

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Н.Н. Моисеев, П.В. Белоусов

**РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ГИДРОТЕХНИКА
С ОСНОВАМИ МЕЛИОРАЦИИ**

Учебное пособие

Допущено Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших аграрных учебных заведений, обучающихся по специальности 110401 – Зоотехния (письмо 13-03-3/1038 от 06.07.10).

Новосибирск 2010

УДК 626.88
ББК 26.1я72

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. *Ю.А. Секретарев* (НГТУ);
д-р техн. наук, проф. *В.М. Ботвинков* (НГАВТ);
канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. *А.А. Лях* (НГАУ).

Моисеев Н.Н. Рыбохозяйственная гидротехника с основами мелиорации: учеб. пособие / Н.Н. Моисеев, П.В. Белоусов; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2010. – 192 с.

В учебном пособии приведены основные положения дисциплины «Рыбохозяйственная гидротехника с основами мелиорации».

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности 110401 – Зоотехния и специализирующихся по рыбоводству. Оно может быть полезным также для работников рыбохозяйственных предприятий.

Утверждено и рекомендовано к изданию учебно-методическим советом Биолого-технологического института НГАУ (протокол №1 от 6 октября 2009 г.).

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2010

© Моисеев Н.Н., Белоусов П.В., 2010

ВВЕДЕНИЕ

Рыбоводные пруды образованы с помощью разнообразных гидротехнических сооружений, от правильности устройства и эксплуатации которых во многом зависит выполнение всего технологического процесса производства рыбной продукции в прудовом хозяйстве. Устройство и эксплуатация гидротехнических сооружений – составные части инженерной науки – гидротехники. Как инженерная наука, она базируется на данных таких наук, как геодезия, геология, гидрогеология, гидравлика, сопротивление материалов, строительная механика, инженерные конструкции, строительное производство.

В отличие от общей гидротехники, рыбохозяйственная гидротехника подчинена задачам рыборазведения. В связи с этим все гидротехнические сооружения выполняют определенную роль в технологическом процессе выращивания рыбы в хозяйстве. Это обуславливает необходимость вооружения рыбоводов знаниями основ рыбохозяйственной гидротехники.

Учебное пособие разработано согласно утвержденной программе по предмету «Рыбохозяйственная гидротехника с основами мелиорации». Оно предназначено для студентов, обучающихся по специальности 110401 – Зоотехния и специализирующихся по рыбоводству, и может быть полезно практическим работникам рыбоводных хозяйств.

1. ГИДРОТЕХНИКА И РЫБОРАЗВЕДЕНИЕ

В жизни и хозяйственной деятельности человека огромное значение имеет вода. Трудно, да, пожалуй, и невозможно найти какую-либо отрасль хозяйственной деятельности человека, где вода не находила бы применение. Она нужна для получения продукции промышленности, изготовления предметов потребления, бытовых нужд человека. Используется она для орошения земель, водоснабжения населения, водного транспорта, получения электроэнергии, рыбного хозяйства.

Использование воды связано с возведением различного рода сооружений, так как в большинстве случаев не представляется возможным использовать водоисточник без поднятия, например, уровня в нем воды, распределения водного потока по потребителям и т.д. Для получения электроэнергии создают водохранилища, обеспечение водой прудов рыбопитомника требует создания головного пруда и сети водоподводящих каналов. Выполнение этих задач связано с устройством определенного рода сооружений, которые называют гидротехническими.

Наука, изучающая эти сооружения, устанавливающая методы их проектирования и разрабатывающая приемы их постройки, называется *гидротехникой*. Организацию и выполнение строительства различных гидротехнических сооружений в соответствии с выбранной задачей называют гидротехническим строительством. Оно осуществляется в различных сферах деятельности человека, в связи с чем в гидротехнике существует такое понятие, как водное хозяйство. Под водным хозяйством понимают совокупность мероприятий, направленных на комплексное использование различных водоемов.

В нашей стране комплексное использование водоемов впервые было отражено в 1920 г. в известном плане ГОЭЛРО, где отмечено, что использование водной энергии

не может рассматриваться изолированно от других водохозяйственных потребностей, например, судоходства, орошения, рыбного хозяйства. При комплексном использовании водных ресурсов достигают наиболее эффективных результатов. Эта идея комплексного подхода к использованию водных ресурсов осуществляется в настоящее время в каждом конкретном случае ведения водного хозяйства на определенном водоеме.

Примером комплексного использования воды может служить Новосибирское водохранилище. Оно было построено с целью получения электроэнергии, регулирования весеннего стока реки Оби, улучшения водоснабжения таких городов, как Бердск, Искитим и их растущих предприятий, для улучшения условий судоходства в верховьях Оби, для развития рыбного хозяйства и орошения засушливых районов Новосибирской области. Планировалось использовать водохранилище в качестве регулятора водного стока в проектируемых нижележащих водохранилищах на реке Оби.

Водное хозяйство имеет свои отрасли, в каждой из которых **гидротехнические сооружения** своеобразно устроены и **выполняют задачи**, подчиненные целям данной отрасли.

1. *Использование водной энергии.* В этой отрасли гидросооружения предназначены для поднятия уровня воды в водоисточнике с целью выработки электроэнергии или для приведения в действие других гидросиловых установок, например мельниц.

2. *Мелиорация.* В этой отрасли гидросооружения служат для орошения сельскохозяйственных угодий (насосные станции, трубопроводы, плотины на водоисточнике), для защиты от вредного воздействия воды (затопление, подтопление), для борьбы с оползнями, оврагами, уничтожения очагов выплода малярийных комаров.

3. *Водный транспорт.* Устройство каналов, гаваней, портов, дноуглубительные работы, сооружение шлюзов.

4. *Обводнение и водоснабжение сельскохозяйственных построек, сел, ферм.* Трубопроводы, насосы и др.

5. *Водоснабжение и канализация городов, поселков, промышленных предприятий.* В этой отрасли применяют гидросооружения для очистки воды и бытовых стоков, различного рода трубопроводы, фильтры и др.

6. *Гидротехника рыбного хозяйства.* Устройство прудов, рыбоходов, рыбоподъемников, искусственных нерестилищ, обводнение рыбопромысловых озер, мелиоративные работы на рыбохозяйственных водоемах.

Как инженерная наука **гидротехника связана с рядом других технических наук.**

1. *Гидрология.* Наука, изучающая режим и деятельность воды на поверхности земли (скорость течения, движение водных струй в потоке и др.) Она нужна гидротехнике для оценки водного стока, горизонтов и расходов рек и их русловых процессов. При возведении плотин проводят расчеты расхода воды в различные сезоны года и другие исследования.

2. *Гидравлика.* Эта наука изучает движение воды через различные сбросные сооружения; процессы, протекающие в плотинах при заполнении построенного водоема. Она помогает правильно рассчитать размеры плотины, водосборных и водовыпускных сооружений, рыбоходов и др.

3. *Геодезия.* Изучает поверхность земли. Она помогает правильно выбрать участок для строительства рыбоводного хозяйства, целесообразно расположить необходимые гидросооружения, контролировать ход их строительства.

4. *Геология.* Изучает строение земной коры и, в частности, характер грунтов на участке строительства рыбоводного объекта (оценка механического состава грунтов, пригодность их для создания водоема, водопроницаемость и др.).

5. *Гидрология*. Изучает глубину залегания грунтовых вод, их качество и движение, физико-химический состав.

6. *Соппротивление материалов*. Знание основ этой науки позволяет правильно выбрать необходимые материалы для возведения того или иного гидротехнического сооружения.

7. *Строительная механика*. Позволяет выбрать наиболее экономичные механизмы для строительства различных гидротехнических сооружений.

8. *Инженерные конструкции*. Гидротехнические сооружения возводят с учетом экономических профилей плотины, которые проверяются расчетами. Некоторые сооружения могут быть возведены из готовых конструкций.

9. *Строительное производство*. Здесь учитывают способы производства работ по строительству гидросооружений, их сроки.

Гидротехнические сооружения возводились для орошения земель, снабжения населения водой, использования водной энергии задолго до новой эры. В Древнем Китае сооружались пруды, в странах Востока применяли орошение сельскохозяйственных угодий, в Древнем Риме строили акведуки, искусственные водоемы для рыборазведения.

Первая каменная плотина, о которой дошли до нас сведения, была построена в Египте за 4 тыс. лет до н.э. Регулирование р. Тигра и Евфрата проводили за 500 лет до н.э.

Наиболее древним видом транспорта в России считается водный. Сведения о знаменитом пути «из Варяг в Греки» восходят к началу образования нашего государства. Этот путь протянулся на громадные расстояния с севера на юг, соединяя через «волоки» Балтийское море с Черным. «Волоки» и были зачатками первых гидросооружений на Руси.

О первых настоящих гидросооружениях (водяные мельницы) на Руси упоминают в памятниках письменности

XIII в. В них же упоминается и о строительстве прудов и заграждений на реках для рыбного промысла. Первые пруды были построены в Троицко-Сергиевской лавре.

В документах XIV-XVI вв. упоминание о постройке плотин, прудов, мельниц становится все более частым. Так, в XVI в. при Борисе Годунове в Царицыне был построен пруд площадью 80 га при максимальной глубине 18 м. Он существует и поныне и называется Борисовским.

О сооружениях водоснабжения впервые упоминается в XII в. В это время в Новгороде был построен деревянный водопровод. В XV в. в Москве для снабжения водой Кремля был построен свинцовый самотечный водопровод. Он был одним из первых в столицах Европы. В 1633 г. он был переделан в напорный и давал 4 тыс. ведер в сутки.

Расцвет гидростроительства падает на XVII в. В это время строятся бумажные, металлургические, стекольные, пороховые, лесопильные заводы. Их станки приводила в действие падающая вода из специально построенных прудов. Для создания прудов использовали земляные и деревянные плотины. К середине XVIII в. на Урале было построено 150 заводов и все они имели гидросиловые установки. Некоторые пруды на Урале сохранились по настоящее время. Построенная в 1787 г. гидротехником К.Д. Фроловым подъемная гидросиловая установка на Змеиногорском руднике на Алтае для подъема воды и руды из шахты и пилки леса имела земляную плотину высотой 18 м.

В конце XVIII – начале XIX в. в России создан ряд искусственных водных путей: старейшая Вышневолоцкая судоходная система, Мариинская водная система. Общая длина этих водных путей более 2200 км со 115 шлюзами. В конце XIX – начале XX в. было проведено осушение Барабинской степи на площади 1,3 млн га. Остатки осушительных сооружений можно увидеть в Куйбышевском и Венгеровском районах Новосибирской области.

Расцвет гидростроительства в России падает на XX в. В это время были построены десятки гидроэлектростанций, такие как Рыбинская, Ивановская, Валховская, Угличская, ряд гидроэлектростанций на Волге, Оби, Енисее.

Построено множество прудов общей площадью более 200 тыс. га. Среди них такие крупные прудовые хозяйства, как Новочеркасское (3600 га), Сусканское нерестово-выростное (7000 га), Сулинское (5000 га), Казанское озерное (5962 га). Построен ряд садковых и бассейновых хозяйств на сбросных теплых водах ТЭЦ, ГРЭС. Проведена мелиоративная работа на озерах Ладожское, Чудское, Онежское, Ильменское, Чаны, Убинское, Сартлан и др.

Возведение гидротехнических сооружений, особенно крупных – ответственное дело. Находясь в соприкосновении с водой, они выдерживают большие нагрузки, до 70 т на 1 м погонной длины. Наносы и лед усиливают это давление. Разрушение плотин и сопряженных с ними сооружений вызывает большие катастрофы. Например, в 1884 г. в Пенсильвании (США) разрушилась земляная плотина Джонстаун высотой 23 м вследствие перелива воды через гребень. Вода вылилась из водохранилища за 45 минут. Высота волны составляла 10-12 м. Погибло около 2 тыс. человек. В 1923 г. в Северной Италии разрушилась арочная железобетонная плотина высотой 56 м. Высота волны достигла 30 м.

В результате небрежного строительства гидросооружений в прудовых хозяйствах наблюдается их разрушение. Так, в 1967 г. в Битковском совхозе Новосибирской области ушла вода из зимовального пруда и вся рыба погибла. В 1970 г. в Кемеровском рыбхозе Кемеровской области вода пошла вдоль трубы донного водоема летне-маточного пруда и рыба оказалась на его дне. Хозяйства потеряли материальные убытки.

Почти все гидротехнические сооружения, как крупные, так и небольшие, вызывают изменения не только окружающей территории, но и мест, довольно далеко лежащих от них. Повышается залегание грунтовых вод, заболачиваются вершины водоемов и т.д. В связи с этим все гидротехнические сооружения возводят согласно инструкциям по разработке проектов и смет для промышленного строительства и соответствующим главам строительных норм и правил (СНИП).

Рыбоводные хозяйства делят на прудовые, на естественных водоемах и хозяйства на сбросных теплых водах (индустриальные). В каждом виде хозяйств рыбохозяйственная гидротехника решает свои определенные задачи.

Прудовое рыбоводство (рис. 1):

1. Выбор участка под прудовое рыбоводное хозяйство.
2. Составление проекта прудового рыбоводного хозяйства.
3. Выбор конструкции и назначение мест расположения гидротехнических сооружений в рыбоводных прудовых хозяйствах.
4. Строительство гидротехнических сооружений.
5. Уход за сооружениями в различные периоды года и их ремонт в период эксплуатации.



Рис. 1. Прудовое рыбоводное хозяйство

Рыбоводство в естественных водоемах (рис. 2-4):

1. Исследование естественных водоемов.
2. Назначение необходимых работ и сооружений для улучшения режима водоема как среды обитания рыб.
3. Проектирование и строительство гидротехнических сооружений рыбоводного завода, нерестово-выростного или озерного хозяйства.
4. Проектирование и строительство рыбопропускных сооружений (рыбоход, рыбоподъемник) для обеспечения нереста в естественных условиях.
5. Проектирование и строительство угреходов.
6. Проектирование и строительство рыбозащитных и рыбозаградительных устройств.
7. Эксплуатация сооружений.

