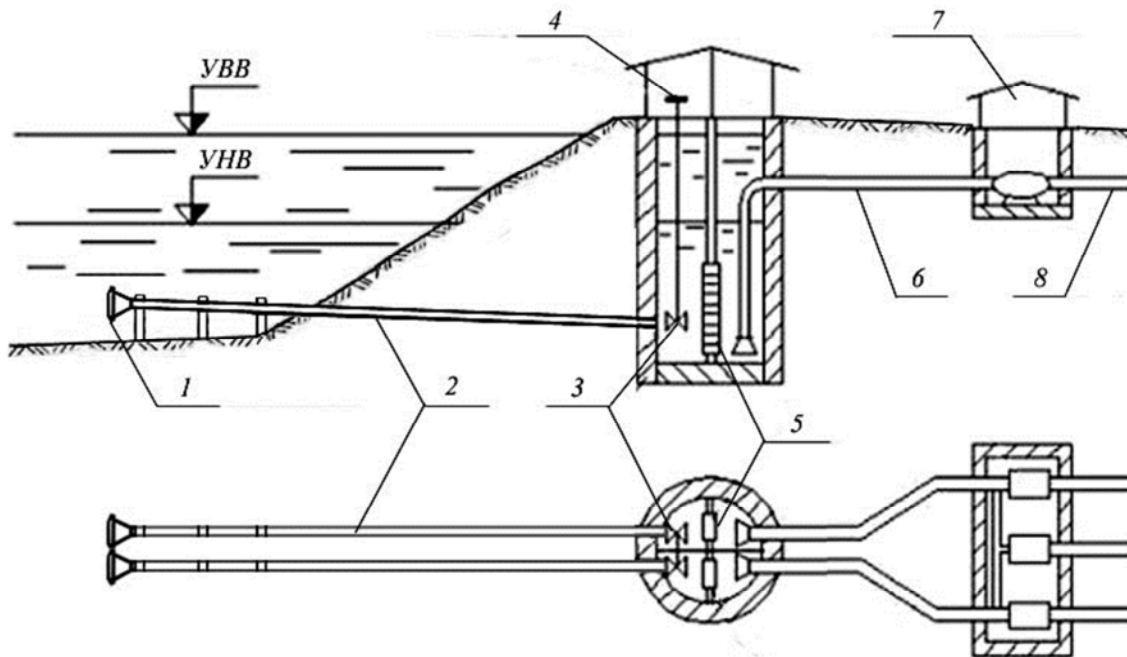


Рис. 2 – Русловой водозабор раздельного типа:

1 – оголовок; 2 – самотечные трубы; 3 – задвижка;

4 – колонка управления задвижками; 5 – сетка;

6,8 – всасывающие и нагнетательные трубы; 7 – насосная станция I подъема

Принимаем оголовок незащищенного типа, так как река несудоходна и не используется для лесосплава. Согласно СНиП 2.04.02–84, верх оголовка должен размещаться ниже кромки льда не менее чем на 0,2 м, а низ должен быть выше дна водоема не менее чем на 0,5 м.

Водоприемник устраиваем в виде наклонного стояка с воронкой (раструбом) (Рис. 3). Входные отверстия воронок располагаем по течению реки и перекрываем сороудерживающими решетками.

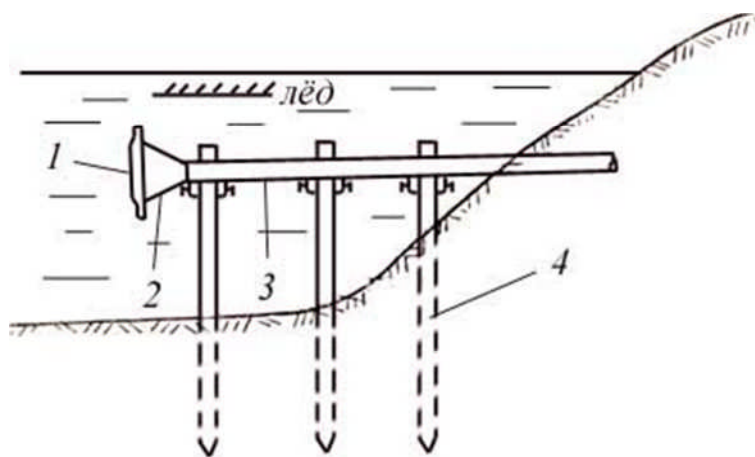


Рис. 3 – Незащищенный водоприемник:

1 – сороудерживающая решетка; 2 – раструб; 3 – самотечный водовод; 4 – сваи

Расчет приемного оголовка

Площадь входных отверстий водоприемников определяем, исходя из скорости входа воды, с учетом стеснения сороудерживающими решетками от засорения, по формуле:

$$F_{\text{огол}} = 1,25 \times \frac{Q_{\text{секц}}}{V_{\text{вх}}} \times k_{\text{реш}}, \text{ м}^2,$$

где 1,25 – коэффициент, учитывающий засорение отверстий;

$Q_{\text{секц}}$ – расчетный расход одной секции одного трубопровода, м³/с;

$v_{\text{вх}}$ – скорость входа воды в водоприемные отверстия, по СНиП $v_{\text{вх}} = 0,1-0,4$ м/с;

$k_{\text{реш}}$ – коэффициент, учитывающий стеснение отверстий стержнями решетки, $k_{\text{реш}} = 1-2$.

Поскольку принятый в курсовой работе русловой водозабор раздельного типа имеет две секции трубопроводов, то расчетный расход одной секции равен:

$$Q_{\text{секц}} = 0,5Q_{\text{водоз}}, \text{ м}^3/\text{с}.$$

Диаметр входной воронки определяется по формуле:

$$d_{\text{огол}} = \sqrt{\frac{4F_{\text{огол}}}{\pi}}, \text{ м}.$$

По полученной площади $F_{\text{огол}}$ принимается ближайшая стандартная решетка (**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**) с просветом окна большим, чем рассчитанный диаметр входной воронки. Размеры входных отверстий принимают конструктивно с учетом стандартных размеров решеток.

Принятую решетку проверим на случай отключения при аварии одной линии самотечных труб, приняв расход по одной линии, равный $0,7Q_{\text{водоз}}$, тогда скорость входа:

$$v_{\text{вх}} = \frac{1,25 \times 0,7Q_{\text{водоз}}}{F_{\text{р}}} \times k_{\text{реш}}, \text{ м/с},$$

где $F_{\text{р}}$ – площадь принятой сородерживающей решетки, м^2 .

Полученное значение $v_{\text{вх}}$ не должно превышать $0,3$ м/с.

Расчет самотечных линий

Исходя из надежности работы водозабора принимаем водовод из двух самотечных линий, проложенных с обратным уклоном из стальных труб. Стальные трубы хорошо со-

противляются ударам плавающих предметов и не разрушаются при образовании под ними местных промоин.

Расчет самотечной линии заключается в определении диаметра водовода и потерь напора в нем, исходя из следующих требований: скорость течения воды в трубе должна быть не менее скорости течения в реке $v_{тр} \geq v_p$ и не менее незаиляющей скорости 0,7 м/с (СНиП 2.04.02-84).

Для расчета можно принять $v_{тр} = v_p$ (исходные данные). Площадь поперечного сечения самотечных труб равна:

$$F_{сам} = \frac{Q_{секц}}{v_{тр}}, \text{ м}^2.$$

Диаметр самотечных труб определяется следующим образом:

$$d_{сам} = \sqrt{\frac{4F_{сам}}{\pi}}, \text{ м}.$$

Принимаем стандартный диаметр (**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**), округляя его в меньшую сторону, и проверяем скорость в трубе на условие незаиляемости:

$$v_{тр.расч} = \frac{Q_{секц}}{0,785d_{сам}^2} > 0,7 \text{ м/с}$$

Потери напора определяют как сумму потерь на местное сопротивление $\sum h_{местн}$, поскольку при малой длине трубопровода (самотечных труб) они составляют значительную величину, и потерь напора по длине $h_{дл}$:

$$\sum h = \sum h_{местн} + h_{дл};$$

$$\sum h_{местн} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \text{ м},$$

где h_1 – потери напора в решетке (на входе). Принимаем $h_1 = 0,1$ м;

h_2 – потери на вход, м;

h_3 – потери напора в фасонных частях (тройнике) и арматуре (задвижке) на самотечных линиях, м;

h_4 – потери напора на выходе (на вход в колодец), м.

Величину потерь h_2 , h_3 и h_4 можно определить по следующим формулам:

$$h_2 = \xi_{\text{вх}} \frac{v_{\text{тр. расч}}^2}{2g}, \text{ м};$$

$$h_3 = (\xi_{\text{фас}} + \xi_{\text{арм}}) \times \frac{v_{\text{тр. расч}}^2}{2g}, \text{ м};$$

$$h_4 = \xi_{\text{вых}} \frac{v_{\text{тр. расч}}^2}{2g}, \text{ м},$$

где $\xi_{\text{вх}}$, $\xi_{\text{фас}}$, $\xi_{\text{арм}}$ и $\xi_{\text{вых}}$ – коэффициенты гидравлического сопротивления при входе в раструб, в фасонных частях (тройнике), запорной арматуре (задвижке) и на выходе самотечной линии соответственно – при курсовом проектировании следует принять: $\xi_{\text{вх}} = 0,1$; $\xi_{\text{фас}} = 0,1$; $\xi_{\text{арм}} = 0,1$; $\xi_{\text{вых}} = 1$.

Величина потерь по длине одной линии самотечных труб равна:

$$h_{\text{дл}} = A \times k_{\text{труб}} \times l \times Q_{\text{секц}}^2, \text{ м},$$

где A – удельное сопротивление трубопровода, которое зависит от диаметра и материала труб, $\text{с}^2/\text{м}^6$ (**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**);

$k_{\text{труб}}$ – поправочный коэффициент (**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**);

l – длина самотечных труб, определяется по профилю, м, для курсовой работы $l = 17,5$ м.

Расчет берегового колодца

Расчетная схема берегового колодца приведена на Рис. 4.