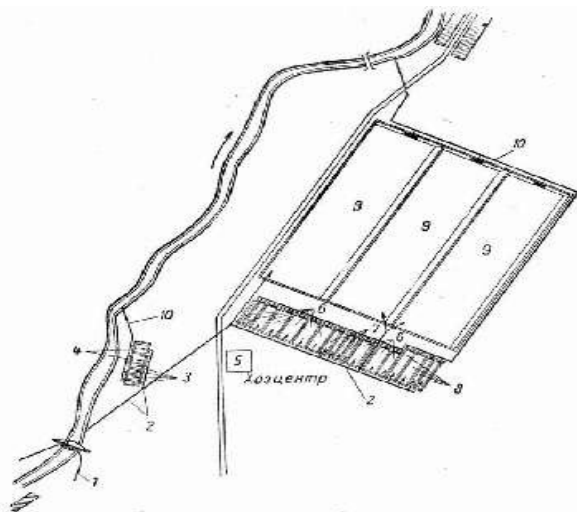


Рис. 2. Нерестово-выростное хозяйство при водохранилище с самотечным водоснабжением:

- 1 – головной пруд; 2 – магистральный канал; 3 – зимовальные пруды; 4 – карантинные пруды; 5 – хозцентр; 6 – нерестовые пруды; 7 – экспериментальные пруды; 8 – маточные пруды; 9 – выростные пруды; 10 – сбросной канал

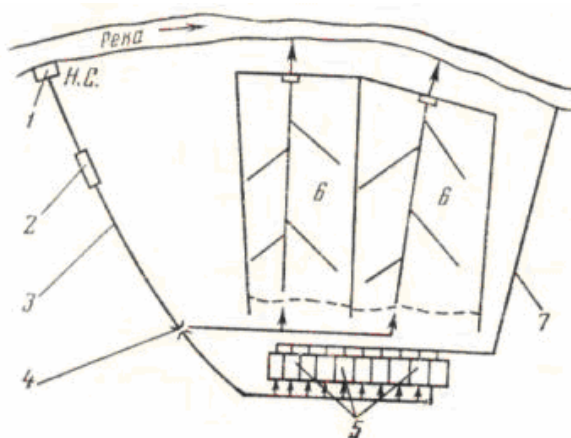


Рис. 3. Схема расположения прудов в нерестово-выростном хозяйстве с механическим водоснабжением:

1 – насосная станция; 2 – отстойник; 3 – водоподающий канал; 4 – регулирующее сооружение; 5 – нерестовые пруды; 6 – выростные пруды; 7 – водосбросной канал

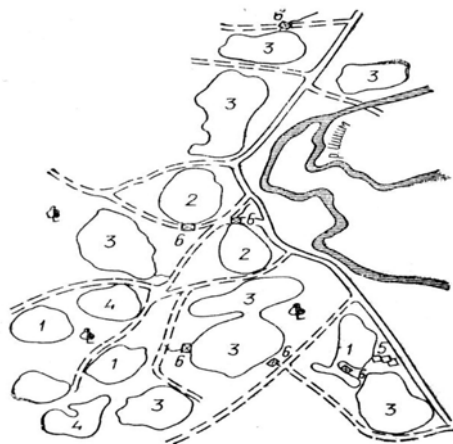


Рис. 4. Схема водоемов Казанского озерного хозяйства:

1 – озера-питомники; 2 – питомно-нагульные озера; 3 – озера однолетнего нагула; 4 – озера двухлетнего оборота; 5 – выростные пруды; 6 – шлюзы-«верховины»

Индустриальное рыбоводство (рис. 5, 6):

1. Исследование технических водоемов сбросных вод тепловых электростанций и других предприятий.

2. Выбор типа и схемы рыбоводного хозяйства (садковое, бассейновое).

3. Проектирование и строительство выбранного типа хозяйства.

4. Эксплуатация хозяйства.

В рыбоводных хозяйствах в зависимости от типа строят следующие **группы гидротехнических сооружений**:

1. Плотины, дамбы.

2. Водосбросные сооружения.

3. Сооружения для водоснабжения рыбоводных прудов (головные водозаборные сооружения, головные шлюзы-регуляторы, водоподающие каналы, лотки, трубопроводы, вододелители, водовыпуски из канала в пруды, перепады, быстротокки, акведуки, дюкеры, азраторы, отстойники, бассейны, фильтры).

4. Сооружения для осушения прудов (рыбосборные каналы, донные водоспуски, рыбоуловители, сбросные каналы).

5. Рыбозащитные сооружения: механические (фильтры, решетки, сетки, барабаны), гидравлические (запаны, отбойные козырьки), физиологические (электрические поля, воздушная завеса).

6. Рыбозаградительные сооружения (верховина, решетки).

7. Сооружения для пропуска рыбы из нижнего бьефа в верхний (рыбоходы, угреходы, рыбоприемники).

8. Комплекс гидротехнических сооружений с механической подачей воды (водозабор, здание насосной станции, трубопроводы).

9. Специальные сооружения рыбоводных заводов (пруды и садки для выдерживания рыб, бассейны для выращивания рыб, дафниевые пруды и бассейны).

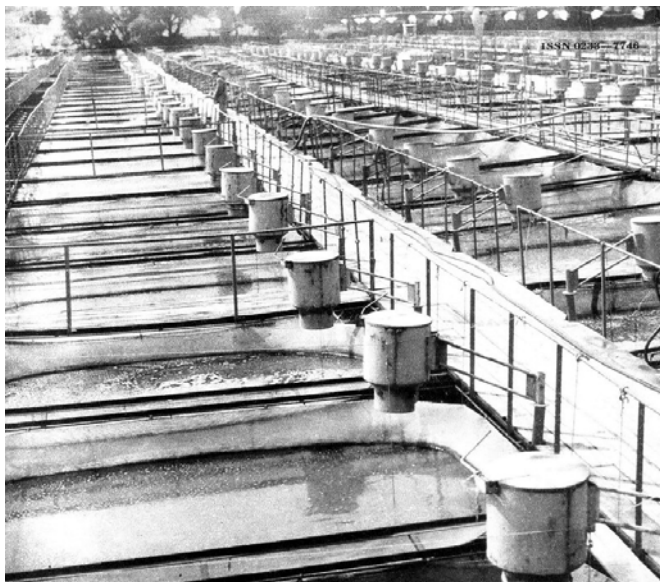


Рис. 5. Садковое хозяйство



Рис. 6. Бассейновое хозяйство

10. Специальные сооружения на геотермальных и сбросных теплых водах тепловых электростанций.

11. Причалы.

Вопросы для самопроверки

1. Определение гидротехники.
2. Что такое водное хозяйство?
3. Основные отрасли водного хозяйства.
4. Задачи, решаемые гидротехникой в прудовых хозяйствах, на естественных водоемах, в промышленных хозяйствах.
5. Основные гидросооружения, применяемые в рыбоводных хозяйствах.

2. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСЧЕТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВ

При строительстве рыбоводных водоемов и хозяйств важное значение имеют определение стока в них воды, его распределение по сезонам года, водохозяйственные расчеты. Определение объема поступающей в водоем воды зависит от водосборной площади и ее характеристики.

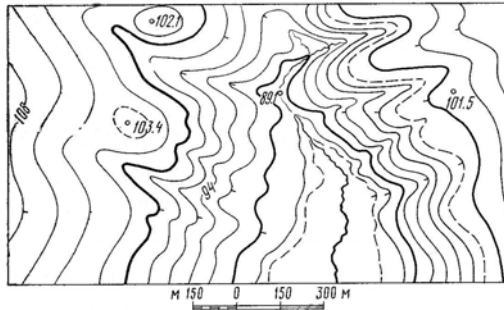
2.1. Границы и характеристика водосборной площади

Водосборной площадью называют территорию, с которой в водоем стекает вода в разные сезоны года. Это может быть сток за счет таяния снега, дождей, ключей, ручья и т.д. Границы водосборной площади проводят по линии водораздела, начиная от выбранного створа плотины будущего водоема по обеим его сторонам. Границы водосборной площади целесообразнее определять по топографической карте 1:25 000 (рис. 7).

Карта такого масштаба имеет километровую сетку, что позволяет быстро рассчитать приблизительную площадь водосбора. Для более точного определения площади водосбора используют планиметр. В состав водосборной площади могут входить, в зависимости от ее размера, овраги, балки, ручьи, небольшие речки, имеющие свои водосборные площади, на которых возможно возведение и других водоемов. Водосборная площадь может включать лесные массивы, кустарники или только покрыта травяными растениями, иметь сельскохозяйственные угодья. Все это в значительной степени определяет величину водного стока. Важным условием вычисления водного стока является расположение площади водосбора в конкретной климатической зоне, которая определяет величину осадков в виде снега и дождя, а также процессов испарения и фильтрации.



а



б

Рис. 7. Водосборная площадь:

а – общий вид, б – изображение площади в горизонталях (горизонтالي проведены через 2 м)

После установления размера водосборной площади собирают данные по климатической ее характеристике: температура воздуха по месяцам года, количество осадков по сезонам года, условия таяния снега, степень промерзания грунтов, фильтрационная характеристика грунтов и др.

После того как получена климатическая характеристика водосбора, определяют параметры годового стока: норму и изменчивость.

2.2. Норма стока

Норму стока определяют по многолетним данным, по карте изолиний среднего многолетнего стока рек России или методом аналогии. В последнем случае норму стока принимают аналогично подобным условиям соседних регионов.

В связи с тем, что водосборная площадь рыбководных водоемов, как правило, невелика, расчет стока можно производить по формуле

$$W = 31,54 \cdot 10^3 \cdot \mu_0 \cdot F,$$

где W – сток с водосбора за год, м³;

μ_0 – среднегодовой модуль стока, л/с с 1 км²;

F – площадь водосбора, км².

Пример. Определить годовой сток при μ_0 5,5 л/с и водосборной площади 2 км².

$$W = 31,54 \cdot 1000 \cdot 5,5 \cdot 2 = 346\,940 \text{ м}^3.$$

Модуль стока (μ_0) определяют по карте с изолиниями, по непосредственным наблюдениям или по аналогии с подобным водосбором.

Зная величину стока за год, можно определить размер строящегося водоема и объем воды, необходимый для него. Такое сравнение позволяет дать заключение о целесообразности строительства водоема или целого рыбководного хозяйства.

В том случае, если выше проектируемого водоема имеются пруды, то от общей величины стока отнимают объем воды в этих прудах. Остаток и будет представлять собой сток для проектируемого водоема или целого хозяйства.

Средний многолетний расход водотока определяют по выражению

$$Q = \frac{\mu_0 \cdot F}{1000},$$

где Q – средний многолетний расход, м³/с;
 μ_0 – средний многолетний модуль стока, л/с с 1 км²;
 F – площадь водосбора, км².
Пример. $\mu_0 = 7,5$ л/с с 1 км², $F = 200$ км².

$$Q = \frac{7,5 \cdot 200}{1000} = 1,5 \text{ м}^3/\text{с}.$$

2.3. Изменчивость годового стока

В связи с колебаниями характеристик (снеговой покров, дожди, продолжительность таяния снега и др.) климата данного водосбора годовой сток будет меняться. Такие изменения необходимо учитывать при проектировании рыбоводных водоемов и хозяйств, так как в отдельные годы сток может не покрывать необходимое для них количество воды.

Существует такое понятие, как процент обеспеченности стока. Он определяет то количество лет, в течение которых гарантируется удовлетворение заданной потребности в воде. Например, 80%-я обеспеченность означает, что удовлетворение потребности в воде хозяйства или пруда составляет 80 лет из 100, или 8 лет из 10. В остальные 20 лет из 100, или в среднем раз в 5 лет, возможен дефицит воды.

Обычно при проектировании водоема или хозяйства исходят из 90%-й обеспеченности его водой. Процент обеспеченности стока определяют по специальным формулам и таблицам. Сток воды изменяется в течение года. Весной он обильнее остальных сезонов года.

Для простоты вычисления стоков воды в разные сезоны года используют определенные коэффициенты. Вначале определяют среднегодовой сток по формуле

$$Q_{\text{год}} = \mu_0 \cdot F ,$$

где μ_0 – модуль стока данного района, л/с с 1 км²;

F – площадь водосбора, км².

Для определения весеннего, летнего и зимнего стока

$Q_{\text{зим}} - 0,1 - 0,2$ от $Q_{\text{год}}$

$Q_{\text{вес}} - 6,0 - 8,0$ от $Q_{\text{год}}$

$Q_{\text{лет}} - 0,4 - 0,6$ от $Q_{\text{год}}$

На основании таких данных строят гидрограф реки.

Он необходим для выяснения, обеспечит ли сток в разные сезоны года нормальную работу рыбоводного хозяйства. Для этого гидрограф реки накладывают на графическое изображение динамики расхода воды по всем категориям прудов рыбоводного хозяйства. Если гидрограф показывает, что водосток полностью удовлетворяет потребности хозяйства в разные сезоны года, то уровень воды в головном водохранилище необходим только для создания самотечного водоснабжения прудов. При неудовлетворительном показателе в головном пруде создают необходимый запас воды.

Для отдельных нагульных прудов важен расход воды в весеннее время. От этого зависят площадь водоема и его средняя глубина. Средняя глубина водоема – важный показатель в технологии производства рыбной продукции, который заметно влияет на величину естественной кормовой базы водоема.

2.4. Расчет максимального стока

Важным моментом при проектировании сбросных сооружений является расчет максимальных расходов водного стока в период весеннего паводка или ливневых дождей. Максимальный расход стока определяют по данным гидрометрических наблюдений за длительное время (от 25 до 50 лет). При меньшем периоде наблюдений используют материалы рек-аналогов.

При проектировании прудовых рыбоводных хозяйств, как правило, гидрометрические наблюдения отсутствуют. Поэтому максимальные расходы воды рассчитывают по формуле

$$Q_p = \frac{K_0 \cdot h_p \cdot \mu}{(F + 1)^n},$$

где Q_p – расчетный максимальный расход воды с вероятностью превышения $P\%$, м³/с;

K_0 – параметр, характеризующий дружность половодья на малых реках;

h_p – слой суммарного весеннего стока с вероятностью превышения $P\%$, мм;

μ – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров слоя стока и максимальных расходов воды;

F – площадь водосбора, км²;

δ_1 – коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды рек, зарегулированных озерами и водохранилищами;

δ_2 – коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в заиленных и заболоченных бассейнах;

n – показатель степени.

Водосбросные сооружения проектируются из расчета 1%-й водообеспеченности, т.е. максимального паводка раз в 100 лет.

Расчет максимальных расходов воды по приведенной формуле довольно сложный и зависит от категории рельефа, показателя степени (n) и др. При этом пользуются не только формулами по каждому коэффициенту, но и табличным материалом.

Например, для Западной Сибири, относящейся к 1-й категории рельефа, показатель степени (n) равен 0,25,

$K_0 - 0,03$. Величину h_p находят по карте с изолиниями вероятности слоя стока. Остальные коэффициенты определяют по сложным формулам, приведенным в специальной литературе.

2.5. Водохозяйственные расчеты

Необходимое количество воды для рыбоводного хозяйства рассчитывают согласно основным показателям:

1. Наполнение прудов до проектных отметок.
2. Водообмен в прудах разных категорий.
3. Потери воды на испарение.
4. Потери воды на транспирацию.
5. Потери воды на насыщение ложа прудов.
6. Потери воды на фильтрацию через тело, основание плотины.
7. Водоподводящие каналы.

Наполнение прудов до проектных отметок

Наполнение пруда зависит от его площади, категории и нормативной средней глубины.

При проектировании рыбоводных прудов, прежде всего, назначают отметку ложа пруда в самом низком месте (у донного водоспуска). К данной отметке прибавляют глубину воды в этом месте. Так назначают отметки уровня воды в летних прудах. Для зимовальных прудов отметку ложа назначают несколько выше уровня воды в водоприемнике, чтобы обеспечить самотечный сброс воды. К этой отметке прибавляют глубину воды у донного водоспуска. Это и будет отметка уровня воды в зимовальном водоеме.

Для каждой категории прудов средняя глубина должна быть достаточно определенной: для нерестового пруда – 0,6 м, для выростного – 1,0 – 1,2, для нагульного – не более 1,5 – 2,0 м и т.д.