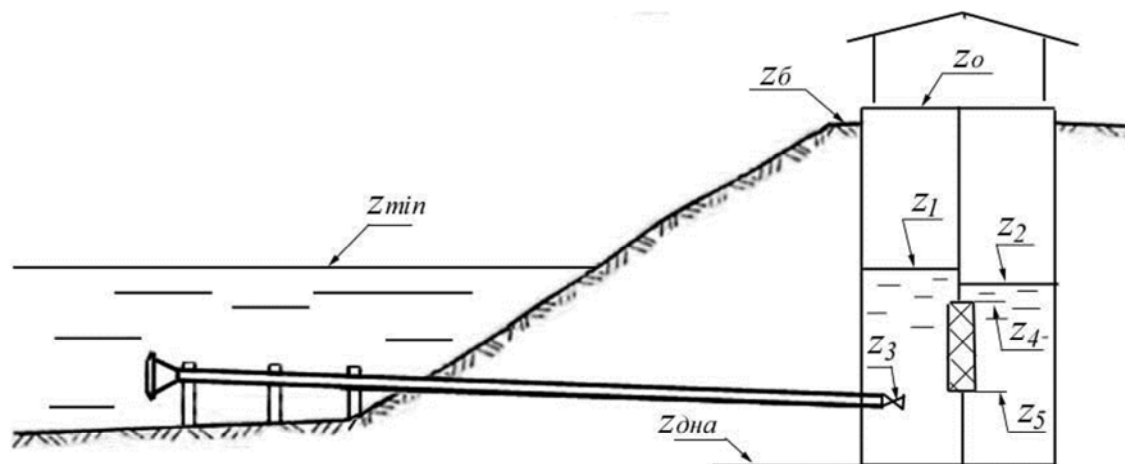


Рис. 4 – Расчетная схема берегового колодца

Определим уровень воды в приемном отделении берегового колодца при низком уровне воды в реке. Z_{min} (исходные данные):

$$Z_1 = Z_{min} - \sum h, \text{ м.}$$

Отметки уровней воды во всасывающем отделении принимают ниже, чем в приемном, на 0,1 метра:

$$Z_2 = Z_1 - 0,1, \text{ м.}$$

Отметка выхода самотечных труб в приемном отделении берегового колодца должна быть ниже уровня воды в нем не менее чем на 0,3 м.

$$Z_3 = Z_1 - (0,3-0,5), \text{ м.}$$

Между приемным и всасывающим отделениями устанавливают плоскую съемную сетку, размеры которой определяют по скорости прохода воды через ячейки в свету:

$$F_{\text{сет}} = \frac{1,25 \times Q_{\text{секц}} \times k_{\text{вх}}}{v_{\text{сет}}}, \text{ м}^2,$$

где $k_{\text{вх}}$ – коэффициент, учитывающий стеснение входа стержнями решеток, в курсовой работе принимаем $k_{\text{вх}} = 2,0$;

$v_{\text{сет}}$ – скорость воды через сетку, в курсовой работе принимаем $v_{\text{сет}} = 0,4$ м/с.

Верх сетки устанавливают на 10–20 см ниже минимального уровня воды во всасывающем отделении:

$$z_4 = z_2 - (0,1-0,2), \text{ м.}$$

Отметка дна берегового колодца определяется по зависимости:

$$z_{\text{дна}} = z_3 - (d_{\text{сам}} + 1), \text{ м.}$$

Отметка низа сетки должна отстоять на 0,5–0,7 м выше дна колодца:

$$z_5 = z_{\text{дна}} + (0,5-0,7), \text{ м.}$$

Высота сетки $h_{\text{сет}} = z_4 - z_5$, м.

Ширина сетки равна:

$$b_{\text{сет}} = \frac{F_{\text{сет}}}{h_{\text{сет}}}, \text{ м.}$$

По рассчитанным ширине и высоте принимаем ближайшую стандартную плоскую съемную сетку (**ПРИЛОЖЕНИЕ 4**).

Определяем диаметр трубы всасывающей линии по формуле:

$$d_{\text{вс}} = \sqrt{\frac{Q_{\text{секц}}}{0,785 \times v_{\text{вс}}}}, \text{ м},$$

где $v_{\text{вс}}$ – скорость воды во всасывающей трубе, м/с,
 $v_{\text{вс}} = 1,2-2$ м/с.

Принимают диаметр всасывающих труб в соответствии со стандартом (**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**).

Диаметр воронки на концах всасывающих труб равен:

$$d_{\text{вор}} = (1,2-1,5)d_{\text{вс}}, \text{ м}.$$

Отметка пола надземной части берегового колодца равна:

$$z_0 = z_6 + 1, \text{ м},$$

где z_6 – отметка берега, м (исходные данные).

Диаметр колодца равен:

$$d_{\text{кол}} = 4 \times b_{\text{п.сет}} + 1, \text{ м},$$

где $b_{\text{п.сет}}$ – ширина принятой стандартной сетки, м.

Высота подземной части берегового колодца равна:

$$h_{\text{п.ч}} = z_0 - z_{\text{дна}}, \text{ м}.$$

4.2 Расчет насосной станции I подъёма

Насосную станцию размещаем в 30 м от берегового колодца на отметке на 1,5 м выше пола надземной части берегового колодца. В ней предусматриваем рабочие и резервные

насосы, которые подают воду на очистные сооружения. Так как сооружения относятся ко второму классу, принимаем два рабочих насоса и один резервный.

Подача насосной станции $Q_{н.ст}$ равна расчетному расходу водозабора $Q_{водоз}$, а подача одного насоса $Q_{н.1}$ равна расчетному расходу одной секции $Q_{секц}$.

Напор насоса определяется по зависимости:

$$H_n = H_r + \sum h_{б.к-о.с}, \text{ м,}$$

где H_r – геометрическая высота;

$\sum h_{б.к-о.с}$ – суммарные потери напора при движении воды от берегового колодца до очистных сооружений, м.

Геометрическая высота равна:

$$H_r = z_{см} - z_{\min \text{ в.с}}, \text{ м,}$$

где $z_{см}$ – отметка воды в смесителе, которую принимают выше отметки земли у очистной станции на 4–4,5 м;

$z_{\min \text{ в.с}}$ – минимальная отметка установки всасывающих труб насосов во всасывающем отделении берегового колодца (на уровне низа съемной сетки колодца).

Суммарные потери напора при движении воды от берегового колодца до очистных сооружений равны:

$$\sum h_{б.к-о.с} = 1,1 \times A \times k_{\text{труб}} \times l \times Q_{\text{водоз}}^2,$$

где 1,1 – коэффициент, учитывающий местные потери напора.

Для определения суммарных потерь необходимо знать диаметр водовода, идущего к очистным сооружениям, который можно вычислить, зная расход и скорость, рекомендуемую в пределах $v_{оч} = 0,7–1,0$ м/с. Принимаем две линии водоводов, тогда расход воды $Q_{оч} = Q_{секц}$.

Диаметр водоводов равен:

$$d_B = \sqrt{\frac{Q_{оч}}{0,785 \times v_{оч}}}, \text{ м.}$$

Марку насоса подбираем по каталогам, исходя из рассчитанных напора и расхода.

4.3 Расчет водозабора подземных вод для АХЦ

На территории рыбхоза располагается водоносный пласт на глубине 30 м от поверхности земли. Забор воды для нужд АХЦ рыбхоза осуществляется посредством вертикального водозабора (буровой скважины). Вода из этого водоносного пласта отличается чистотой и отвечает требованиям Сан ПиН 10–124 РБ 99 «Питьевая вода».

Схема буровой скважины представлена на **Рис. 5**.

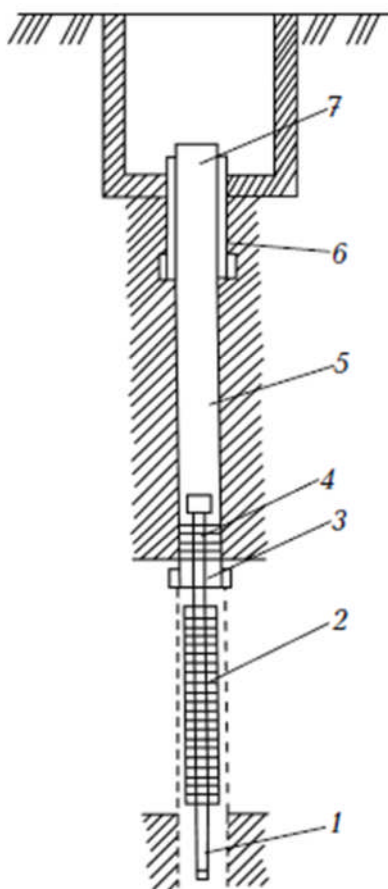


Рис. 5 – Схема водозаборной скважины:

- 1 – отстойник фильтра;
- 2 – фильтр (рабочая часть);
- 3 – надфильтровая труба;
- 4 – сальник; 5 – ствол;
- 6 – направляющая труба (кондуктор);
- 7 – устье

Водозаборная скважина имеет следующие основные части: ствол, закрепленный трубами, устье и водоприемную часть, оборудованную фильтром.

Устье скважины закрепляют направляющей трубой, которая при бурении придает стволу вертикальное направление.

В верхней части ствола располагают первую колонну обсадных труб – кондуктор, который препятствует просачиванию в скважину загрязненных поверхностных вод и служит для перекрытия верхних горизонтов грунтовых вод (верховодок). Ствол скважины от кондуктора до намеченного к использованию водоносного пласта закрепляют одной или несколькими колоннами труб.

Фильтр (фильтровая колонна) состоит из следующих частей: рабочей части, отстойника и надфильтровой трубы. Рабочая часть (собственно фильтр) служит для приема воды из водоносного пласта, а отстойник (отрезок глухой трубы длиной от 1 до 2 м) – для сбора вынесенных частиц песка. Надфильтровая труба предназначена для сопряжения фильтра с эксплуатационной колонной обсадных труб посредством сальника.