Среднюю глубину пруда по топографической карте или плану определяют по формуле

$$h_e = \frac{W}{F},$$

где W – объем воды в пруде, м³;

F – площадь зеркала воды в пруде, м².

Объем воды в пруде складывается из объемов, заключенных отдельными горизонтальными плоскостями, проходящими по горизонталям плана пруда:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 \dots W_n.$$

Отдельные объемы определяются следующим образом:

$$W_{1,2,3\dots n} = \frac{F_n + F_e}{2} \cdot h,$$

где $W_{1,2,3\dots n}$ – объем, заключенный между соседними горизонталями, м³;

F_n – площадь, образованная нижней горизонталью, м²;

F_e – площадь, образованная следующей горизонталью, м²;

h – сечение горизонталей, м.

Зеркало воды пруда – это площадь, ограниченная верхней горизонталью.

Пример. Определить среднюю глубину выростного пруда площадью 76 865 м². Сечение горизонталей (h) через 0,25 м. Верхняя горизонталь (зеркало воды пруда) идет по высоте 86,5 м, самая нижняя горизонталь – 85,0 м.

Вначале строят разрез и план выростного пруда согласно горизонталям (рис. 8).

Площадь пруда по отдельным горизонталям определяют с помощью планиметра.

F_0 – равно 0 (у донного водоспуска);

F_1 – (авгб) – 18 750 м²;

F_2 – (адеб) – 40 625 м²;

F_3 – (ажзб) – 47 490 м²;

F_4 – (аикб) – 51 865 м²;

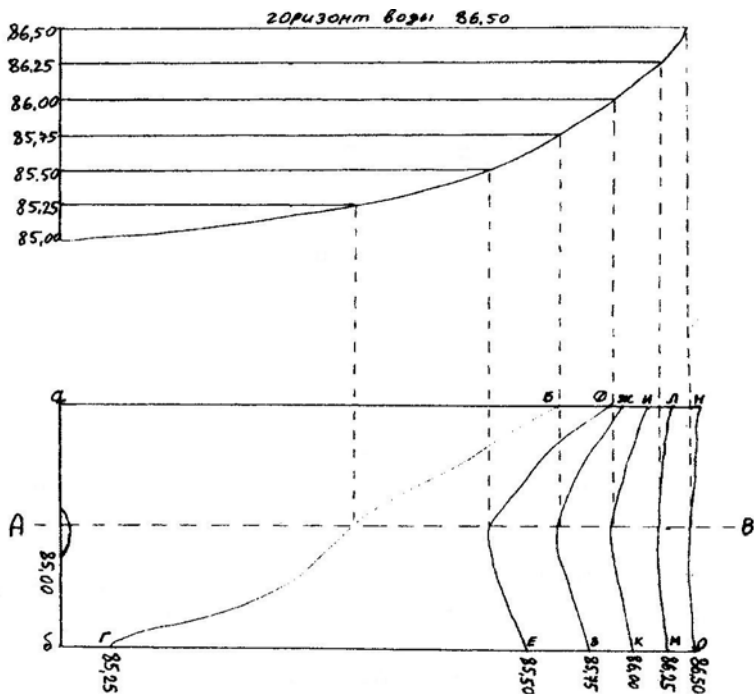


Рис. 8. Разрез и план выростного пруда

F_5 – (алмб) – 64 365 м²;

F_6 – (аноб) – 76 865 м².

Согласно этим данным промежуточные объемы воды будут следующие:

$$W_1 = \frac{0 + 18\,750}{2} \cdot 0,25 = 2344 \text{ м}^3;$$

$$W_2 = \frac{18\,750 + 40\,625}{2} \cdot 0,25 = 7422 \text{ м}^3;$$

$$W_3 = \frac{40\,625 + 47\,490}{2} \cdot 0,25 = 11\,014 \text{ м}^3;$$

$$W_4 = \frac{47\,490 + 51\,865}{2} \cdot 0,25 = 12\,419 \text{ м}^3;$$

$$W_5 = \frac{51\,865 + 64\,365}{2} \cdot 0,25 = 14\,528 \text{ м}^3;$$

$$W_6 = \frac{64\,365 + 76\,865}{2} \cdot 0,25 = 17\,653 \text{ м}^3.$$

Общий объем воды в прудах составит 65380 м³. Отсюда средняя глубина его будет равна

$$h_e = \frac{W}{F} = \frac{65\,380}{76\,865} = 0,85 \text{ м.}$$

Полученную среднюю глубину сравнивают с нормативной. В нашем примере она меньше нормативной. В мелководных прудах идет сильное развитие жесткой водной растительности, что ведет к сокращению площади нагула для рыб. В данном случае зеркало воды следует поднять на следующую по высоте горизонталь. В том случае если глубина больше нормативной, зеркало воды в пруде понижают на горизонталь ниже проектируемой.

Водообмен в прудах разных категорий

В целях создания оптимальных условий для гидробионтов в водоемах, кроме непроточных нагульных прудов, применяют подачу свежей воды периодически или постоянно. Для зимовальных прудов назначают 15-25-суточный водообмен. В летних прудах питомника свежую воду подают для поддержания оптимального газового режима. Количество воды, подаваемой в пруд, зависит, кроме того, и от насыщения ложа, фильтрации, испарения и транспирации.

Потери воды на испарение

Расчетную величину испарения E (мм) определяют по формуле

$$E = E_p \cdot F \cdot n,$$

где E_p – разность величины испарения и осадков, мм;

F – площадь зеркала водоема, м²;

n – число месяцев работы пруда.

Потери воды на транспирацию

В водоемах с небольшими глубинами бурно развивается водная растительность. Надводная растительность расходует много воды для своей жизнедеятельности. Чем выше зарастаемость водоема, тем больше потери воды на транспирацию. В жаркое лето транспирация выше по сравнению с холодным, так как в теплое лето растения растут быстрее. Установлено, что надводная растительность развивается до глубины 1 м. Отсюда и проводят проектные расчеты.

Потери воды на насыщение ложа прудов

Расчет производят по формуле

$$V = \mu \cdot F \cdot h,$$

где μ – недостаток насыщения грунтов (разность между пористостью и естественной влажностью грунтов в объемном выражении);

F – площадь зеркала пруда, га;

h – средняя глубина залегания уровня грунтовых вод от дна пруда, м.

Значение μ находят по справочной литературе, h – по геологическим изысканиям.

Время насыщения ложа пруда водой приблизительно равно времени его заполнения (рис. 9).

Потери воды на фильтрацию через тело и основание плотины и водоподводящие каналы

Расчет потерь на фильтрацию через тело плотины и ее основание, а также каналы производят по формулам, приведенным в специальной литературе. В формулах учитывают такие данные, как глубина воды в верхнем бьефе, коэффициент фильтрации водонепроницаемого и водопроницаемого грунтов, глубина фильтрационного потока и др. (рис. 10).

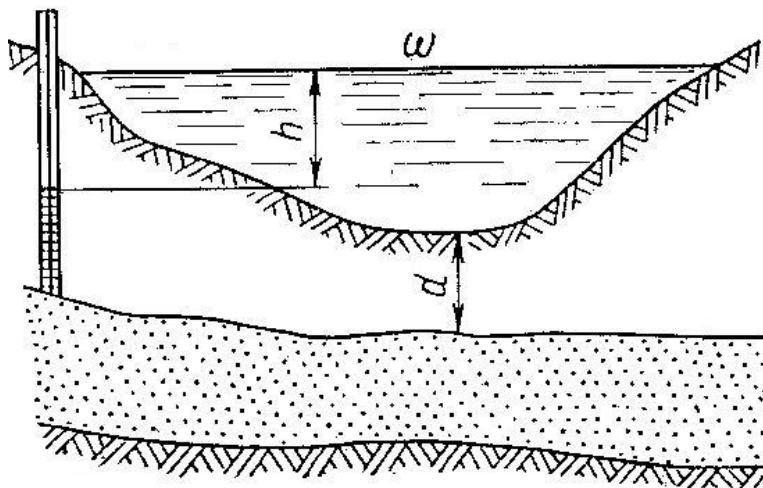


Рис. 9. Схема фильтрационного расчета воды в ложе водохранилища

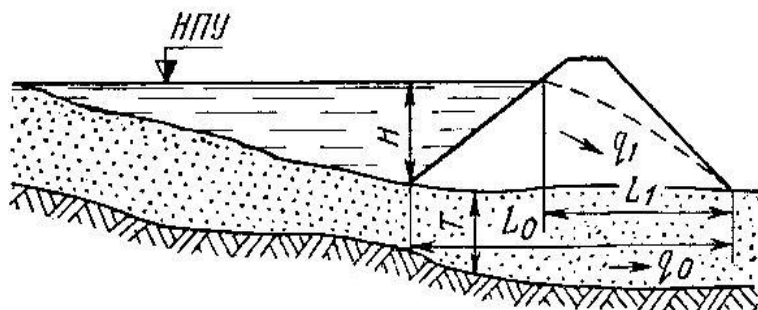


Рис. 10. Схема для расчета фильтрационного расхода воды через тело и под телом земляной плотины

Для приближенных расчетов расход воды на испарение, транспирацию, фильтрацию можно принять как 0,5-1,5 л/с на 1 га площади летних прудов.

На основании водохозяйственных расчетов строят график водопотребления рыбоводного хозяйства.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое водосборная площадь?
2. Как определяют границы водосборной площади?
3. Что такое норма стока?
4. В чем выражается изменчивость стока?
5. Для какой цели определяют величину максимального стока?
6. Как определяют объем воды в пруду?
7. Из каких показателей складывается общий расход воды для рыбоводного хозяйства?
8. Для какой цели рассчитывают динамику водопотребления прудов хозяйства?

3. НИЗКОНАПОРНЫЕ ЗЕМЛЯНЫЕ ПЛОТИНЫ И ДАМБЫ ПРУДОВ

Земляные плотины и дамбы – древнейшие гидротехнические сооружения. Наиболее широкое распространение они получили в прудовом рыбоводстве. Причиной этому послужило то обстоятельство, что земля всегда доступна, не требует предварительной обработки и позволяет применять самые разнообразные механизмы для ее добычи и транспортировки. Она, в отличие от других материалов, не подвержена разрушению. Кроме того, земляной материал достаточно устойчив против фильтрационных процессов.

Плотиной называют земляную насыпь трапециевидного поперечного сечения, преграждающую естественное или искусственное русло водного потока. Дамбой называют такое же сооружение, но отделяющее часть водного потока (разделение прудов на отдельные части, отделение от русла реки части ее поймы, отделение залива от основного водоема).

У плотин и дамб различают следующие элементы: тело; гребень; верховой, или мокрый, откос; низовой, или сухой, откос; подошва, или основание (рис. 11). У некоторых дамб (разделительных) оба откоса мокрые.

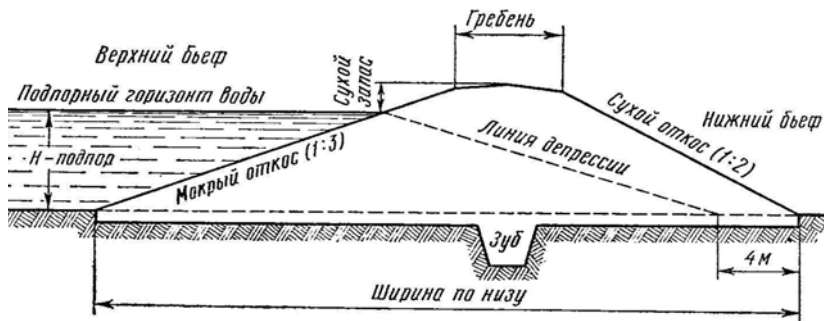


Рис. 11. Основные элементы земляной плотины

Все встречающиеся земляные плотины *по высоте* делят на низконапорные, средненапорные и высоконапорные. Напором называют разность уровней воды верхнего и нижнего бьефов плотины. Поток воды выше плотины называют верхним бьефом, ниже плотины – нижним бьефом.

При напоре до 10 м земляную плотину считают низконапорной, от 10 до 25 – средненапорной, более 25 м – высоконапорной.

По способу пропуска воды плотины разделяют на глухие, водосливные и комбинированные.

Глухая плотина не имеет каких-либо сооружений для сброса лишней воды и полного осушения водоема. Лишняя вода в весеннее время может сбрасываться через отводной канал.

Водосливная плотина имеет сооружение для сброса паводковых вод.

Комбинированная плотина имеет паводковый водосброс и сооружения для полного осушения водоема.

По способу производства работ по возведению плотин их подразделяют на насыпные, или укатанные, намывные и полунамывные. В насыпную плотину грунт насыпают слоями и тщательно укатывают. Намывную плотину строят путем подачи грунта из карьеров гидромеханическим способом (земснаряды). В полунамывных плотинах внутреннюю часть возводят гидромеханическим способом, а остальные части – из сухого грунта с укатыванием.

В зависимости от состава грунтов, из которых строят тело плотины, их делят на однородные и разнородные. Однородные плотины сооружают из какого-либо одного грунта (суглинок, супесь). Разнородные плотины подразделяют на ядровые, экранные, диафрагмовые и смешанные (рис. 12).

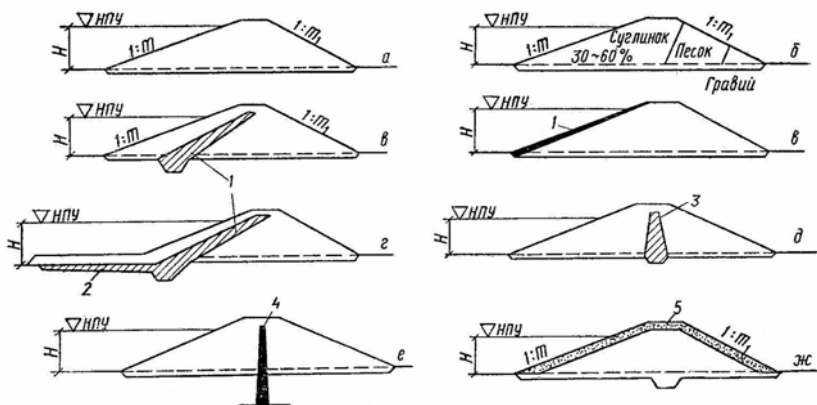


Рис. 12. Типы земляных насыпных плотин:

а – из однородного грунта; б – из разнородных грунтов; в – с экраном из грунта или негрунтовых материалов; г – с экраном и понуром; д – с ядром; е – с диафрагмой; ж – из торфа; 1 – экран; 2 – понур; 3 – ядро; 4 – жесткая диафрагма; 5 – защитный слой

Ядровые плотины имеют в средней части, по ее оси, ядро из маловодопроницаемого грунта (глина, суглинок). У экранных плотин по верхнему (мокромu) откосу укладывают экран из водонепроницаемого материала (глина, бетон, железобетон). Диафрагмовые плотины имеют в их середине жесткую стенку (бетон, железобетон). Ядро, экран, диафрагму применяют в том случае, когда в тело плотины насыпают водопроницаемые грунты.

Смешанные плотины строят в том случае, если одного какого-либо материала недостаточно.

Разрушение земляных плотин происходит в результате перелива воды через гребень, усиленной фильтрации сквозь тело плотины, просачивания воды вдоль внешней стороны трубы донного водоспуска и под полом и стенками водосброса. В связи с этим к проектированию и строительству земляных плотин предъявляют следующие **требования:**

1. Пропускную способность водосбросных сооружений рассчитывают так, чтобы при максимальных расходах воды через них не происходило затопление гребня.

2. Просачивание воды через тело плотины не должно вызывать опасных явлений вымывания грунта. Фильтрующиеся через тело плотины воду собирают специальными дренажными устройствами.

3. Сопряжение тела плотины с основанием, берегами, водосливными и водосбросными сооружениями должно быть надежным.

4. Грунты тела плотины должны быть надлежащего качества и уплотнены укаткой или намывом.

5. Откосы плотины должны быть устойчивы к оползанию грунта и защищены от волнобоя, ливней, быстрой сработки верхнего бьефа.

В прудовых хозяйствах в основном применяют однородные плотины. Они проектируются согласно утвержденным строительным нормам и правилам.

3.1. Земляные плотины

При проектировании земляных плотин устанавливают размеры ширины гребня, высоту напора, крутизну откосов, превышение гребня над нормальным или максимальным уровнем воды в верхнем бьефе и др.

Ширина гребня плотины

Ширина гребня плотины зависит от ее высоты и вида проезда по нему. В том случае, когда гребень не служит проезжей дорогой, его ширина при высоте плотины до 6 м должна быть не менее 2,5 м, а при высоте плотины 6-10 м – 3-4 м.

При наличии по гребню проезжей дороги его ширину рассчитывают по нормам дорожных организаций и создают согласно классу дороги (табл. 1).

Таблица 1

Ширина гребня плотины в зависимости от класса дороги

Класс дороги	Ширина по гребню, м	Ширина проезжей части, м	Ширина обочин, м
V	5,0	3,5	0,75
IV	7,0	5,0	1,0

В том случае, когда дорога предназначена для внутрихозяйственных передвижений, гребень обрабатывают по типу грунтовых дорог с приданием ему скатов по 3 – 5% в обе стороны, что обеспечивает скат воды вдоль оси гребня. При проезде по гребню межхозяйственного транспорта гребень замачивают камнем на песке с тщательной утрамбовкой или покрывают асфальтом.

По обеим сторонам гребня устанавливают ограждение в виде деревянных или бетонных столбиков толщиной 16-18 см. Их устанавливают на расстоянии 2-2,5 м один от другого. В некоторых случаях столбики соединяют друг с другом толстыми металлическими прутьями.

Высота напора

Глубина воды перед плотиной зависит от ряда условий. Прежде всего, от назначения и рельефа. В головном пруде при постоянном дебете воды в водоисточнике высота напора должна обеспечивать самотечную подачу воды в магистральный канал. Высота его зависит от уровня воды в зимовальных прудах, которые строят вблизи плотины головного водоема.

При пересыхающем водоисточнике после прохождения паводка напор рассчитывают таким образом, чтобы создать в головном пруду запас воды, необходимый для снабжения прудов рыбопитомника в течение всего года. При этом учитывают потери на фильтрацию воду сквозь ложе водоема и водоподающие каналы, испарение, ледяной покров.

Для нагульных прудов при постоянном дебете воды в водоисточнике напор зависит в основном от проектируемой средней их глубины согласно виду выращиваемой рыбы. В нагульных же прудах, построенных на временном водоисточнике, напор перед плотиной определяют с учетом их средней глубины, фильтрационных процессов и наличия других потребителей воды, например для орошения сельскохозяйственных угодий.

Превышение гребня плотины над нормальным (НПУ) или максимальным (МПУ) уровнем воды в верхнем бьефе

Превышение гребня над расчетным уровнем воды в водоеме определяют по выражению, приведенному З.П. Орловой:

$$d = h_n + \Delta h + a ,$$

где h_n – высота наката ветровой волны на откос, м;

Δh – высота ветрового нагона волны, м;

a – запас высоты плотины над высотой наката волны (не менее 0,5 м).

Вследствие сложности определения h_n и Δh для практических целей превышение назначают в 1,5-2 м. Превышение гребня над максимальным горизонтом воды в водохранилище можно определять по табличному материалу (табл. 2).

Таблица 2

**Превышение гребня плотины над НПУ
(Казарновский Ю.Э., 1957)**

Превышение МПУ над НПУ, м	Длина разбега волны, км		
	до 3,0	до 4,0	до 5,0
0,4 – 0,6	1,15	1,25	1,35
0,8	1,40	1,50	1,50
1,0	1,70	1,70	1,70
1,25	2,00	2,00	2,00

При определении превышения гребня над МПУ учитывают строительный запас на осадку плотины (5-6%).

Заложение откосов

В зависимости от характера грунтов, из которых насыпают тело плотины, и от ее высоты определяют заложение откосов. Заложение откоса плотины – это отношение высоты плотины к длине основания откоса.

Для плотин высотой до 10 м основание верхового откоса в зависимости от характера грунтов превышает высоту плотины не менее чем в 3 раза, а для плотин большей высоты – в 4-7 раз. Низовой откос назначают более крутым. Заложение его принимают не менее 1 : 2 (табл. 3).

Таблица 3

Заложение откосов однородной земляной плотины высотой до 10 м в зависимости от характера грунтов

Грунт	Коэффициент заложения откосов	
	верхового	низового
Песок	1 : 3 – 1 : 3,5	1 : 2,5 – 1 : 3
Супесь	1 : 3 – 1 : 3,5	1 : 2,25 – 1 : 2,5
Суглинок	1 : 2,5 – 1 : 3	1 : 1,5 – 1 : 2,25

Земляные работы при строительстве плотин и дамб занимают основную их стоимость при наличии простейших водосбросных сооружений. В связи с этим важным является определение объема земли, насыпаемой в тело плотины или дамбы.

Вычисления производят на основании построений продольного разреза плотины, поперечных сечений в каждой точке и плана плотины.

Построение профилей и плана земляной плотины руслового пруда

На основании топографического материала находят наиболее узкое место долины ручья, реки и т.д. Определяют отметки высот гребня проектируемой плотины по обе-

им сторонам поймы реки, ручья. Для этого сначала определяют точки высот зеркала воды по обеим сторонам реки, ручья. Зеркало воды пруда проходит по одинаковым по высоте горизонталям.

Напор воды должен отвечать назначению водоема. Превышение гребня над зеркалом воды пруда рассчитывают согласно принятым показателям. Полученные точки высот гребня по обеим сторонам поймы соединяют прямой линией (рис. 13). Эта линия и есть створ плотины пруда. Створ плотины проводят перпендикулярно горизонталям участка строительства плотины.

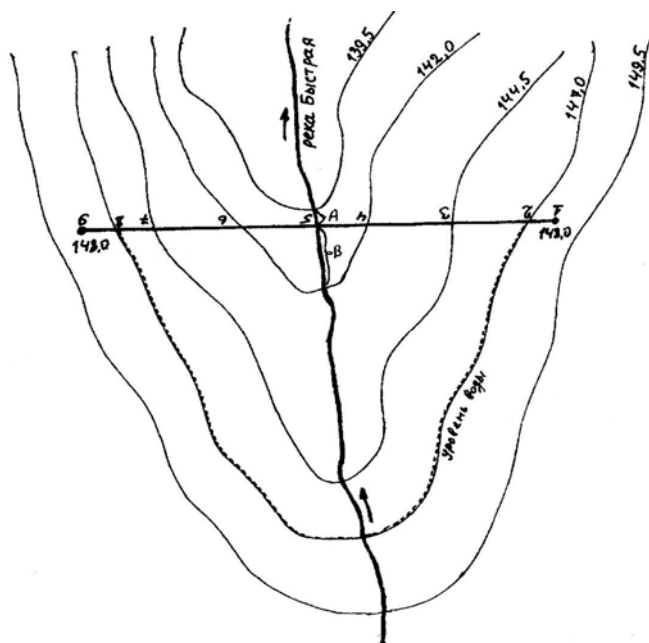


Рис. 13. Створ и назначение отметок земляной плотины

После определения створа плотины приступают к назначению отметок высоты плотины на всех горизонталях, пересекаемых створом. Для этого на топографическом материале находят известную по высоте горизонталь. Напри-

мер, на рис. 13 выделяется горизонталь с надписью 142. На карте масштаба 1:25 000 сечение горизонталей идет через 2,5 м. Таким образом, следующая возрастающая горизонталь будет иметь высоту 144,5, последующие – 147; 149,5 и т.д. Понижающие к руслу реки и ручья горизонтали уменьшаются на 2,5 м: 139,5; 137; 134,5 и т.д. На горизонталях, пересекаемых линией створа плотины, находят отметки их высот. В нашем примере (см. рис. 13) горизонталь зеркала воды имеет высоту 147,0. Для определения высоты гребня плотины к высоте зеркала воды в водоеме прибавляют расчетное превышение, например 1 м. Значит, высота гребня плотины составит 148 м. Находят отметки гребня плотины по обеим сторонам поймы речки. Для этого сечение между горизонталями 147,0 и 149,5 делят на 5 частей, т.е. на 0,5 м, 1 м составит 2 части. Отметка гребня плотины будет находиться на высоте 148,0 м. Расстояние между точками 148,0 м по ширине поймы речки и составит длину земляной плотины.

Отметку дна русла речки определяют следующим образом. Линейкой или циркулем отмеряют расстояние от горизонтали 139,5 до линии створа плотины (см. рис. 13), обозначают это расстояние буквой «А». Затем измеряют расстояние от линии створа до горизонтали 142,0. Обозначают это расстояние буквой «Б». С помощью циркуля определяют, сколько раз уложится расстояние «А» в расстоянии «Б». В нашем примере – 4 раза. Всего же отрезков «А» между горизонталями 139,5 и 142,0 будет 5. Сечение горизонталей идет через 2,5 м. Значит, одно расстояние «А» будет равно 0,5 м. Согласно этому, отметка русла речки составит 140,0 (139,5+0,5 или 142,0–2,0).

После назначения отметок створа плотины их обозначают арабскими цифрами. Отсчет делают слева направо, находясь лицом к водохранилищу.

На основании полученных отметок створа плотины строят ее продольный, поперечный профили и план, необходимые для расчета объема земляных работ при ее возведении. Профили строят на миллиметровой бумаге.

Начинают с построения продольного профиля плотины. Для наглядности горизонтальный масштаб принимают 1:5000, вертикальный 1:200.

Построение продольного профиля

На бумаге наносят сетку высот и расстояние (рис. 14).

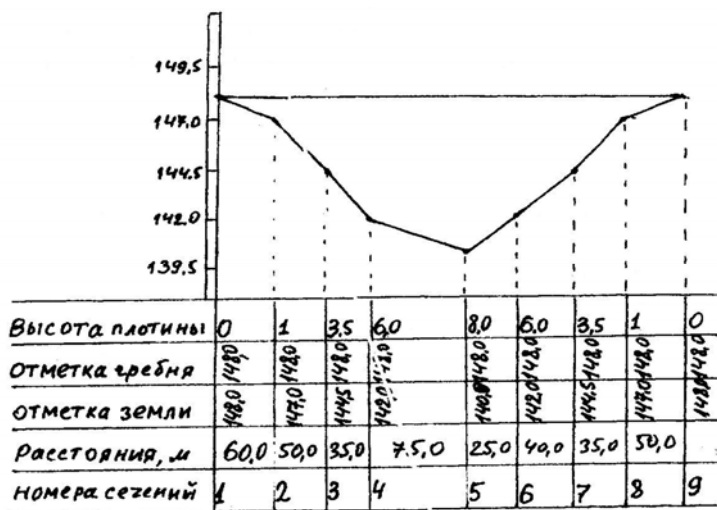


Рис. 14. Продольный разрез плотины (горизонтальный масштаб 1:5000, вертикальный – 1:200)

Отсчеты по вертикальной линии начинают с отметки 139,5, а заканчивают отметкой 149,5. Значит, общая высота линейки составит 10 м. При масштабе 1:200 в 1 см будет 2 м, следовательно, в 10 м укладываются при таком масштабе 5 см. Деление вертикальной линейки производят через 2,5 м, или при указанном масштабе через 1,25 м.

Внизу вертикальной линейки проводят 5 горизонтальных линеек.

На линейках снизу вверх пишут: номер сечения, расстояние между сечением в метрах, отметку земли, отметку гребня плотины и высоту плотины в каждой точке сечения.

Для определения расстояний между точками сечений горизонталей створом плотины на карте линейкой или циркулем определяют, сколько миллиметров занимают эти расстояния, переводят в масштаб карты 1:25 000, а затем в масштаб 1:5000. При масштабе 1:25 000 в 1 мм 25 м. Например, между 1-й и 2-й точками укладывается 10 мм, значит, фактическое расстояние 250 м. При переводе в масштаб 1:5000 это расстояние составит 2,5 см. Затем подобные расчеты делают между следующими точками.

Отметку земли получают согласно высотам в точках сечения. Поскольку отметка гребня плотины находится на одной высоте в каждой точке сечения, несложно вычислить высоту плотины в каждой точке.

Построение поперечных профилей

Для построения поперечных профилей в каждой точке сечения необходимо знать ширину гребня плотины, высоту плотины в каждой точке и заложение откосов плотины. Например, ширина гребня условно равна 4 м. Заложение верхнего откоса условно составляет 1:3, а сухого – 1:2. Согласно рис. 13, поперечное сечение плотины, например, в точке 2, будет равно: ширина гребня 4 м, высота плотины 1 м, основание верхнего откоса 3 м, основание низового – 2 м, общая ширина оснований плотины 9 м. В масштабе 1:200 высота плотины равна 1,5 см, ширина гребня – 0,8 см. Общая ширина основания плотины в масштабе 1:200 равна 2,6 см. Затем на миллиметровой бумаге строят профиль в точке 2 (рис. 15).

Подобные расчеты производят по каждой точке сечения горизонталей линий створа плотины.

На основании продольного и поперечных профилей плотины строят ее план (рис. 16).



Рис. 15. Поперечный профиль плотины (масштаб 1:200)

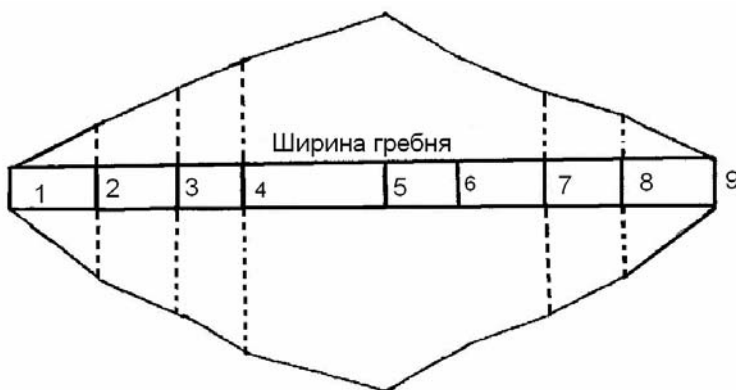


Рис. 16. План плотины
(продольный масштаб 1:5000, поперечный – 1:500)

В каждом сечении определяют длину основания верхнего и низового откосов на основании высоты плотины в данном сечении и заложений откосов.