Расчет водозабора:

1. Определяем потребность в воде административно-хозяйственного центра по формуле:

$$Q_{\text{вод}}^{\text{АХЦ}} = \frac{\alpha \times Q_{\text{сут}}^{\text{max}}}{T_{\text{вод}}} + Q_{\text{доп}}^{\text{АХЦ}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где α – коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды водопровода, $\alpha = 1,09-1,1$;

$T_{\text{вод}}$ – время работы водозабора (16 ч);

$Q_{\text{доп}}^{\text{АХЦ}}$ – дополнительный расход воды для пополнения противопожарного запаса, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Дополнительный расход воды для наполнения противопожарного запаса определяется по формуле:

$$Q_{\text{доп}}^{\text{АХЦ}} = \frac{3,6 \times (Q_{\text{нп}} + Q_{\text{вн. п}}) \times T_{\text{пож}}}{T_{\text{восст}}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $Q_{\text{нп}}$ – расход на наружный пожар, 10–12,5 л/с;

$Q_{\text{вн. п}}$ – расход на внутренний пожар 5 л/с;

$T_{\text{пож}}$ – расчетная длительность пожара, 3 ч;

$T_{\text{восст}}$ – время восстановления пожарного запаса, 36 ч.

2. Принимаем производительность скважины, равной потребности в воде административно-хозяйственного центра:

$$Q_{\text{скв}} = Q_{\text{вод}}^{\text{АХЦ}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где число скважин: 1 рабочая и 1 резервная.

3. Определяем понижение уровня воды в скважине:

$$S_{\text{скв}} = \frac{Q_{\text{скв}}}{q_{\text{уд}}}, \text{ м},$$

где $q_{\text{уд}}$ – удельный дебит скважины, м³/ч на 1 м (исходные данные).

4. Определяем положение (глубину) динамического уровня в скважине (относительно поверхности земли):

$$h_{\text{дин}} = h_{\text{стат}} + S_{\text{скв}}, \text{ м},$$

где $h_{\text{стат}}$ – статистический уровень воды в скважине (исходные данные).

5. Определяем местоположение насоса (глубину погружения) в скважине (на 5–10 м под уровень воды в скважине):

$$h_{\text{нас}} = h_{\text{дин}} + (5-10), \text{ м}.$$

6. Расчет фильтра производится по следующей формуле:

$$L_p = \frac{\alpha_\phi \times Q_{\text{СКВ}}}{d_\phi}, \text{ м,}$$

где L_p – расчетная длина рабочей части, м;
 α_ϕ – коэффициент, зависящий от водопроницаемости пород (Таблица 2);

Таблица 2 – Значение коэффициента α_ϕ для определения длины рабочей части фильтра

Порода	Коэффициент фильтрации k , м ³ /сут	α_ϕ
Песок: мелкий средний крупный	2–5	90
	5–15	60
	15–30	50
Гравий	30–70	30

d_ϕ – диаметр рабочей части фильтра, мм.

При выполнении курсовой работы диаметр рабочей части фильтра следует принять $d_\phi = 168$ мм.

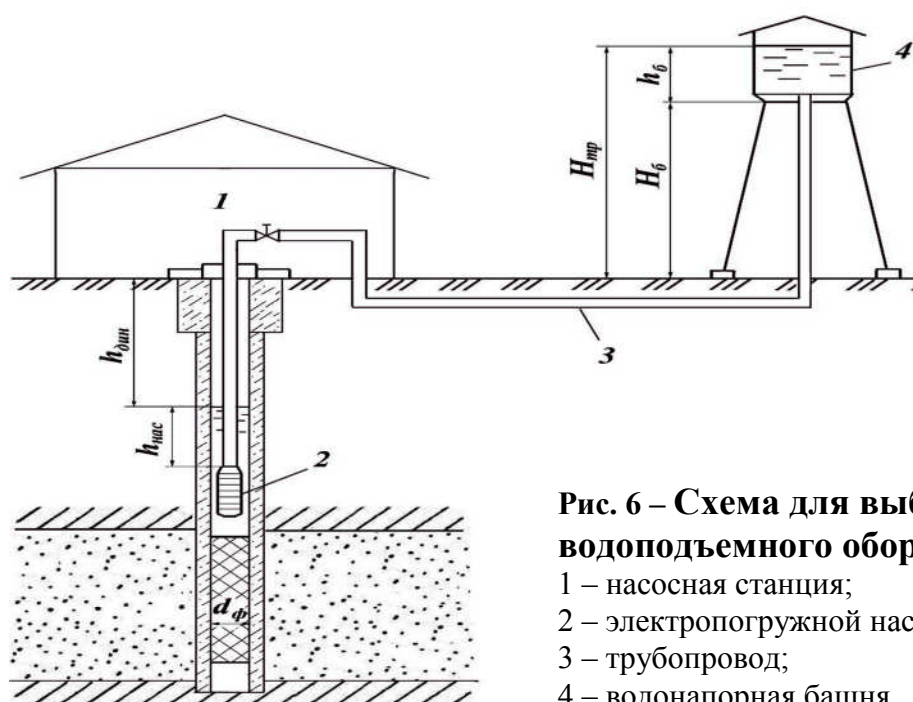


Рис. 6 – Схема для выбора водоподъемного оборудования:

- 1 – насосная станция;
- 2 – электропогружной насос;
- 3 – трубопровод;
- 4 – водонапорная башня

7. Производим выбор водоподъемного оборудования, схема которого приведена на **Рис. 6**.

При подборе скважинных насосов необходимо знать три основных характеристики:

- 1) производительность – Q_H ($\text{м}^3/\text{ч}$);
- 2) напор – H_H (м);
- 3) мощность – N_H (кВт).

Производительность насоса в самом общем виде определяется потребностью заказчика в воде, т.е. $Q_H = Q_{\text{скв}}$

Напор насоса определяется положением динамического уровня в скважине, требуемым напором в водопроводной сети, длиной и материалом водопроводных труб.

$$H_H = h_{\text{дин}} + H_{\text{тр}} + \sum h_{\text{тр}}, \text{ м},$$

где $H_{\text{тр}}$ – требуемый напор, м;
 $\sum h_{\text{тр}}$ – потери напора в водопроводных трубах, м.
Требуемый напор равняется:

$$H_{\text{тр}} = H_б + h_б, \text{ м},$$

где $H_б$ – высота водонапорной башни, $H_б = 15\text{--}20$ м;
 $h_б$ – высота слоя воды в баке башни, $h_б = 5\text{--}6$ м.
Потери напора в водонапорных трубах составят:

$$\sum h_{\text{тр}} = h_{\text{дл. тр}} + h_{\text{мест. тр}},$$

где $h_{\text{дл. тр}}$ – потери напора по длине трубопровода, м;
 $h_{\text{мест. тр}}$ – местные потери напора в фасонных частях и арматуре водопроводных труб, м (в курсовой работе следует принять равными 10% от $h_{\text{дл. тр}}$).

Потери по длине равны:

$$h_{\text{дл. тр}} = A \times Q_H^2 \times l_{\text{тр}}, \text{ м},$$

где A – удельное сопротивление трубопровода, $\text{ч}^2/\text{м}^6$ (для стальных труб $d = 50\text{мм}$, $A = 0,855 \times 10^{-3} \text{ч}^2/\text{м}^6$, для стальных труб $d = 65 \text{мм}$, $A = 0,232 \times 10^{-3} \text{ч}^2/\text{м}^6$);

$l_{\text{тр}}$ – длина водопроводных труб, м.

Длина водопроводных труб определяется по формуле:

$$l_{\text{тр}} = h_{\text{дин}} + h_{\text{нас}} + H_{\text{б}} + 15, \text{ м.}$$

Мощность насоса определяется по формуле:

$$N_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{н}} H_{\text{н}}}{102\eta}, \text{ кВт,}$$

где η – к.п.д. насоса, $\eta = 0,7-0,75$.

После определения параметров (характеристик) насоса по каталогу подбирается марка насоса.

5. СООРУЖЕНИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ

5.1 Выбор технологической схемы очистки воды и состава сооружений

Основная технологическая схема очистки воды и состав сооружений приведены на **Рис. 7**.

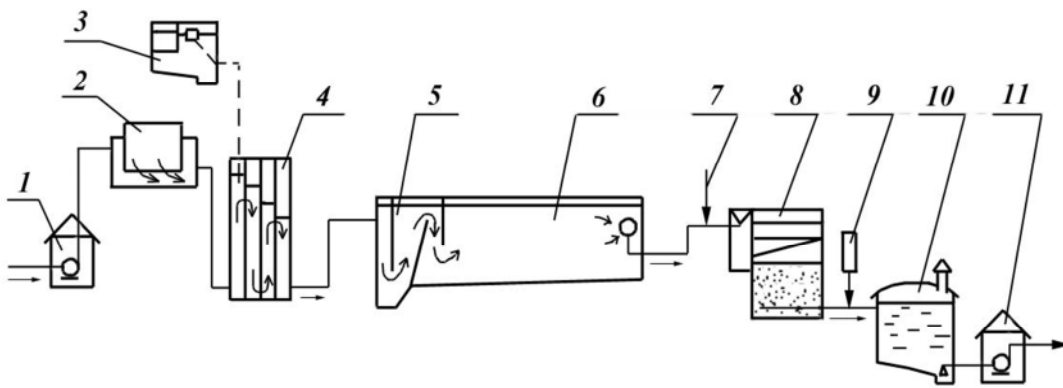


Рис. 7 – Основная технологическая схема водоподготовки:

- 1 – насосная станция I подъема; 2 – барабанные сетки; 3 – реакгентное хозяйство;
- 4 – перегородчатый (вариант) смеситель; 5 – вихревая камера хлопьеобразования;
- 6 – горизонтальный отстойник; 7 – ввод реагентов для дезодорации, фторирования и интенсификации процесса фильтрования;
- 8 – скорый фильтр;
- 9 – установка для обеззараживания воды; 10 – резервуар чистой воды;
- 11 – насосная станция II подъема.

Способ улучшения качества и соответствующий комплекс очистных сооружений выбирается в зависимости от показателей качества воды в источнике, требований потребителя, производительности станции, а также технико-экономических соображений. В большинстве случаев станции водоподготовки располагают вблизи источника водоснабжения, следовательно, недалеко от НС-I (насосной станции I подъема).

Наибольшее распространение в практике водоочистки имеют схемы очистных сооружений с самотечным движением

ем воды. Вода, поданная насосами I подъема, самотеком проходит все очистные сооружения и поступает в резервуар чистой воды, из которого забирается насосами II подъема.

5.2 Реагентное хозяйство

Реагентное хозяйство включает устройство для приготовления, дозирования, складирования реагентов.

Компоновка сооружений реагентного хозяйства показана на **Рис. 8**.

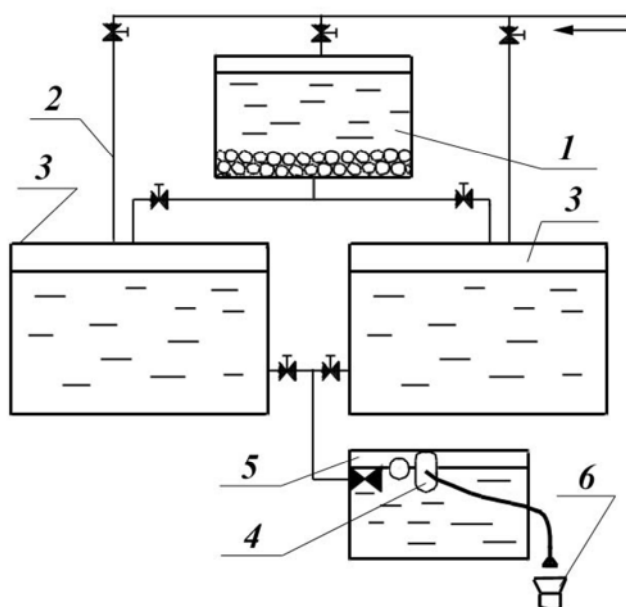


Рис. 8 – Схема реагентного хозяйства:

- 1 – растворный бак;
- 2 – подача воды;
- 3 – расходные баки;
- 4 – дозирующая диафрагма на поплавке;
- 5 – бачок дозатора;
- 6 – воронка

Для интенсивной очистки природной воды от взвешенных веществ и снижения цветности воду обрабатывают коагулянтами. В процессе коагуляции уменьшаются запахи и привкусы, значительно снижается бактериальная загрязненность воды. В качестве основного реагента, служащего для коагуляции воды, можно принять сернокислый алюминий ($Al_2(SO_4)_3$).

Для ориентировочных подсчетов дозу коагулянта можно определить для мутных вод по количеству взвешенных веществ согласно **Таблице 3**, а также рекомендациям СНиП 2.04.02–84.

Таблица 3 – Оптимальные дозы реагентов

Мутность воды, мг/д	Доза безводного коагулянта для обработки мутных вод, мг/л
До 100	25–35
Свыше 100 до 200	30–40
Свыше 200 до 400	35–45
Свыше 400 до 600	45–50
Свыше 600 до 800	50–60
Свыше 800 до 1000	60–70
Свыше 1000 до 1500	70–80

Расчетные данные реагентов устанавливают по данным пробной обработки воды или по опыту эксплуатации аналогичных очистных сооружений.

Расчетную дозу коагулянта в пересчете на безводный сульфат алюминия для обесцвечивания коагуляцией цветных вод определяют по формуле:

$$D_k = 4 \times \sqrt{Ц}, \text{ мг/л,}$$

где Ц – цветность обрабатываемой воды (определяется по платиново-кобальтовой шкале, град) (исходные данные).

Таблица 4 – Оптимальные дозы коагулянта

Содержание взвешенных веществ в исходной воде, мг / л	Доза $Al_2(SO_4)_3$, мг / л, при содержании в воде извести	
	тонкодисперсный ($u_0 < 0,05$ мм / с)	грубодисперсный
До 100	35	25
101–200	45	30
201–400	60	40
401–600	70	45
601–800	80	55
801–1000	90	60
1001–1400	105	65
1401–1800	115	75

При одновременном содержании в воде взвешенных веществ и цветности принимается наибольшее значение из доз коагулянта, приведенных в **Таблице 4** или рассчитанных по формуле.

Меньшие значения доз относятся к воде, содержащей грубодисперсную взвесь.

При расчетах реагентов проверяют необходимость подщелачивания воды в паводковый период по формуле:

$$D_{\text{изв}}^{\text{пав}} = k_{\text{изв}} \times \left(\frac{D_{\text{к}}}{e_{\text{к}}} - \text{Щ}_0^{\text{пав}} \right) + 1, \text{ мг/л},$$

где $D_{\text{изв}}^{\text{пав}}$ – доза извести для подщелачивания воды в паводковый период, мг/л;

$k_{\text{изв}}$ – коэффициент для извести (по CaO), $k_{\text{изв}} = 28$;

$e_{\text{к}}$ – молярная масса эквивалента коагулянта, принимают для $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ $e_{\text{к}} = 57$;

$\text{Щ}_0^{\text{пав}}$ – щелочность воды в паводок (карбонатная жесткость воды в паводок), моль/л (мг – экв/л);

1 – избыток щелочности, мг – экв/л.

Если $D_{\text{изв}}^{\text{пав}}$ получается со знаком минус, то природная щелочность достаточна, и подщелачивание не требуется.

Расчет растворного и расходных баков

Для приготовления раствора коагулянта устанавливают растворный и расходные баки. Вместимость растворного бака определяют по формуле:

$$W_{\text{раств}} = \frac{0,36 \times Q_{\text{водоз}} \times t \times D_{\text{к}}}{\gamma \times b_{\text{р}}}, \text{ м}^3,$$

где t – время полного цикла приготовления раствора коагулянта (при температуре воды до 40 °С, $t = 6-8$ часов).

γ – плотность раствора коагулянта, $\gamma = 1,1-1,3 \text{ т/м}^3$;

$b_{\text{р}}$ – концентрация раствора коагулянта в растворном баке (для неочищенного раствора $b_{\text{р}} = 17\%$).

Вместимость расходных баков

$$W_{\text{расх}} = W_{\text{раств}} \times \frac{b_p}{b_{\text{рх}}}, \text{ м}^3,$$

где $b_{\text{рх}}$ – концентрация раствора коагулянта в расходном баке (5–12%).

Число расходных баков ($n_{\text{расх}}$) должно быть не менее двух, тогда вместимость одного равна:

$$W_{\text{расх}}^{\text{бак}} = \frac{W_{\text{расх}}}{n_{\text{расх}}}, \text{ м}^3.$$

Растворный и расходные баки принимаем квадратной формы. Площадь растворного бака определяется по формуле:

$$F_{\text{раств}} = \frac{W_{\text{раств}}}{h_{\text{раств}}}, \text{ м}^2,$$

где $h_{\text{раств}}$ – высота растворного бака, $h_{\text{раств}} = 0,9–2,8$ м.

Площадь расходного бака равна:

$$F_{\text{расх}} = \frac{W_{\text{расх}}^{\text{бак}}}{h_{\text{расх}}}, \text{ м}^2,$$

где $h_{\text{расх}}$ – высота расходного бака, $h_{\text{расх}} = 0,9–2,8$ м.

Поскольку формы растворного и расходных баков приняты квадратные, то размеры их сторон определяются по формулам:

$$a_{\text{раств}} = b_{\text{раств}} = \sqrt{F_{\text{раств}}}; \quad a_{\text{расх}} = b_{\text{расх}} = \sqrt{F_{\text{расх}}}.$$

Выбор воздуходувки, дозаторов

Интенсификация процесса растворения реагентов достигается перемешиванием растворяемого химиката в водной среде. Для растворения коагулянта и перемешивания подается сжатый воздух. Расход сжатого воздуха составляет:

$$Q_{\text{возд}} = (Q_{\text{возд}}^{\text{раств}} + n_{\text{расх}} \times Q_{\text{возд}}^{\text{расх}}) \times 0,06, \text{ м}^3/\text{мин.},$$

где $Q_{\text{возд}}^{\text{раств}}$, $Q_{\text{возд}}^{\text{расх}}$ – расходы сжатого воздуха подаваемого соответственно в растворный и расходные баки, л/с.

Расход сжатого воздуха, подаваемый в растворный бак равен:

$$Q_{\text{возд}}^{\text{раств}} = q_{\text{раств}} \times F_{\text{раств}}, \text{ л/с},$$

где $q_{\text{раств}}$ – интенсивность подачи сжатого воздуха в растворный бак, $q_{\text{раств}} = 8-10 \text{ л}/(\text{с}/\text{м}^2)$.

Расход сжатого воздуха в расходном баке равен:

$$Q_{\text{возд}}^{\text{расх}} = q_{\text{расх}} \times F_{\text{расх}}, \text{ л/с},$$

где $q_{\text{расх}}$ – интенсивность подачи сжатого воздуха в расходный бак, $q_{\text{расх}} = 3-5 \text{ л}/(\text{с}/\text{м}^2)$.

Зная требуемый расход сжатого воздуха, принимают воздуходувку (**Таблица 5**).

Таблица 5 – Воздуходувки

Марка воздуходувки	Производительность, м ³ /мин	Габаритные размеры, мм			Мощность электродвигателя, кВт
		длина	ширина	высота	
ВК-1,5	1,4	660	562	850	4
ВК-3	3,1	1225	527	990	7,5
ВК-6	5,7	1500	580	1370	18,5
ВК-12	10,4	1840	780	1750	22,0

Для дозирования раствора реагента устанавливают не менее двух дозаторов. Принимаем безнапорный (поплавковый) дозатор с постоянной дозой, в котором количество подаваемого раствора реагента можно изменить, сменив дозирующую диаграмму. Характеристика поплавковых дозаторов приведена в **Таблице 6**.

Таблица 6 – Поплавковые дозаторы

Марка	Раствор	Расход раствора, м ³ /ч	Диаметр приемной трубы, мм	Масса, кг
ПДк-40	Кислый	0,9	40	3,68
ПДк-60		2,2	60	4,08
ПДк-70		2,5	70	5,66
ПДщ-32	Нейтральный или щелочной	0,9	32	4,27
ПДщ-50		2,2	50	5,28
ПДщ-70		2,5	70	7,36

5.3 Расчет вихревого смесителя гидравлического типа

Для равномерного распределения реагентов в массе обрабатываемой воды и обеспечения протекания реакции во всем ее объеме необходимо полное и быстрое перемешивание.