Зная расстояние между точками сечения горизонталей, линии створа плотины и площадь поперечных сечений, определяют объем земляных работ.

Расчет объема земляных работ по возведению плотины

Расчет производят следующим образом. Сначала вычисляют площадь поперечных сечений в каждой точке. Поперечное сечение напоминает трапецию, а площадь ее определяют как произведение полусуммы оснований на высоту.

Верхним основанием является ширина гребня, а нижним – ширина подошвы плотины. Ее складывают из шири-

ны оснований верхового и низового откосов и ширины гребня.

Поскольку тело плотины в каждой точке сечений разное, то находят среднюю площадь между двумя соседними точками и умножают на расстояние между этими точками. Это и будет объем земли между данными точками сечений. Затем все объемы суммируют и вычисляют общий объем земли необходимый для возведения проектируемой плотины.

Сопряжение тела плотины с основанием и берегами

При постройке плотин из супеси или суглинка на таких же подстилающих грунтах для надежности соединения тела плотины с подстилающими грунтами достаточно удалить кустарник, деревья, снять растительный слой и взрыхлить основание. Для большей надежности соединения тела плотины с грунтом по средней его линии делают зуб в виде трапеции, заполненной глиной или суглинком. Глубина трапеции до 1 м. При наличии в основании прослойки из водопроницаемых грунтов толщиной 2-3 м вместо зуба устраивают замок. Он в виде трапеции перекрывает всю толщину водопроницаемого грунта, заполнен глиной. Замок врезают в водонепроницаемый грунт на глубину до 0,5 м.

При залегании водонепроницаемых грунтов на большей глубине (3-6 м) для предотвращения фильтрации воды через основание плотины применяют комбинацию из зуба со шпунтовым рядом. Верхняя часть водопроницаемого грунта на глубину до 3 м перекрывается зубом, а нижняя – шпунтом.

В том случае, когда водопроницаемый грунт имеет толщину более 6 м, для уменьшения фильтрационных процессов устраивают понур. Понур – это продолжение верхового откоса по всей длине плотины шириной от 2 до 4 напоров. Понур делают из водонепроницаемого грунта. В понуре устраивают 2 зуба: один в начале глубиной 0,5, второй – в месте сопряжения с откосом глубиной 1,0-1,5 м.

После заполнения пруда водой она насыщает тело плотины, в результате чего возможна фильтрация воды сквозь тело плотины. Верхняя граница фильтрационного потока носит название кривой депрессии. Выше ее грунт тела плотины водой не насыщается. Высота кривой депрессии зависит от напора. Кривая депрессии может выходить на сухой откос или упираться в основание плотины (рис. 17).

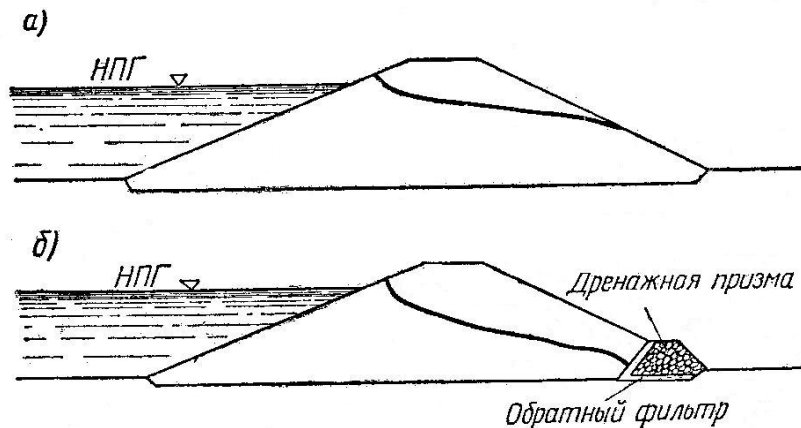
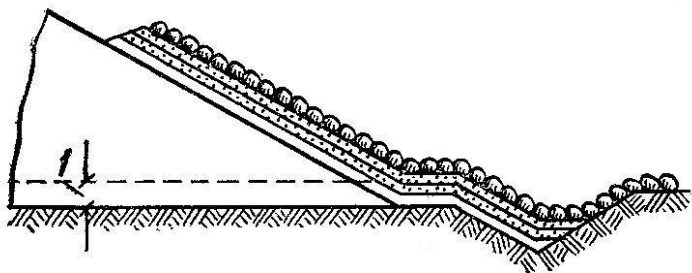


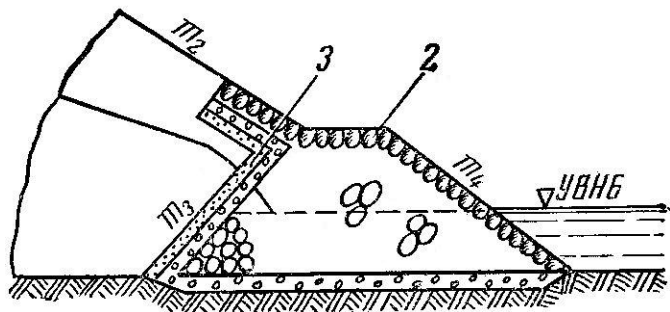
Рис. 17. Положение депрессионной кривой в плотине на слабопроницаемом основании

При выходе кривой депрессии на низовой откос возможно вымывание грунта тела плотины с последующим ее разрушением. Поэтому при проектировании плотины проводят расчет фильтрационных процессов таким образом, чтобы кривая депрессии упиралась в ее основание. Расчеты сложные и описаны в специальной литературе.

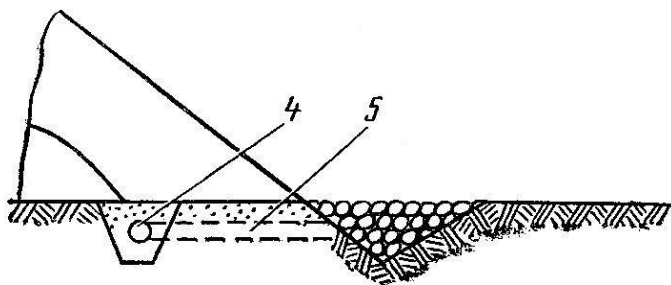
В некоторых случаях в низовом откосе по всей длине плотины устраивают дренаж для предотвращения ее деформации и разрушения. Дренажное устройство отводит фильтрующуюся воду без выноса частиц грунта. Чаще применяют дренаж из песка, гравия, щебня и гальки: нижний слой из песка, верхний – из гальки (рис. 18).



a



б



в

Рис. 18. Типы дренажных устройств:

а – наклонный дренаж; б – дренажная каменная призма;
 в – трубчатый дренаж; 1 – снятый растительный слой; 2 – берма;
 3 – обратный фильтр; 4 – продольная дренажная труба; 5 – поперечная дренажная труба

3.2. Дамбы прудов

Часть прудов рыбоводных хозяйств образуют с помощью контурных и разделительных дамб. Контурные дамбы образуют внешние стороны прудов, а разделительные отделяют один пруд от другого.

Наиболее ответственными являются контурные дамбы. При устройстве прудов в поймах рек контурные дамбы отгораживают пруды от остальной части поймы, по которой проходит паводок, и одновременно выполняют роль водонапорных сооружений, предохраняющих пруды от затопления паводком.

Контурные дамбы имеют один мокрый откос, разделительные дамбы – оба.

Контурные дамбы пойменных нагульных прудов устраивают наподобие однородных земляных плотин с соответствующими расчетами (рис. 19-26).

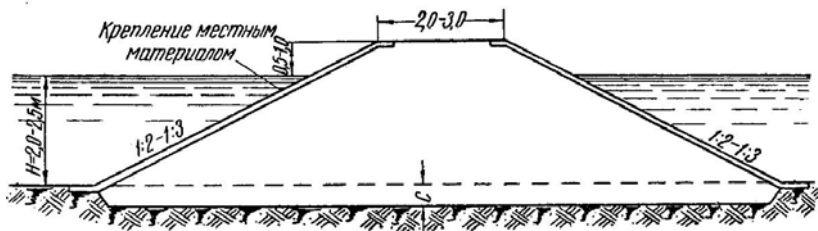


Рис. 19. Сечение разделительных дамб нагульных пойменных прудов размером до 50 га

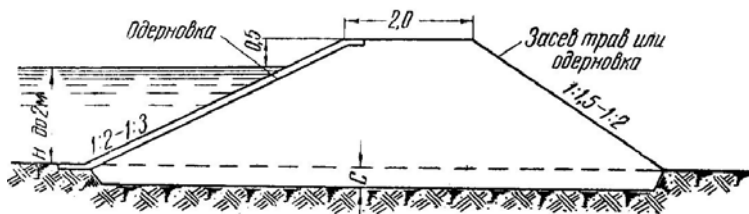


Рис. 20. Сечение контурных дамб зимовальных прудов

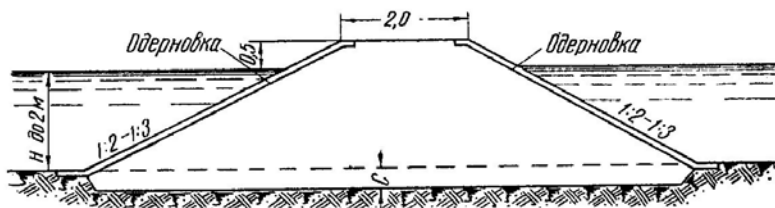


Рис. 21. Сечение разделительных дамб зимовальных прудов

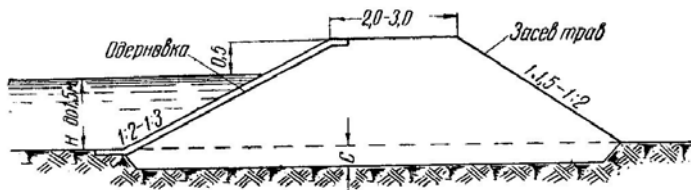


Рис. 22. Сечение контурных дамб выростных прудов

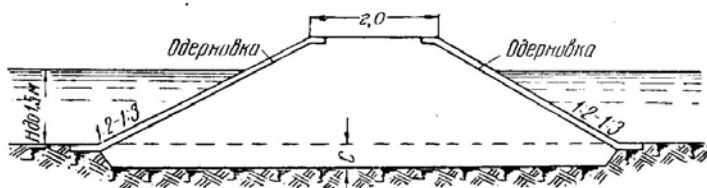


Рис. 23. Сечение разделительных дамб выростных прудов

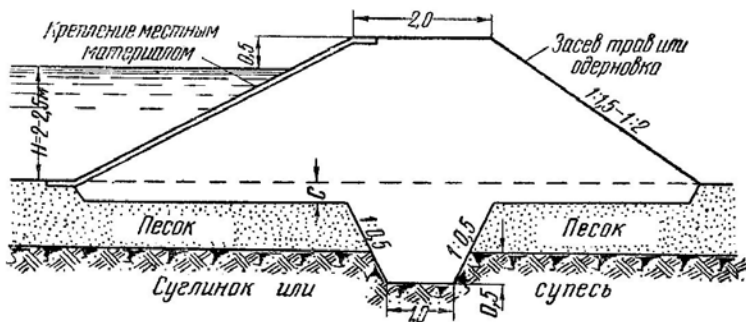


Рис. 24. Сечение дамб на проницаемом основании

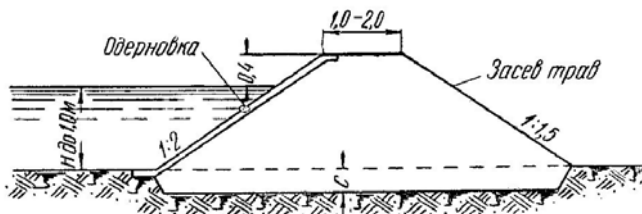


Рис. 25. Сечение контурных дамб нерестовых прудов

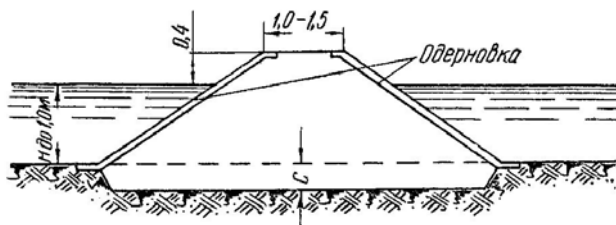


Рис. 26. Сечение разделительных дамб нерестовых прудов

Контурные и разделительные дамбы прудов рыбопитомника возводят в зависимости от категории прудов (нерестовые, выростные, зимовальные и др.), принимая во внимание их площадь и нормативную среднюю глубину.

3.3. Крепление откосов плотин и дамб

В целях предохранения откосов плотин и дамб от разрушительного действия волн, ледяного покрова, атмосферных осадков и колебаний уровня воды их крепят различными материалами. Низовой откос для плотин высотой до 6 м при отсутствии воды в нижнем бьефе крепят засевом трав или одерновкой. В тех случаях, когда низовой откос подвержен воздействию волнобоя, его крепят камнем, бетонными плитами. Для дамб достаточна защита низового откоса засевом трав и покрытие дерном.

Верховой откос плотин в небольших прудах, в которых высота волны очень небольшая, крепят засевом трав или одерновкой. В больших прудах верховой откос крепят ка-

менной наброской, укладкой железобетонных плит или монолитным железобетоном (рис. 27). Мощение камнем проводят на подготовке из гравия.

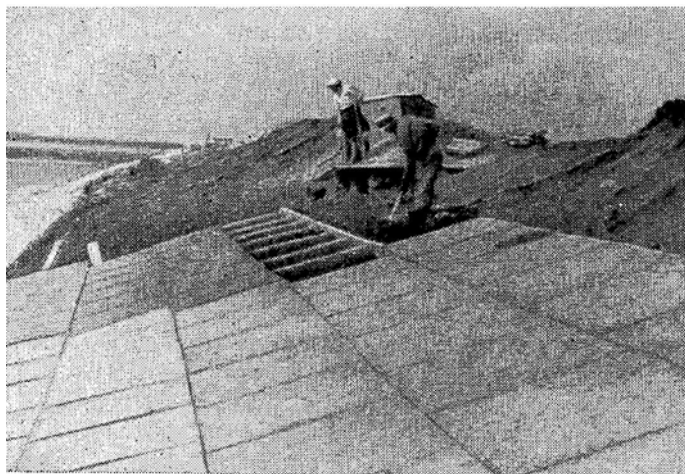


Рис. 27. Устройство креплений верхового откоса из бетонных плит

Бетонные крепления осуществляют обязательно на песчано-гравийной подготовке, которая играет роль своеобразного фильтра.

Крепление верхового откоса производится по всей длине плотины, иногда включают и небольшие участки берегов. Нижнюю границу крепления обычно принимают на 1 м ниже отметки минимального рабочего горизонта воды; верхняя граница – на 0,5-1 м от гребня. Возможно крепление и по всей высоте откоса.

Вопросы для самопроверки

1. Отличие плотины от дамбы.
2. Основные элементы плотины.
3. Типы плотин.
4. Что такое заложение откосов?
5. Виды крепления откосов.

4. ВОДОСБРОСНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Головные и нагульные пруды зачастую не вмещают всю воду, поступающую с водосборной площади в период паводка и ливневых дождей. Поэтому возникает необходимость устраивать специальные водосбросные сооружения. Пропускную способность водосбросов рассчитывают таким образом, чтобы горизонт воды в верхнем бьефе не поднимался до отметки гребня плотины. Для этого при проектировании изучают гидрологические условия водосборной площади. Размер отверстий водосбросов устанавливают гидравлическим расчетом для пропуска максимальных расходов в период паводка.

Стоимость водосбросных сооружений составляет значительную часть общих капиталовложений при строительстве водоема. Поэтому при изыскании и проектировании рыбоводного пруда тщательно обосновывают место расположения водосброса и его конструкцию.

Работа водосбросов при земляных плотинах может производиться как без повышения горизонта воды в водоеме, так и с некоторым повышением. Второй вариант осуществляют с целью создания дополнительного запаса воды с учетом потерь на фильтрацию и испарение, в головных же прудах – для надлежащего водоснабжения прудов питомника во все сезоны года.

Водосбросные сооружения подразделяют на водосбросы автоматического действия (естественные водоотходы, водосбросные каналы, открытые, шахтные и сифонные водосбросы), управляемые водосбросы с затворами и комбинированные водосбросы.

Выбор рационального типа водосбросного сооружения зависит от ряда условий: величины расхода воды в период паводка, назначения водоема, состояния водоисточника после прохождения паводка, одиночного или каскадного расположения прудов, площади водоема.

4.1. Водосбросы автоматического действия

Естественные водообходы

Естественный водообход представляет собой понижение рельефа ниже гребня плотины. В качестве естественного водообхода используют естественные низины, староречья, суходольные балки, ручьи (рис. 28, 29).

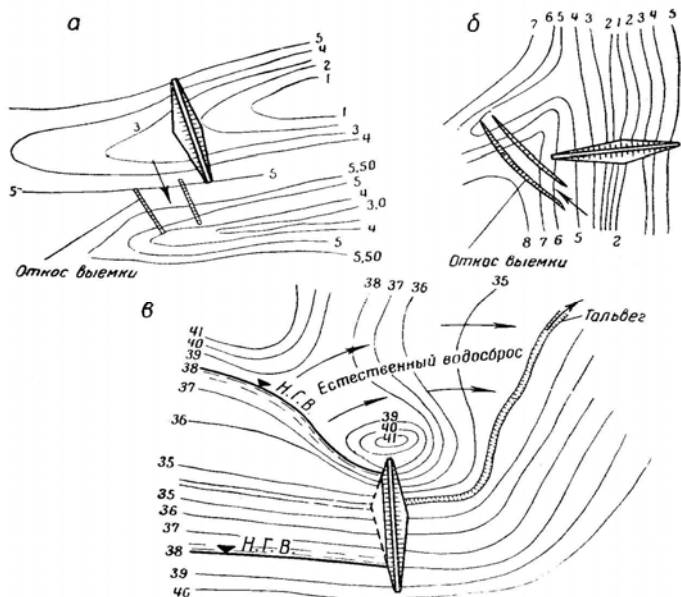


Рис. 28. Примеры естественных паводковых водообходов

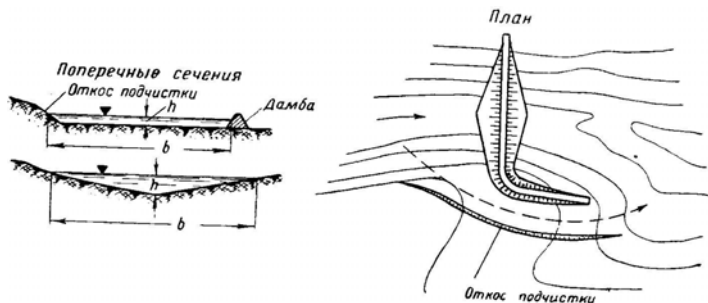


Рис. 29. Естественный односторонний водообход

Такие водосбросы возможно применять, когда пойма реки очень широкая (рис. 30).

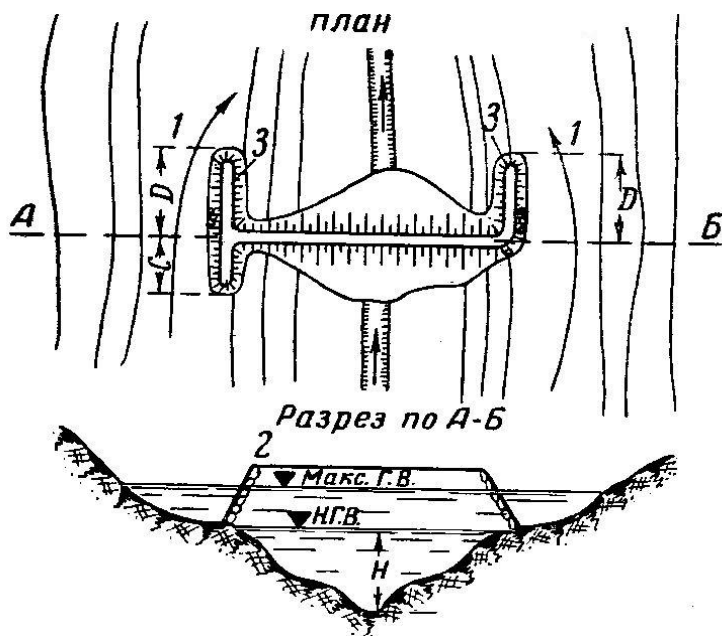


Рис. 30. Естественный паводковый водообход при широкой пойме:

1 – естественные водообходы; 2 – гребень плотины; 3 – дамбы

В любом варианте естественному водообходу придают прямоугольную форму и обваловывают с одной стороны. Ширину такого водообхода принимают в пределах 20 – 40 м при глубине потока не более 0,15 – 0,3 м и проверяют расчетом скорости течения на размыв. Как правило, концевую часть водообхода крепят различными материалами для предотвращения размывного процесса. При устройстве естественного водообхода стремятся не повреждать дерн его ложа.

Устраивают естественные водообходы при небольших расходах воды в период паводка, который к тому же длится

непродолжительное время. Их используют и как вспомогательные водосбросы при других типах водосбросных сооружений. Вначале сброс лишней воды из водоема идет через естественный водосброс, а затем через искусственное сооружение.

Достоинство таких водосбросов в их дешевизне, а отрицательная сторона – опасность их размыва с образованием оврага.

Водосбросные каналы

При невозможности использования естественного водообхода строят искусственные водоотводящие каналы. Канал трассируют по береговому склону долины в обход плотины со сбросом воды в ту же балку, реку или ее приток, овраг, низину (рис. 31).

Дно водосбросного канала в начальной его части закладывают на уровне постоянного горизонта воды в пруду. При этом проход паводковых вод происходит только при повышении в нем уровня воды.

В зависимости от условий трассы каналов они могут быть выполнены по пяти основным схемам:

1. Каналы без креплений дна и откосов. Их применяют при малых расходах воды в период паводка и очень пологих уклонах трассы (0,002-0,003). Заложение откосов 1:2. К этой схеме относят каналы с простейшими креплениями откосов.

2. Каналы с быстотоком в концевой части.

3. Каналы с многоступенчатым перепадом.

4. Каналы с консольным сбросом.

5. Каналы с несколькими сопрягающими сооружениями.

При проектировании и строительстве сбросных каналов придерживаются следующих условий:

1. Объем земляных работ должен быть наименьшим. Грунт выемки канала, если он годен, используют для насыпи его стенок.

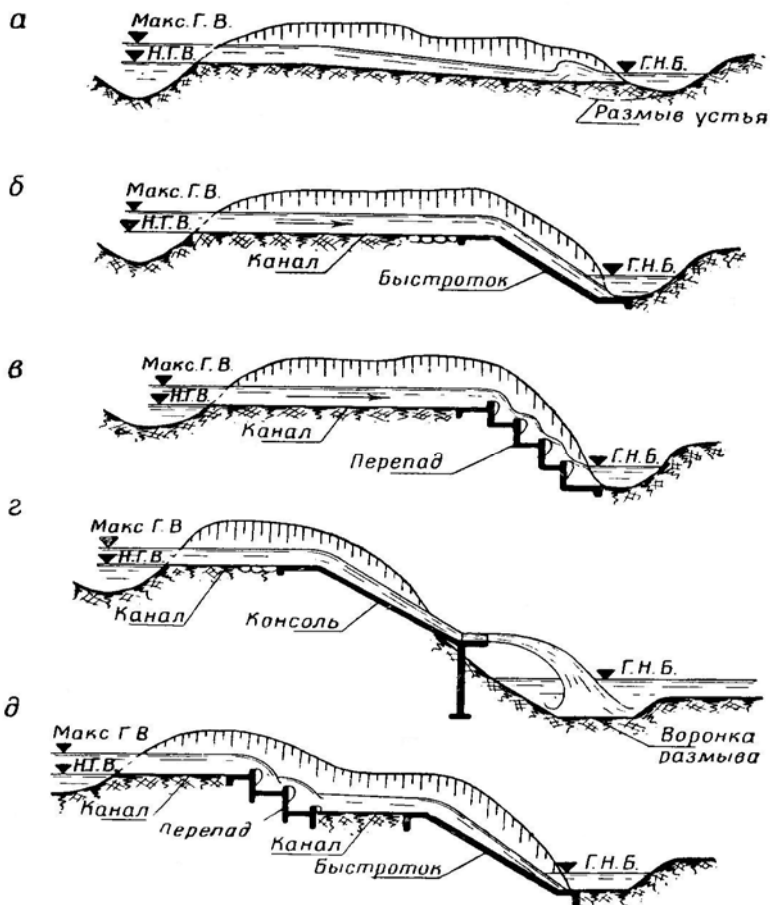


Рис. 31. Схемы искусственных водосбросных каналов:

а – канал с креплением русла; б – канал с быстротоком; в – канал с перепадом; г – консольный сброс; д – перепад и быстроток

2. Выход канала в нижний бьеф удаляют от плотины, чтобы паводковые воды не подмывали низовой ее откос.

3. Канал трассируют в стороне от плотины во избежание опасных явлений в случае промыва стенок канала.

4. Скорость течения по каналу не должна вести к размыву откосов.

5. Канал устраивают целиком в выемке. В крайнем случае, в полувыемке-полунасыпи. Подсыпка грунта на дно канала недопустима.

6. Откосы канала делают устойчивыми против размыва.

7. С целью плавного и спокойного входа и выхода воды из канала начальную и конечную его часть делают в виде воронки. Ширина входной воронки превышает ширину канала по дну в 2,0-2,5 раза, а выходной воронки – в 2,5-3,0 раза.

8. Канал устраивают по возможности прямолинейным. В случае кривизны канала его радиус превосходит ширину в 5 раз. Откосы на закруглениях укрепляют.

9. Водосброс располагают на наиболее устойчивых к размыву грунтах.

10. При строительстве канала с сопрягающими сооружениями (быстроток, перепад, консоль) их размещают в конечной части или в местах резкого падения рельефа.

Быстроток

Его устраивают в местах сосредоточенного, но плавного падения рельефа местности (рис. 32).

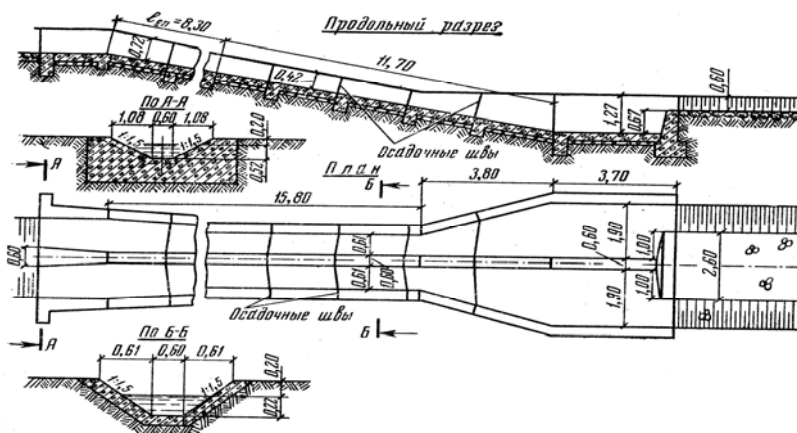


Рис. 32. Быстроток

Он представляет собой лоток из различного материала по ширине сбросного канала. Дно быстротока делают вогнутым, чтобы максимальные расходы воды проходили по его середине. Выход быстротока заканчивается водобойным сооружением в виде каменной наброски или железобетонных плит с водобойными стенками. Здесь скорость течения воды гасится, и она плавно поступает в отводящий канал или русло реки.

Ширину быстротока определяют по формуле

$$B_c = \frac{Q}{m\sqrt{2g}H^{3/2}},$$

где Q – расход воды через быстроток прямоугольного сечения, м³/с;

m – коэффициент расхода, равный 0,36-0,40;

H – глубина воды в подводящем канале;

g – ускорение силы тяжести – 9,81 м/с².

Расход воды через быстроток прямоугольного сечения определяют по формуле

$$Q = h_n B_c \sqrt{Ri},$$

где h_n – глубина воды в быстротоке, м;

B_c – ширина дна быстротока, м;

R – радиус быстротока, м;

i – уклон быстротока.

Перепад

Он представляет собой одно- и многоступенчатый лоток из различного материала (рис. 33).

Его устраивают при большом уклоне концевой части водосбросного канала, когда быстроток невозможен. Стенки и пол каждой ступени надежно соединяют с помощью шпунтового ряда с грунтом места расположения такого водосброса. Концевая часть водосброса имеет устройство для гашения скорости воды.

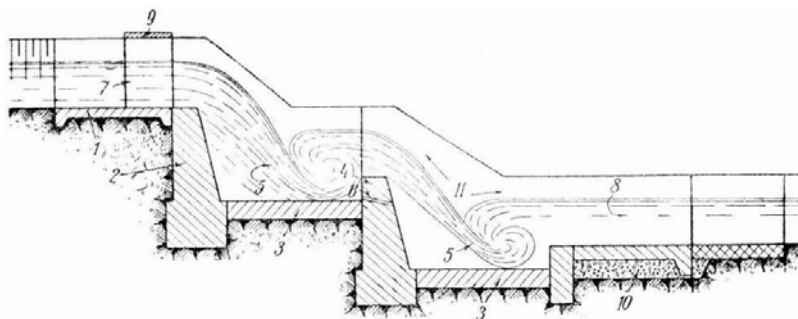


Рис. 33. Многоступенчатый перепад:

1 – понур; 2 – стенка падения; 3 – флютбет перепада; 4 – стенка водобойного колодца; 5 – водобойный колодец; 6 – сливное отверстие; 7 – вход; 8 – выход; 9 – служебный мостик; 10 – обратный фильтр; 11 – продольная стенка

Ширину перепада определяют по той же формуле, что и для быстротока.