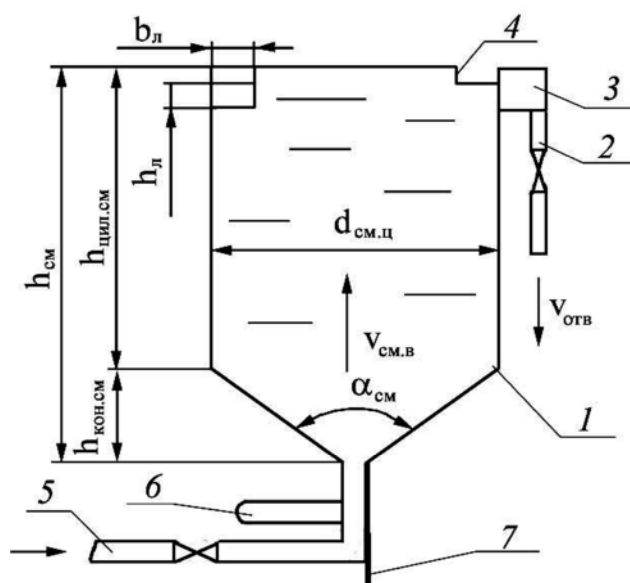


Рис. 9 – Схема смесителя:

- 1 – корпус;
- 2 – отвод воды;
- 3 – сборный карман;
- 4 – водосборный лоток;
- 5 – подача исходной воды;
- 6 – ввод реагентов;
- 7 – сброс в канализацию

Смешение реагента с водой осуществляется в смесителе гидравлического типа (**Рис. 9**).

Смеситель состоит из двух частей: цилиндрическая – верхняя, пирамидальная – нижняя.

Площадь горизонтального сечения в верхней (цилиндрической) части смесителя равна:

$$F_{\text{см.в}} = \frac{Q_{\text{водоз}}}{v_{\text{см.в}}}, \text{ м}^2,$$

где $v_{\text{см.в}}$ – скорость восходящего потока на уровне водосборного лотка, $v_{\text{см.в}} = 0,03\text{--}0,04$ м/с.

Диаметр цилиндрической части смесителя определяется по формуле:

$$d_{\text{см.ц}} = \sqrt{\frac{4F_{\text{см.в}}}{\pi}}, \text{ м.}$$

Площадь сечения по вершине конической части смесителя определяется по формуле:

$$F_{\text{см.к}} = \frac{Q_{\text{водоз}}}{v_{\text{см.к}}}, \text{ м}^2,$$

где $v_{\text{см.к}}$ – скорость восходящего движения в конической части смесителя, $v_{\text{см.к}} = 1,1\text{--}1,5$ м/с.

Диаметр конической части смесителя равен:

$$d_{\text{см.к}} = \sqrt{\frac{4F_{\text{см.к}}}{\pi}}, \text{ м.}$$

Высота конической части смесителя определяется по формуле:

$$h_{\text{кон.см}} = \frac{d_{\text{см.ц}} - d_{\text{см.к}}}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha_{\text{см}}}{2}}, \text{ м},$$

где $\alpha_{\text{см}}$ – центральный угол между наклонными стенками, $\alpha_{\text{см}} = 30\text{--}50^\circ$.

Общий объем смесителя равен:

$$W_{\text{см}} = Q_{\text{водоз}} \times t_{\text{см}}, \text{ м}^3,$$

где $t_{\text{см}}$ – время пребывания воды в смесителе, $t_{\text{см}} = 60\text{--}120$ с.

Объем конической части смесителя определяют по формуле:

$$W_{\text{см.кон}} = \frac{1}{3} \pi \times h_{\text{кон.см}} \times \left(\frac{d_{\text{см.ц}}^2 + d_{\text{см.к}}^2 + d_{\text{см.ц}} \times d_{\text{см.к}}}{4} \right), \text{ м}^3.$$

Объем цилиндрической части составит:

$$W_{\text{см.цил}} = W_{\text{см}} - W_{\text{см.кон}}, \text{ м}^3.$$

Высота цилиндрической части равна:

$$h_{\text{цил.см}} = \frac{W_{\text{см.цил}}}{F_{\text{см.в}}}, \text{ м}.$$

Общая высота вихревого смесителя составит:

$$h_{\text{см}} = h_{\text{цил.см}} + h_{\text{кон.см}}, \text{ м}.$$

Вода в верхней части смесителя собирается верхним кольцевым водосборным лотком. Площадь поперечного сечения лотка определяют по формуле:

$$F_{\text{л}} = \frac{Q_{\text{ВОДОЗ}}}{2 \times v_{\text{см.в}}}, \text{ м}^2,$$

где $v_{\text{см.в}}$ – скорость движения воды в лотке, $v_{\text{см.в}} = 0,1–0,6$ м/с.

Вода, стекающая по лотку в направлении сборного кармана, делится на два потока. Расчетная высота слоя воды в лотке определяется:

$$h_{\text{л}} = \frac{F_{\text{л}}}{b_{\text{л}}}, \text{ м},$$

где $b_{\text{л}}$ – ширина лотка, $b_{\text{л}} = 0,2–0,3$ м.

Из сборного лотка вода поступает в боковой карман, из которого по отводящей трубе идет на осветление.

Диаметр отводящего трубопровода определяется по формуле:

$$d_{\text{отв}} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{\text{ВОДОЗ}}}{\pi \times v_{\text{отв}}}}, \text{ м},$$

где $v_{\text{отв}}$ – скорость в отводящем трубопроводе, $v_{\text{отв}} = 0,6–1,0$ м/с.

5.4 Расчет вертикального отстойника со встроенной водоворотной камерой хлопьеобразования

Вертикальный отстойник – цилиндрический бассейн, в котором вода при отстаивании движется в вертикальном направлении снизу вверх (**Рис. 10**).

Их применяют только для осветления воды, обработанной коагулянтом.

В центре отстойника расположена встроенная водоворотная камера хлопьеобразования, в которую подается вода из смесителя. Из камеры хлопьеобразования вода через гаси-

тель выходит в нижнюю часть отстойника. Здесь она изменяет направление и движется вверх по кольцевому пространству между камерой хлопьеобразования и стенками отстойника. В верхней части вода переливается через горизонтальные кромки стенок отстойника, поступает в отводящий кольцевой желоб и далее отводится на фильтры. Выпавший из воды осадок накапливается в конической части отстойника, откуда периодически выпускается самотеком (под давлением столба воды в отстойнике) через спусковую трубу. Цилиндрическая часть отстойника, где выпадает взвесь, называется зоной осаждения. Высоту ее принимают равной $H_0 = 4-5$ м. Нижняя коническая часть, в которой накапливается и уплотняется выпавший осадок, называется осадочной частью.

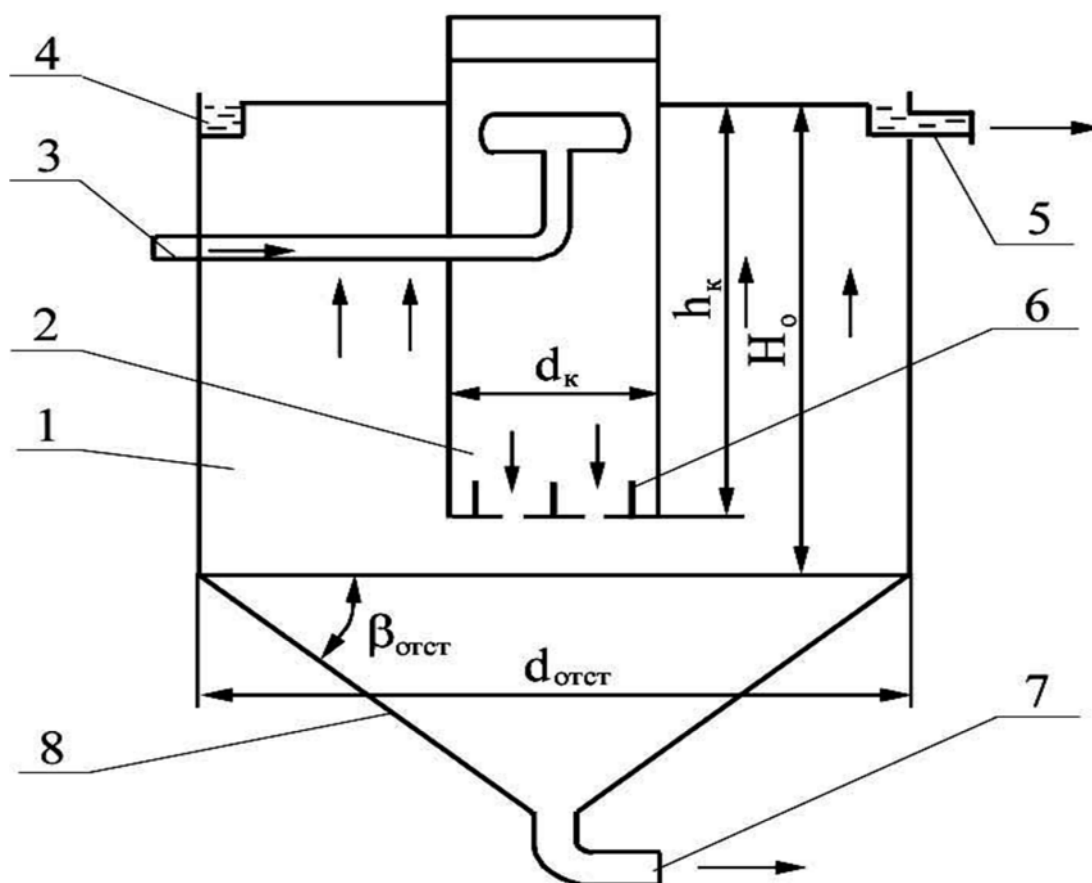


Рис. 10 – Вертикальный отстойник:

- 1 – корпус; 2 – центральная труба; 3 – подающая труба;
 4 – сборный желоб; 5 – отводная труба; 6 – гаситель;
 7 – труба отвода осадка

Принимаем количество отстойников $n_o = 4$. Площадь камеры хлопьеобразования определяется по формуле:

$$F_k = \frac{Q_o \times t}{60 \times h_k}, \text{ м}^2,$$

где Q_o – расход воды, поступающей на один отстойник, $\text{м}^3/\text{ч}$;

h_k – высота камеры хлопьеобразования, $h_k = 0,9 \times H_o$, м.

t – время пребывания воды в камере хлопьеобразования, $t = 10\text{--}20$ мин.