Консольный перепад

Консольный перепад – это продолжение канала или быстротока в виде лотка. Его устраивают в месте резкого падения рельефа конца земляного канала (рис. 34).

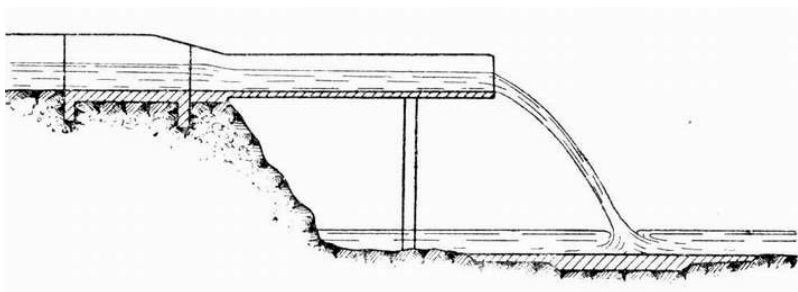


Рис. 34. Консольный перепад

Длина консоли обычно 2-4 м. При большей длине ставят дополнительные опоры. Строят консоли из дерева, железобетона. Падение воды из консоли вызывает образование воронки размыва. Для ее уменьшения и гашения ско-

рости воды под падающий поток помещают железобетонные плиты.

Расход воды и ширину консоли вычисляют так же, как и для быстротока.

Открытые водосбросы

Их обычно устраивают в береговой части тела плотины в том случае, если долина реки, ручья имеет крутые берега и выемка под канальный водосброс получается очень глубокой и длинной.

Устройство автоматических открытых водосбросов возможно в виде лотка или трубы большого диаметра. Основным преимуществом таких водосбросов в теле плотины является отсутствие водоподводящего канала. В результате отпадает необходимость очистки канала от наносов и устраняется опасность обрушения откосов (рис. 35).



Рис. 35. Открытый деревянный водосброс

В прудах небольшой площади и построенных на суходольных балках с небольшой площадью для водосброса достаточно положить трубу большого диаметра на уровне

постоянного горизонта воды. Труба заканчивается быстроходом с водобойным устройством.

В больших прудах открытый водосброс автоматического действия устраивают в виде лотка из различного материала.

Лоток тщательно соединен с грунтом шпунтовым рядом под полом и стоками. Особенно это важно для первых лет эксплуатации, когда происходит окончательная осадка плотины. Лотковый водосброс также заканчивается быстроходом. Для предупреждения размыва низового откоса от быстротока отводят канал.

Расход воды через трубчатые водосбросы определяют по формуле

$$Q = \sigma \cdot m \cdot v \cdot n,$$

где σ – коэффициент затопления (примерно 0,97-0,99);

m – коэффициент расхода (равный 1,86);

v – периметр (окружность) трубы, м;

n – напор воды над порогом водосброса, м.

Пропускную способность лотковых автоматических водосбросов рассчитывают по тем же формулам, что и для быстротока.

Шахтные водосбросы

Шахтный водосброс состоит из вертикальной шахты квадратного или круглого сечения и горизонтальной трубы прямоугольного или круглого сечения и водобойного устройства (рис. 36).

Верх шахты может быть защищен решеткой для задержки крупных предметов (бревен, большого кустарника, льда и др.), чтобы они не засорили водосброс. Верх шахты расположен на отметке нормального горизонта воды. Шахтные водосбросы строят из монолитного или сборного железобетона.

Пропускную способность шахтного водосброса определяют по формуле:

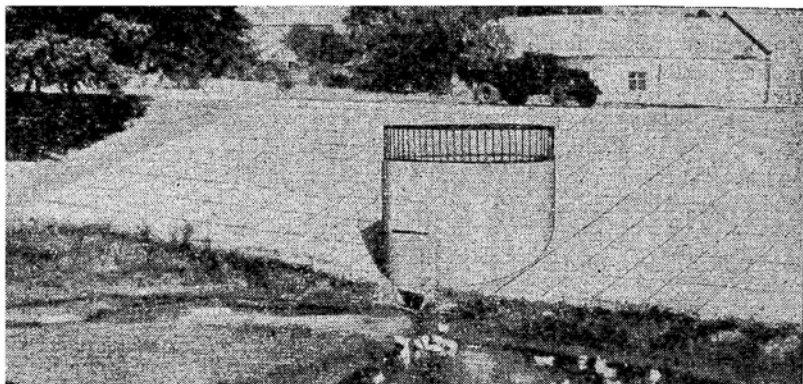


Рис. 36. Шахтный водосброс

а) для шахты многоугольной: $Q \text{ м}^3/\text{с} = m \cdot v \cdot \sqrt{2g} \cdot \sqrt{H^3}$;

б) для шахты круглой $Q \text{ м}^3/\text{с} = m \cdot 2\pi \cdot R \cdot \sqrt{2g} \cdot \sqrt{H^3}$,

где m – коэффициент расхода шахты с плоским гребнем (примерно 0,4);

R – радиус шахты, м;

B – периметр шахты, м;

g – ускорение силы тяжести, 9,81 м/с²;

π – постоянная величина, 3,14;

H – напор над порогом шахты, м.

Размер шахты и горизонтальной трубы зависит от расхода воды. Шахтный водосброс может быть совмещен с донным водоспуском. Для этого внизу шахты делают отверстие, перекрываемое щитом.

Сифонный водосброс

Разновидность трубчатого напорного водосброса. Он состоит из металлической трубы с загибом ее в начальной части под нормальный подпорный уровень. На перегибе трубы устраивают для связи с атмосферой круглое отверстие. Отверстие находится на уровне нормального подпорного уровня воды в водоеме (рис. 37).

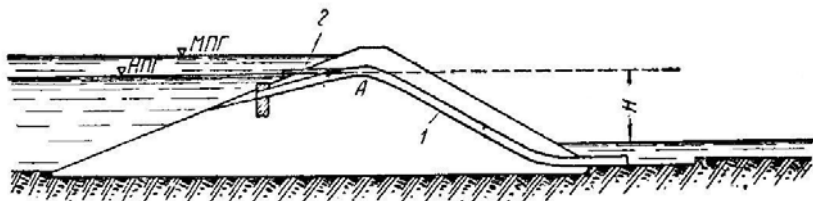


Рис. 37. Сифонный водосброс:

1 – труба сифона; 2 – воздушная трубка

Работает водосброс автоматически. При незначительном повышении воды выше НПУ он включается и работает как насос. При снижении воды до НПУ отверстие соединено с атмосферой и водосброс отключается.

Пропускную способность сифонного водоспуска определяют по выражению

$$Q \text{ м}^3/\text{с} = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2g \cdot H_0} ,$$

где μ – коэффициент расхода сифона, равный 0,65-0,85;
 ω – площадь поперечного сечения трубы сифона, м^2 ;
 g – ускорение силы тяжести, $9,81 \text{ м/с}^2$;
 H_0 – действующий напор, м:

$$H_0 = H + \frac{V^2}{2g} ,$$

где H – напор, равный разности между превышением верхнего бьефа и центром выходного отверстия, м;

V – скорость подхода воды в верхнем бьефе, м/с.

При $V = 0$, $H_1 = H$.

Скорость прохождения воды через сифон достигает 8-10 м/с.

К положительным сторонам сифонного водосброса относятся:

1. Обладание большой пропускной способностью при сравнительно небольшом сечении трубы и небольшой ширине водосливного фронта.

2. Автоматическое и быстрое включение в работу при незначительном повышении уровня воды над НПУ (0,2-0,25 м).

3. Простота в эксплуатации.

В то же время у них имеются и недостатки:

1. Более сложная конструкция.

2. Закругление входного конца сифона затрудняет его осмотр.

3. Вибрация в период работы.

4. Возможность обмерзания и закупорки льдом.

4.2. Управляемые водосбросные сооружения с затворами

Управляемые водосбросы предназначены для пропуска больших масс воды. Их строят в теле плотины, в русле и пойме реки. Порог водосброса располагают на насыпном грунте. Обычно такой водосброс строят из монолитного железобетона. Он состоит из основания (флютбет), устоев и затворов.

Применяют следующие типы затворов: шандоры, щиты и сегментные затворы. Шандоры применяют при перекрытии пролетов не более 4 м при напоре не более 2 м. В устоях имеются пазы для опускания и поднятия шандор. Шандоры поднимают и опускают при помощи лебедки.

Щиты представляют собой деревянные или металлические плоскости, регулирующие уровень воды в верхнем бьефе водоема, размеры которых зависят от ширины пролетов водосброса. Щиты поднимают и опускают с помощью специальных устройств.

Сегментные затворы имеют дугообразный вид (рис. 38).

Их изготавливают из металла. Такие затворы соприкасаются со стенками быков или устоев, по дуге которых нанесены уплотнители. Ими перекрывают пролеты в 5-10 м при напоре до 5 м. В движение затворы приводят при помощи подъемников.

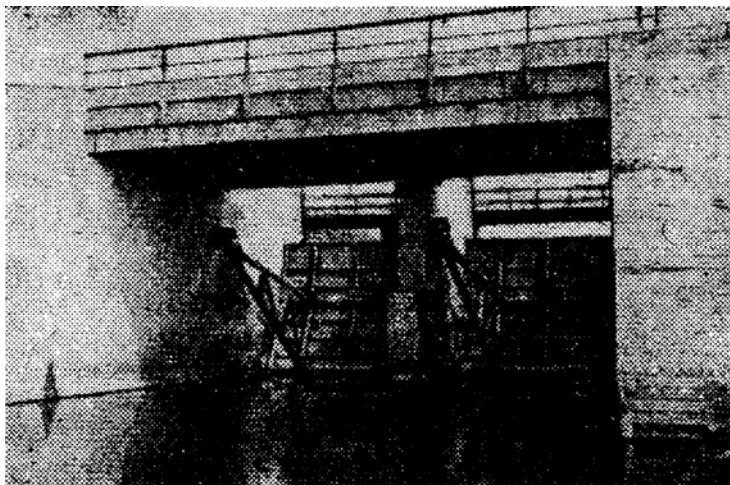


Рис. 38. Сегментный затвор

4.3. Комбинированный водосброс

Он сочетает управляемый водосброс с автоматическим или с донным водоспуском. Отверстия водосброса перекрывают затворами с винтовым подъемником, а трубу донного водоспуска со стороны верхнего бьефа – шандорным рядом. В некоторых конструкциях водосброс шахтного типа, трубу донного водоспуска перекрывают задвижкой, находящейся в шахте (рис. 39).

Возможны и две шахты. Одна, ближняя к плотине, служит водосбросом, удаленная – для задвижки донного водоспуска. Верхний ее край находится на отметке гребня плотины (рис. 40).

При любом типе водосброса с гребня на него укладывают служебный мостик различного устройства.

Такие водосбросы строят на русловых нагульных прудах. При осушении прудов вначале сбрасывают воду через водосброс, а затем – через донный водоспуск. Концевая часть такого водосброса выходит в рыбоуловитель. Устройство комбинированных водосбросов устраняет необходимость создавать два самостоятельных гидросооружения.

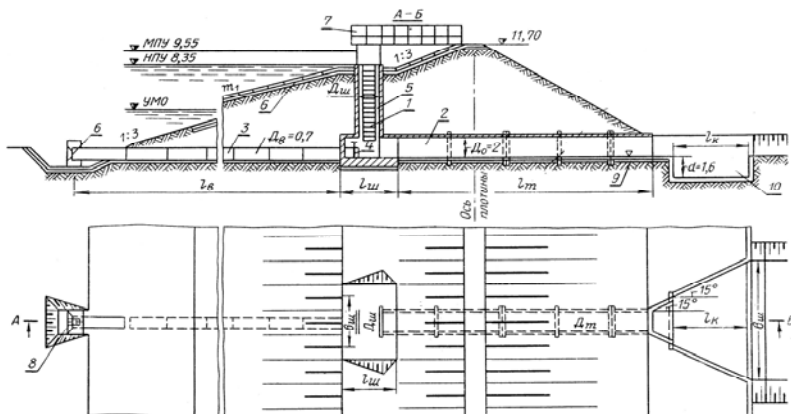


Рис. 39. Совмещенный водосброс:

а – план; б – разрез А-В; 1 – шахта; 2 – отводящая труба; 3 – труба водовыпуска; 4 – задвижка; 5 – лестница; 6 – крепление железобетонными плитами; 7 – служебный мостик; 8 – приемный оголовок; 9 – бетонная подготовка; 10 – водобойный колодец

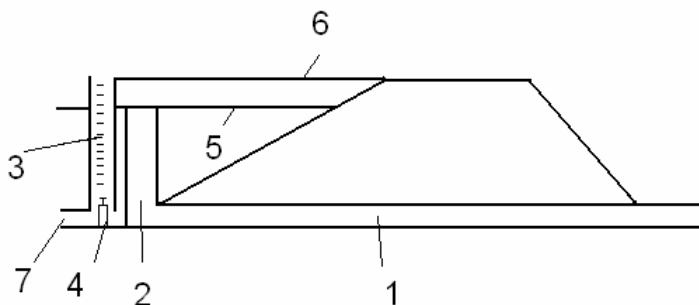


Рис. 40. Трубчатый совмещенный водосброс:

1 – труба водосброса; 2 – трубчатая шахта водосброса; 3 – стояк донного водоспуска с лестницей; 4 – задвижка; 5 – уровень воды по НПУ; 6 – служебный мостик; 7 – труба донного водоспуска

Перед каждым водосбросом устанавливают **льдозащитную стенку**. В основном это касается головных прудов, нагульных прудов многолетнего наполнения или на-

гульных прудов периодического осушения. Она имеет чаще всего дугообразную форму, состоит из свай с пазами, в которые вставляют решетки. Решетки препятствуют уходу рыбы из пруда и подходу льдин к отверстиям водобросов.

Вопросы для самопроверки

1. Назначение водобросных сооружений.
2. Типы водобросов.
3. Что собой представляет естественный водообход?
4. Что такое быстроток, перепад, консоль?
5. Виды искусственных водобросов.

5. ВОДОПОДВОДЯЩИЕ СООРУЖЕНИЯ

К водоподводящим сооружениям относят водоподающие каналы, трубопроводы, лотки, головные водозаборные сооружения, сопрягающие сооружения, переходные сооружения, нагорные и ловчие каналы, фильтры.

5.1. Водоподающие каналы

В прудовых хозяйствах водоснабжение прудов осуществляют по открытым земляным каналам и реже по трубопроводам. Водоподающие каналы делят на магистральные и ветви. В том случае, когда пруды располагают на одной стороне поймы водоисточника, магистральный канал один, а при расположении прудов по обеим сторонам поймы устраивают два магистральных канала. Вода из магистрального канала по боковым ветвям поступает в отдельные пруды хозяйства.

Трассирование магистрального канала, т.е. нанесение его оси на топографический план с заданным уклоном, начинают, когда все пруды на нем обозначены и выбрана наиболее выгодная их компоновка. Трассирование начинают от самого дальнего пруда. Первую точку магистрального канала определяют путем нахождения превышения в 0,2 м над уровнем воды в дальнем пруде. Затем через каждые 100 м трассу канала поднимают на 0,2 м до плотины головного пруда.