Расход воды, проходящий через один отстойник, равен:

$$Q_o = \frac{3600 \times Q_{\text{водоз}}}{n_o}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

Диаметр камеры хлопьеобразования определяется по формуле:

$$d_k = \sqrt{\frac{4 \times F_k}{\pi}}, \text{ м},$$

Площадь отстойника определяется как сумма площадей зоны осаждения и камеры хлопьеобразования:

$$F_{\text{отст}} = F_{\text{з.о}} + F_k, \text{ м}^2,$$

где $F_{\text{з.о}}$ – площадь зоны осаждения, м.

$$F_{\text{з.о}} = \frac{\beta_{\text{об}} \times Q_o}{3,6 \times v_{\text{р.п}}}, \text{ м}^2,$$

где $\beta_{\text{об}}$ – коэффициент, учитывающий использование объема отстойника, $\beta_{\text{об}} = 1,3$;

$v_{p.п}$ – расчетная скорость восходящего потока,

$v_{p.п} = 0,5–0,6$ мм/с.

Диаметр отстойника определяется аналогично диаметру камеры хлопьеобразования:

$$d_{отст} = \sqrt{\frac{4 \times F_{отст}}{\pi}}, \text{ м,}$$

Высота конической части отстойника:

$$h_{кон} = \frac{d_{отст} - d_k}{2 \times \text{tg}\beta_{отст}}, \text{ м,}$$

где $\beta_{отст}$ – угол наклона конической части отстойника,
 $\beta_{отст} = 50–60^\circ$.

5.5 Расчет однослойного однопоточного безнапорного скорого фильтра

Важнейшей стадией осветления воды является ее фильтрование. При фильтровании вода проходит через пористую среду, образованную слоем фильтрующего материала.

Скорый безнапорный фильтр – это прямоугольный железобетонный резервуар, который загружен кварцевым песком, уложенным на гравийный поддерживающий слой (**Рис. 11**).

Осветляемая вода по трубопроводу подается на фильтр, проходит через фильтрующую загрузку, в которой задерживаются взвешенные частицы, и собирается дренажной системой. Дренаж выполняют из перфорированных труб. Из дренажа по трубопроводу осветленная вода отводится в резервуар для чистой воды.

В зависимости от количества воды, поступающей на фильтр, и содержания в ней взвешенных веществ его пе-

риодически промывают (через 12–72 ч) обратным током воды. Промывная вода по трубе подается в дренаж, который равномерно распределяет воду по площади фильтра. При движении воды снизу вверх через загрузку фильтрующий слой расширяется, увеличиваясь в объеме, и перемешивается, в результате чего происходит отмывка зерен загрузки от загрязнений. Промывная вода собирается желобами и отводится в карман или канал. В период промывки задвижки на трубах, предназначенных для отвода фильтрованной воды, закрыты.

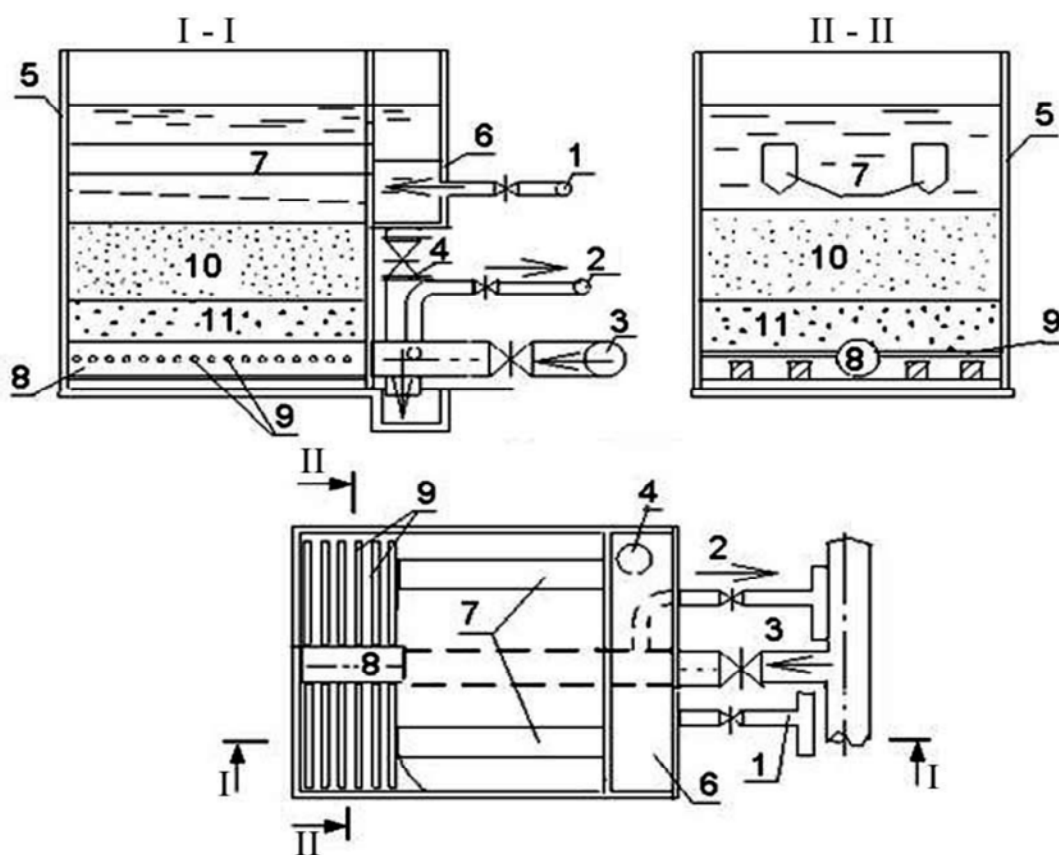


Рис.11 – Скорый фильтр

с боковым карманом и трубчатым дренажом:

- 1 – подача воды на очистку; 2 – отвод фильтрованной воды;
- 3 – подача воды на промывку; 4 – сброс промывной воды; 5 – корпус фильтра;
- 6 – боковой карман; 7 – желоба; 8 – коллектор дренажа;
- 9 – трубы дренажа (ответвления); 10 – фильтрующая загрузка;
- 11 – поддерживающие слои

Расход воды, подаваемой на промывку 1 м² фильтрующей поверхности загрузки, называют интенсивностью промывки. Продолжительность подачи промывной воды на скорый фильтр составляет 5–8 мин. После промывки фильтр снова включают в работу.

Суммарную площадь скорых фильтров F_{ϕ} определяют по формуле:

$$F_{\phi} = \frac{86400 \times Q_{\text{водоз}}}{t_{\text{ст}} \times v_{\phi} - n_{\text{пр}} \times q_{\text{пр}} - n_{\text{пр}} \times t_{\text{пр}} \times v_{\phi}}, \text{ м}^2,$$

где $t_{\text{ст}}$ – продолжительность работы станции в течение суток, ч;

v_{ϕ} – расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме, м/ч;

$n_{\text{пр}}$ – число промывок одного фильтра за сутки при нормальном режиме эксплуатации;

$q_{\text{пр}}$ – удельный расход воды на одну промывку 1 м² фильтра, л/м²;

$t_{\text{пр}}$ – время простоя фильтра в связи с промывкой (для фильтров, промываемых водой $t_{\text{пр}} = 0,33$ ч).

В курсовой работе следует принять $t_{\text{ст}} = 24$ ч,
 $v_{\phi} = 6$ м/ч, $n_{\text{пр}} = 2$.

Удельный расход воды на одну промывку 1 м² фильтра определяется по формуле:

$$q_{\text{пр}} = 3,6 \times W_{\phi} \times t_{\text{пром}}, \text{ л/м}^2,$$

где W_{ϕ} – интенсивность промывки фильтра, $W_{\phi} = 12$ л/см²;

$t_{\text{пром}}$ – продолжительность промывки, $t_{\text{пром}} = 0,1$ ч.

Число фильтров определяем по формуле:

$$n_{\phi} = 0,5 \times \sqrt{F_{\phi}}.$$

На станциях очистки с пропускной способностью более 1600 м³/сут СНиП рекомендует принимать не менее 4 фильтров.

Площадь одного фильтра равна:

$$F_{\phi 1} = \frac{F_{\phi}}{n_{\phi}}, \text{ м}^2.$$

Для фильтров с площадью $F_{\phi 1} < 40 \text{ м}^2$ принимают конструкцию фильтров с боковым карманом. Определим расход промывной воды на один фильтр по формуле:

$$Q_{\text{пр1}} = W_{\phi} \times F_{\phi 1} \times 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{с}.$$

Определим диаметр центрального коллектора распределительной системы, выполненного из полиэтиленовых труб, по формуле:

$$d_{\text{кол}} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{\text{пр1}}}{\pi \times v_{\text{кол}}}}, \text{ м},$$

где $v_{\text{кол}}$ – скорость движения воды в коллекторе,
 $v_{\text{кол}} = 1-1,2 \text{ м/с}$.

Собираем и отводим воду при промывке фильтра желобами. Устраиваем их навесными из железобетона треугольного сечения к карману (каналу). Ширину желоба вычисляем по формуле:

$$B_{\text{ж}} = k_{\text{ж}} \times \sqrt[5]{\frac{Q_{\text{пр1}}^2}{(1,57 + a_{\text{ж}})^3}}, \text{ м},$$

где $k_{\text{ж}}$ – коэффициент учитывающий форму желоба, для желоба с треугольным основанием $k_{\text{ж}} = 2,1$;

$a_{\text{ж}}$ – отношение высоты прямоугольной части желоба к половине его ширины, $a_{\text{ж}} = 1-1,5$.

5.6 Резервуар чистой воды

Резервуар – это емкость, заглубленная в землю. Верхнюю часть подземных резервуаров покрывают утепляющей земляной обсыпкой толщиной около одного метра. В резервуарах предусматривают регулирующий объем и хранение запасного объема на случай аварии.

В общем виде полный объем резервуаров определяют по формуле:

$$W = W_{\text{рег}} + W_{\text{ав}}, \text{ м}^3,$$

где $W_{\text{рег}}$ – регулирующий объем, м^3 (он равен часовой потребности в воде: $3600 \times Q_{\text{водоз}} \times 1 \text{ ч}$);

$W_{\text{ав}}$ – аварийный объем, м^3 (равен трехчасовому потреблению воды: $3600 \times Q_{\text{водоз}} \times 3 \text{ ч}$).

Для повышения надежности и удобства эксплуатации требуемый по расчету объем воды хранят в двух или более резервуарах. Между резервуарами располагают специальные камеры (колодцы), в которых размещают задвижки для осуществления различных переключений. Для сохранения качества воды полный обмен ее в резервуарах происходит в течение суток.

5.7 Обеззараживание воды

Отстаиванием и фильтрованием не достигается полная очистка воды от содержащихся в ней микроорганизмов. Поэтому для окончательного удаления микроорганизмов применяется обеззараживание воды.

В современной практике очистки воды наиболее широкое распространение получила ее дезинфекция путем хлорирования. Хлор поступает на станцию в металлических баллонах в сжиженном состоянии. Из баллонов хлор подается

в воду через специальные приборы – хлораторы, в которых осуществляется его дозирование и смешивание с водой.

Принимаем обеззараживание воды хлорированием. Расход хлора определяют по формуле:

$$Q_{Cl} = 3,6 \times Q_{\text{водоз}} \times D_{Cl}, \text{ кг/ч,}$$

где D_{Cl} – доза хлора (для осветлений речной воды доза хлора обычно составляет 1,5–3 мг/л).

Съем газообразного хлора с одного баллона составляет $S_{Cl} = 0,5–0,7$ кг/ч.

Определим количество баллонов с хлором, которые нужно подключить к хлоратору:

$$n_{\text{бал}} = \frac{Q_{Cl}}{S_{Cl}}.$$

Зная часовой расход хлора, выбираем по **Таблице 7** марку хлоратора.

Таблица 7 – Хлораторы

Параметр	Марка хлоратора				
	ЛОНИИ-100КМ	АХВ-1000/Р06	АХВ-1000/Р24	АХВ-1000/Е02	АХВ-1000/Е04
Производительность по хлору, кг/ч	0,2–10	0,3–6	1,5–24	0,1–2	0,2–4

5.8 Биологическая очистка воды

Биологическая очистка воды основана на способности микроорганизмов разлагать органические и неорганические вещества, скапливающиеся в воде при выращивании рыбы.

Для биологической очистки воды применяем капельный биофильтр (**Рис. 12**).

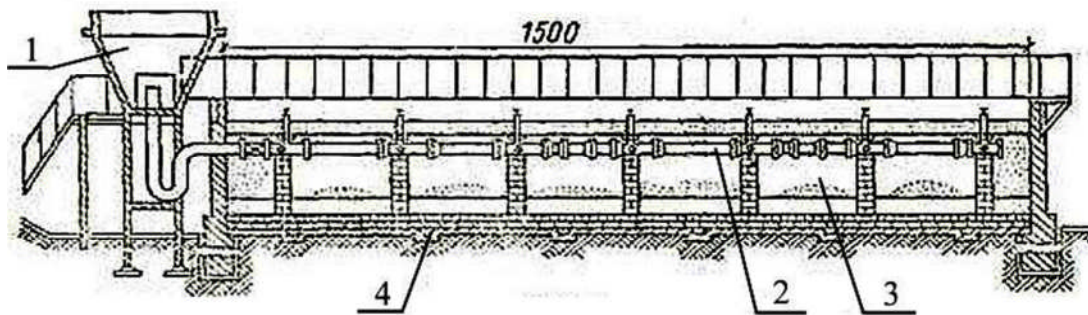


Рис. 12 – Биологический фильтр:

1 – дозирующий бак; 2 – распределительная сеть; 3 – фильтрующая загрузка;
4 – дренаж.

Капельный биофильтр состоит из фильтрующей загрузки, дренажа и распределительных устройств. Воздух поступает естественным путем: сверху – через открытую поверхность, снизу – через дренаж. Общая площадь загрузки биофильтра определяется по формуле:

$$F_{\text{био}} = Q_{\text{ст}}/q_{\text{г}}, \text{ м}^2,$$

где $Q_{\text{ст}}$ – расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{сут.}$;

$q_{\text{г}}$ – гидравлическая нагрузка, $q_{\text{г}} = 2\text{--}4 \text{ м}^3/\text{м}^2, \text{ сут.}$

Расход сточных вод от бассейнов составляет 20% от общего количества воды:

$$Q_{\text{ст}} = 86400 \times Q_{\text{водоз}} \times 0,2, \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Объем загрузки биофильтра определяется по формуле:

$$W_{\text{био}} = F_{\text{био}} \times h_{\text{загр}}, \text{ м}^3,$$

где $h_{\text{загр}}$ – высота слоя загрузки биофильтра, 1,5–2,0 м.

Биофильтры устраивают в виде отдельных секций. Число секций принимается не менее двух и не более восьми.

Все секции рабочие.

6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА РЫБХОЗА

6.1 Средства для борьбы с водной растительностью

Для уничтожения зарослей растительности используют механический и биологический методы. При механическом способе водную растительность выкашивают, выдерживают в воде 2–3 дня для обогащения воды биогенными веществами, содержащимися в ней, а затем извлекают из пруда. Скашивают растения как можно ближе к грунту, используя для этого самые разнообразные средства: от серпа до камышекосилок новейших конструкций (Рис. 13). В течение сезона проводят 2–3 выкашивания. Однако механический метод борьбы с зарастаемостью энергозатратен и трудоемок. Поэтому для борьбы с водной растительностью используют белого амура и белого толстолобика, которые коренным образом изменяют ход биопродуктивных процессов, способствуя стабилизации гидрохимического режима, улучшению санитарного состояния водоемов.

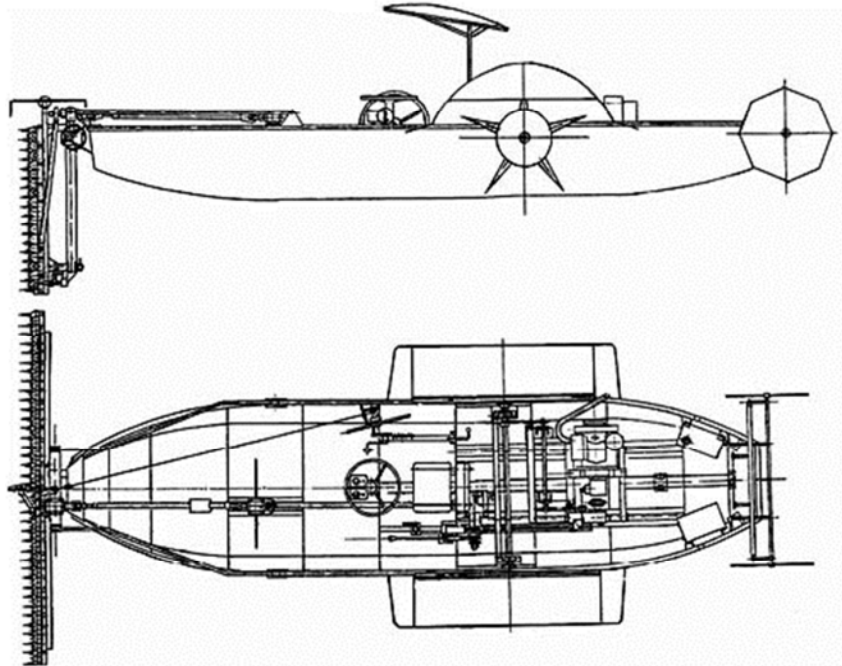


Рис. 13 – Лодка-камышекосилка ЛК-2

6.2 Средства для насыщения кислородом

Большое значение в формировании физико-химического режима любого водоема играет растворенный кислород. Содержание растворенного кислорода существенно для аэробного дыхания и является индикатором биологической активности (фотосинтеза) в водоеме.

В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов рыбохозяйственного назначения концентрация растворенного кислорода не должна быть ниже 4 мг/дм³ в зимний период и 6 мг/дм³ – в летний.

Рыбоводные пруды, эксплуатируемые по интенсивной технологии, из-за высокого уровня первичной продукции имеют сильно колеблющийся кислородный режим.

Дефицит кислорода усиливается в июне – августе в условиях интенсивного кормления и цветения воды.

Аэрация воды при рыбопродуктивности более 50 ц/га осуществляется ночью и в утренние часы.

Для бассейнового хозяйства, где рыба содержится при высокой плотности посадки, более эффективным является метод оксигенации.

Принцип оксигенации заключается в том, что в специальной герметической емкости (оксигенаторе) давление кислорода повышается по сравнению с воздушной средой в 5–7 раз, в результате происходит принудительное насыщение и перенасыщение воды чистым кислородом.

В качестве аппарата для насыщения воды кислородом бассейнового хозяйства используем вертикальный безнапорный оксигенатор объемом 15 м³.

6.3 Расчет потребности в удобрениях и подбор средств для их внесения

Потребность водоемов в удобрениях определяют различными методами: по прозрачности воды, интенсивности ее цветения, наличию в воде биогенных веществ и, прежде

всего, азотистых и фосфорных соединений, методом биологических испытаний.

Если прозрачность воды более 0,5 м, она не имеет зеленоватого оттенка, то такой водоем следует удобрять. Для оптимального развития фитопланктона в водоеме количество азотистых соединений должно составлять 2 мг/л, фосфорных – 0,5 мг/л.

Известно, что фитопланктон наиболее интенсивно развивается при соотношении в воде основных биогенных элементов (N и P) 4 : 1.

Внесенные биогенные вещества при благоприятных условиях быстро усваиваются. Сезонная норма внесения минеральных удобрений зависит от природной продуктивности водоемов, т.е. зоны рыбоводства, плотности посадки и видовой разнообразия рыб. Средние показатели внесения основных азотных и фосфорных удобрений за сезон представлены в **Таблице 8**.

Минеральные удобрения в нагульных прудах начинают использовать при прогревании воды выше 12 °С.

Так как определения по содержанию в воде биогенных элементов не ведутся в рыбхозе, то разовая доза составляет 50 кг/га аммиачной селитры и 25–30 кг/га суперфосфата с интервалом в шесть дней.

Затем при цветении воды удобрения вносятся через 10–15 дней и их доза уменьшается в 1,5–2 раза.

Таблица 8 – Норма внесения в водоемы минеральных удобрений за сезон, кг/га

Зона рыбоводства	При выращивании карпа	
	Аммиачная селитра	Простой суперфосфат
Нагульные пруды		
I–II	250	200
III	300	200
IV	300	250
V	400	400
VI	450	450

Для внесения минеральных удобрений используем агрегат ИРД. Внесение удобрений в нагульные пруды прекращают за месяц до их облова.

6.4 Расчет потребности в кормах и подбор средств для их внесения

В прудовом рыбоводстве Беларуси при выращивании товарной рыбы используется два рецепта комбикормов: К-110 и К-111. Количество корма, необходимое для кормления карпа в течение сезона, рассчитывают исходя из мощности хозяйства. Объем потребляемых за сезон кормов распределяется следующим образом: май – 3%, июнь – 19%, июль – 36%, август – 37%, сентябрь – 5%. Кормление рыбы на кормовых точках осуществляется с помощью автокормушки «Рефлекс Т-1500» (Рис. 14).

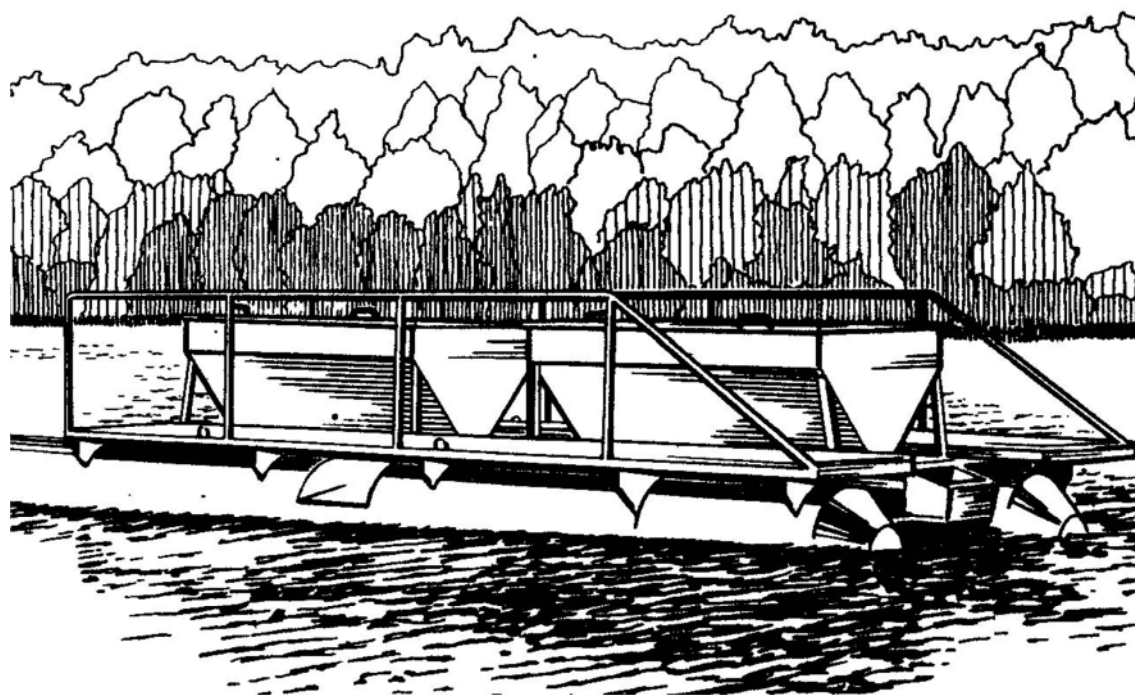


Рис. 14 – Автокормушка «Рефлекс Т-1500»

Определим количество автокормушек «Рефлекс Т-1500»:

$$n_{\text{корм}} = \frac{F_{\text{н.пр}}}{8}.$$

Кормление форели в бассейнах проводят гранулированными кормами. Корм следует выдавать в одном и том же месте бассейна и в одинаковое время суток. Наибольшее потребление корма форелью отмечается при температуре 16–18 °С. При повышении значения рН воды выше 8,5 кормления прекращают. Раздача гранулированных кормов в бассейны, где выращивается форель, осуществляется кормораздатчиком Н17-ИКФ.

6.5 Средства для облова, сортировки, контроля и управления процессами выращивания рыбы

При облове карпа осуществляют следующие операции: концентрацию, извлечение из воды, сортировку, взвешивание, подсчет и перевозку. Перед обловом рыба собирается в стационарных рыбоуловителях (площадью 3–300 м²). С помощью сетного концентратора и контейнера рыба передается рыбоперегрузателем Н17-ИЛВТУ на сортировочную установку «Карп-2» Н17-ИСГ. Далее осуществляют взвешивание рыбы на весах и загрузку в живорыбные машины. При облове форели, управляя ее поведением с помощью потокообразователя М19-ИТА, рыба забирается сачками и перегружается на сортировочную установку, взвешивается и подается в живорыбные машины. Для поддержания в оптимальных пределах физических и химических параметров среды обитания используют различные приборы: для определения температуры, концентрации кислорода и рН воды применяют анализатор жидкости «КиТ-ЗрН»; для осмотра кормовых мест и отбора проб – устройство для контроля поедаемости корма Н17-ИЦД; для живорыбного автотранспорта – термооксиметр Н20-НОВ.

ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Абрамов, Н.Н. Водоснабжение / Н.Н. Абрамов. – М. : Стройиздат, 1982. – 235 с.
2. Водозаборно-очистные сооружения и устройства : учебное пособие / под ред. М.Г. Журбы. – М. : Астрель, АСТ, 2003. – 570 с.
3. Кончиц, В.В. Аквакультура в Беларуси : технология ведения рыбоводства / В.В. Кончиц [и др.] ; науч. ред. В.В. Кончиц. – Минск : Бел. наука, 2005. – 239 с.
4. Лысенко, В.Я. Справочник по механизации работ в прудовом рыбоводстве / В.Я. Лысенко [и др.] ; под ред. И.Ш. Тютяева. – М. : Пищевая промышленность, 1977. – 280 с.
5. Николадзе, Г.И. Технология очистки природных вод / Г.И. Николадзе. – М : Высш. шк., 1987. – 479 с.
6. Проектирование и расчет руслового водозабора : методическое пособие / Л.Д. Терехов, Е.Л. Терехова. Хабаровск : ДВГУПС, 2009. – 27 с.
7. Сабодаш, В.М. Рыбоводство / В.М. Сабодаш. – М. : АСТ ; Донецк : Сталкер, 2005. – 456 с.
8. Смагин, В.Н. Курсовое и дипломное проектирование по сельскохозяйственному водоснабжению / В.Н. Смагин, К.А. Небольсина, В.М. Беляков. – М. : Агропромиздат, 1990. – 336 с.
9. СНиП 2.04.02.-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. – М. : Стройиздат, 1985. – 136 с.
10. Тугай, А.М. Расчет и конструирование водозаборных узлов / А.М. Тугай. – Киев : Будивельник, 1978. – 159 с.
11. Уитон, Ф. Техническое обеспечение аквакультуры. / Ф. Уитон ; пер. с англ. – М. : Агропромиздат, 1985. – 528 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Съемные сородерживающие решетки

Размер водоприемного окна, мм	400	600	800	1000	1200	1260	1250
	×	×	×	×	×	×	×
	600	800	1000	1200	1400	2000	2500
Размер решетки, мм	500	700	930	1100	1300	1424	1424
	×	×	×	×	×	×	×
	700	900	1130	1320	1520	2200	2700

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Стандартные диаметры и соответствующие им значения удельных сопротивлений Λ для стальных труб.

Условный проход $d_{\text{огол}}, \text{ мм}$	$\Lambda, \text{ с}^2/\text{м}^6$	Условный проход $d_{\text{огол}}, \text{ мм}$	$\Lambda, \text{ с}^2/\text{м}^6$	Условный проход $d_{\text{огол}}, \text{ мм}$	$\Lambda, \text{ с}^2/\text{м}^6$
40	44480	125	86,22	400	0,18587
50	11080	150	33,94	450	0,09705
65	3009	200	6,785	500	0,05667
80	1167	250	2,0147	600	0,02262
90	529,4	300	0,79114	700	0,01115
100	281,3	350	0,36202	800	0,005514

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Поправочные коэффициенты К

V, м/с	к_{груб}	V, м/с	к_{груб}	V, м/с	к_{груб}
0,2	1,41	0,65	1,10	1,3	1,0
0,25	1,33	0,70	1,085	1,4	1,0
0,30	1,28	0,75	1,07	1,5	1,0
0,35	1,24	0,80	1,06	1,6	1,0
0,40	1,20	0,85	1,05	1,7	1,0
0,45	1,175	0,90	1,04	1,8	1,0
0,50	1,15	1,0	1,03	1,9	1,0
0,55	1,13	1,1	1,015	2,0	1,0
0,60	1,115	1,2	1,0	2,2	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Съемные сорорудерживающие плоские сетки

Размеры отверстия, мм		Размеры сетки, мм	
Ширина	Высота	Высота	Ширина
800 ×	800	930	930
	1000	1130	
	1250	1380	
	1500	1630	
1000 ×	1000	1130	1130
	1250	1380	
	1500	1630	
	2000	2130	
	2500	2630	
1500 ×	1250	1380	1630
	1500	1630	
	2000	2130	
	2500	2630	
1750 ×	1000	1130	1820
	1500	1630	
	2000	2130	
	2500	2630	
2000 ×	2000	2130	2130
	2500	2630	

Учебное издание

Райлян Геннадий Антонович
Васильева Наталья Васильевна
Козлов Александр Иванович
Козлова Тамара Васильевна

Техническое обеспечение рыбхоза

Методические указания

Ответственный за выпуск *П.Б. Пигаль*

Редактор *Т.И. Сакович*

Подписано в печать 30.06.2014 г. Формат 60x84/16.
Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Ризография.
Усл. печ. л. 3,2. Уч.-изд. л. 1,21.
Тираж 47 экз. Заказ № 552.

Отпечатано в редакционно-издательском отделе
Полесского государственного университета
225710, г. Пинск, ул. Днепровской флотилии, 23.