Магистральный канал должен начинаться в головном пруде на уровне нужного горизонта воды в нем. Если в водоисточнике расход воды обеспечивает нужды рыбхоза во все сезоны года, то магистральный канал начинается на уровне НПУ с учетом глубины воды в канале. В том случае, когда водоисточник мелеет или совсем пересыхает, начало магистрального канала назначают на таком уровне, чтобы объем воды выше уровня обеспечивал нормальную работу прудов до следующего паводка, т. е. поднимают

уровень воды в головном пруде выше отметки водозабора в магистральный канал. Водоснабжение прудов бывает чаще самотечным и реже механическим. При самотечном водоснабжении вода из головного водоема поступает в магистральный канал вследствие разности уровней в них воды. Далее вода движется по уклону дна канала в пруды разных категорий. При механическом водоснабжении воду из водоисточника при помощи насосной станции подают в магистральный канал, а дальше она движется по каналу и его боковым ветвям, как и в первом случае.

В рыбоводных хозяйствах каналы устраивают в выемке, полувыемке – полунасыпи и в насыпи. Водопадающие каналы имеют трапецеидальное поперечное сечение с боковым откосом разного уклона. Уклон откосов (заложение) зависит от грунтов и скорости течения воды в канале (табл. 4).

Таблица 4

**Назначение уклонов откосов магистрального канала
в зависимости от характера прудов
(Орлова З.П., 1978)**

Грунты	Заложённые откосы
Суглинок	
тяжелый, средний, глина	1:1-1:1,5
легкий, супесь	1:1,25-1:2
Песок	
крупнозернистый, среднезернистый	1:1,25-1:2,25
мелкозернистый	1:1,5-1:2,5
пылеватый	1:3-1:3,5

Ширина канала по дну и его глубина зависят от подачи воды к прудам и сроков их заполнения (табл. 5).

Глубину канала складывают из глубины воды в канале и сухого запаса (расстояние от уровня воды до верхних бровок канала). Сухой запас зависит от расхода воды в канале и характера крепления его дна и откосов (табл. 6).

Таблица 5

**Примерные сроки наполнения отдельных прудов
в рыбопитомнике (1-2-я рыбоводные зоны)**

Категории прудов	Дата	Время, сут
Нерестовые	25.05-10.06	1-2
Выростные	1-15.06	До15
Зимовальные	10-20.09	2-3
Летнематочные и летнеремонтные	5-15.05	2-3

Таблица 6

Величина сухого запаса в зависимости от расхода воды в канале

Расход воды в канале, м ³	Сухой запас для каналов, м	
	земляных	с креплением из бетона и железобетона
До 1	0,2	0,1-0,15
1-10	0,3	0,2

При определении пропускной способности магистрального канала определяют динамику расхода воды по отдельным прудам в зависимости от времени наполнения и сезона года (рис. 41).

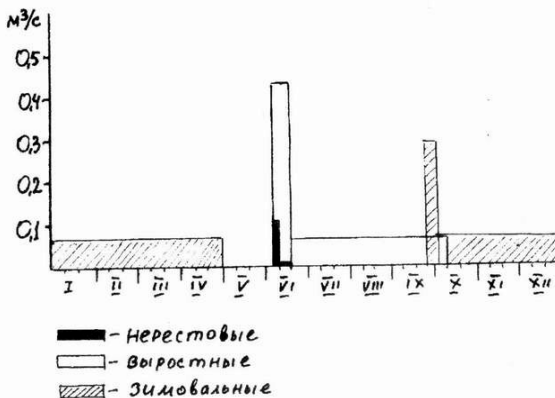


Рис. 41. Динамика расхода воды
в карповом рыбопитомнике

Пропускную способность магистрального канала определяют по формуле

$$Q \text{ м}^3/\text{с} = \frac{W}{t},$$

где Q – объем воды, подаваемый в единицу времени, $\text{м}^3/\text{с}$;
 W – объем воды в рыбоводных прудах, м^3 ;
 t – время заполнения прудов, с.

Для расчета параметров канала используют следующее выражение:

$$Q \text{ м}^3/\text{с} = \omega \cdot V,$$

где Q – расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$;
 ω – площадь живого сечения потока, м^2 ;
 V – средняя скорость течения воды в канале, $\text{м}/\text{с}$.

Скорость течения зависит от уклона канала (i), гидравлического радиуса (R) и сил трения, которые выражаются коэффициентом Шези (C):

$$V \text{ м}/\text{с} = C \sqrt{R \cdot i},$$

где V – скорость течения воды в канале, $\text{м}/\text{с}$;
 C – коэффициент Шези;
 R – гидравлический радиус;
 i – уклон дна канала.

Коэффициент Шези находят по формуле

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

где n – коэффициент шероховатости;
 R – гидравлический радиус;
 y – переменный показатель степени.

Переменный показатель степени определяют по приближенным формулам:

$$y = 1,5\sqrt{n} \text{ при } R \text{ менее } 1 \text{ м};$$

$$y = 1,3\sqrt{n} \text{ при } R \text{ более } 1 \text{ м}.$$

Гидравлический радиус рассчитывают по формуле

$$R = \frac{\omega}{P},$$

где R – гидравлический радиус, м;

ω – площадь живого сечения, м²;

P – смоченный периметр – длина подводной части периметра.

Коэффициент шероховатости (n) для земляных каналов определяют по табл. 7.

Таблица 7

Определения коэффициента шероховатости земляных каналов

Характеристика каналов	n
Прямолинейные, дно и откосы ровные, гладкие. Растительность на дне и откосах отсутствует, илистые отложения незначительные	0,018
Каналы с ровным дном в песчано-гравелистых, гравелистых, мелкогалечных грунтах. На откосах незначительная растительность. Имеются незначительные отложения	0,02
Каналы в равнотернистых галечных грунтах. Каналы с частично неправильным руслом, неровными откосами. Илистые отложения значительны	0,022
Каналы в лессовых и песчано-лессовых грунтах с откосами, частично покрытыми растительностью; в гравелисто-галечных грунтах частично засыпаны песком	0,025
Каналы в песчано-глинистых грунтах, покрытые значительным количеством гравия и гальки. Растительность незначительна	0,0275
Каналы с неправильным руслом, покрытые слоем песка и гравия. Откосы заросшие. Берега обрывистые с корнями деревьев и поросшие камышом	0,03
Каналы с неправильным руслом в суглинистых, гравелистых и галечных грунтах с преобладанием крупной гальки. Сильно заросшие	0,035
Каналы заросшие травой с большим количеством крупных камней на дне, со значительно деформированным руслом	0,04

Коэффициент Шези (C) можно определить по табл. 8.

Смоченный периметр канала (ϱ) (сумма длины по дну по откосам по поверхности воды) определяют по формуле

$$\varrho = p \cdot 2h \cdot \sqrt{m^2 + 1},$$

где p – ширина канала по дну, м;

h – глубина воды в канале, м;

m – коэффициент заложения откосов (обычно 1,5).

Заложение откосов зависит от свойств грунтов, в которых проходит канал. Основными свойствами грунтов являются: угол внутреннего трения, коэффициент сцепления, объемная масса. В связи со сложностью определения коэффициента сцепления (m) для каналов, применяемых в рыбоводных хозяйствах, используют табличный материал (табл. 9).

Площадь живого сечения канала определяют по формуле

$$\varpi = (p + m \cdot h) \cdot h,$$

где p – ширина канала по дну, м;

m – коэффициент заложения откосов;

h – глубина воды в канале, м.

Для проектных расчетов ширины канала по дну (ϱ) и глубины воды в канале (h) сравнивают расход воды (Q) по запроектированным прудам по сезонам года и расчетный расход воды в канале по примерной его ширине (ϱ) и глубине воды в канале. Расход воды по прудам определяют согласно рис. 41.

Например, в выростные пруды в период их заполнения следует подавать $0,68 \text{ м}^3/\text{с}$. Ширину канала по дну (p) принимают $0,5 \text{ м}$, глубину слоя воды в канале – $0,6 \text{ м}$, уклон канала – $0,003$, коэффициент заложения откосов – $1,5$, коэффициент шероховатости (n) – $0,03$.

**Значение коэффициента Шези (C)
в зависимости от гидравлического радиуса (R) и коэффициента шероховатости (n)**

R	n												
	0,012	0,014	0,015	0,017	0,020	0,025	0,0275	0,030	0,035	0,04			
0,05	54,42	43,87	39,77	33,21	26,13	18,60	16,03	13,95	10,85	8,68			
0,10	60,15	49,25	44,99	38,09	30,57	22,42	19,58	17,27	13,77	11,28			
0,20	66,45	55,24	50,82	43,62	35,68	26,93	23,83	21,29	17,39	14,85			
0,30	70,41	59,03	54,53	47,16	38,99	29,91	26,67	24,00	19,86	16,82			
0,40	73,34	61,86	57,29	49,81	41,48	32,17	28,83	26,07	21,78	18,60			
0,50	75,69	64,10	59,49	51,93	43,48	34,00	30,58	27,76	23,34	20,07			
0,60	77,65	65,83	61,34	53,70	45,16	35,54	32,06	29,18	24,67	21,32			
0,70	79,33	67,60	62,92	55,23	46,60	36,87	33,34	30,41	25,83	22,41			
0,80	80,81	69,02	64,31	56,56	47,86	38,03	34,46	31,50	26,85	23,37			
0,90	82,14	70,29	65,55	57,75	48,99	39,07	35,46	32,46	27,75	24,23			
1,00	83,33	71,43	66,67	58,82	50,00	40,00	36,36	33,33	28,57	25,00			
1,10	84,42	72,46	67,68	59,79	50,87	40,84	37,18	34,12	29,31	25,70			
1,20	85,42	73,42	68,61	60,69	51,76	41,42	37,92	34,84	29,99	26,36			
1,30	86,36	74,30	69,47	61,51	52,53	42,33	38,61	35,50	30,61	26,94			

Таблица 9

Значение коэффициента сцепления (m) в зависимости от грунтов.

Грунты, слагающие русло канала	Коэффициент, m	
	подводные откосы	надводные откосы
Мелкозернистые песчаные	3,0-3,5	2,5
Рыхлые песчаные и супесчаные. Слабоуплотненные аллювиальные глины	2,0-2,5	2,0
Песок, плотная супесь и легкий суглинок	1,5-2,0	1,5
Средние суглинки и лессы	1,5	1,0-1,5
Тяжелые суглинки, плотные лессы и обычные глины	1,0-1,5	0,5-0,25
Тяжелые плотные глины	1,0	0,75-0,50
Гравелистые и песчано-гравелистые	1,5	1,0
Галечные	1,25	1,0

1. Вычисляют живое сечение канала при этих условиях:

$$\omega = (p + m \cdot h) \cdot h = (0,5 + 1,5 \cdot 0,6) \cdot 0,6 = 0,84 \text{ м}^2.$$

2. Определяют смоченный периметр:

$$e = p + 2h\sqrt{m^2 - 1} = 0,5 + 2 \cdot 0,6\sqrt{1,5^2 + 1} = 2,67 \text{ м}.$$

3. Определяют гидравлический радиус:

$$R = \frac{\omega}{e} = \frac{0,84}{2,67} = 0,31 \text{ м}.$$

4. Вычисляют коэффициент Шези (по Н.Н. Павловскому):

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

По табл. 8 коэффициент Шези (C) равен 24,0.

5. Вычисляют скорость течения воды (V) в канале:

$$V = C\sqrt{R \cdot i} = 24,21 \cdot \sqrt{0,31 \cdot 0,03} = 0,22 \text{ м/с.}$$

6. Вычисляют расход воды в канале по приближенным параметрам. Полученную величину расхода воды в магистральном канале сравнивают с фактическим расходом воды при заполнении прудов. Если полученная величина расхода воды в канале менее необходимой, то увеличивают ширину дна канала или глубину в нем воды.

$$Q = \varpi \cdot V = 0,84 \cdot 0,22 = 0,18 \text{ м}^3/\text{с.}$$

В земляных каналах наблюдаются значительные потери воды за счет фильтрации через дно и откосы. Они зависят от грунта, в котором выполнен канал, его длины и расхода воды. Для среднепроницаемых грунтов можно пользоваться табл. 10.

Таблица 10

Фильтрационные потери на 1 км длины канала (%) от расхода воды в канале ($\text{м}^3/\text{с}$) (по А.Н. Костякову)

Расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$	Потери, %	Расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$	Потери, %
0,03	16	1,5-3	3-1,8
0,03-0,1	16-12	3-5	1,8-1,1
0,1-0,2	12-9	5-10	1,1-0,6
0,2-0,5	9-6	10-20	0,6-0,5
0,5-1	6-4	20-100	0,5-0,15
1-1,5	4-3	100-300	0,15-0,002

Для уменьшения фильтрации воды в канале применяют экраны из глины, суглинка, полимерных пленок, кольматаж, облицовку из бетона и железобетона.

5.2. Водоснабжающие лотки

Их применяют вместо земляных каналов в тех случаях, когда трасса канала проходит в насыпи, а достаточного количества грунта нет. Они выполняются из железобетона. Разработаны лотки глубиной 40, 50, 80 и 100 см. Лотки укладывают на свайные опоры и стойки рамного типа (рис. 42).

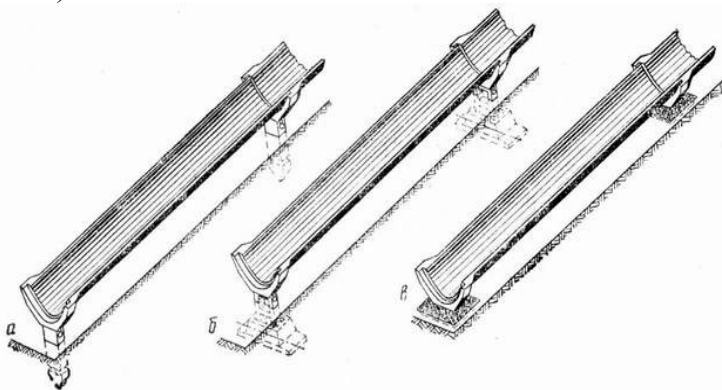


Рис. 42. Водоснабжающие лотки:

а – на свайных опорах; б – на стойках рамного типа; в – уложенные на грунт

Расход воды в лотках определяют по формуле

$$Q \text{ м}^3/\text{с} = \varpi \cdot C \sqrt{R} \cdot i.$$

Обозначения те же, что и в вышеуказанных формулах. При этом коэффициент шероховатости принимают 0,012. Уклон лотков зависит от рельефа местности.

5.3. Трубопроводы

Трубопроводы применяют в прудовых хозяйствах вместо магистрального канала, а также для снабжения садков с товарной рыбой в зимнее время. Их используют в том случае, если это экономически целесообразно. Трубопроводы делят на безнапорные и напорные.

Пропускную способность безнапорных трубопроводов определяют по формуле

$$Q \text{ м}^3/\text{с} = \omega \cdot C \sqrt{R} \cdot i,$$

где ω – сечение трубы, м^2 .

Остальные обозначения те же, что и для каналов. Коэффициент трения (n) для круглых труб принимают 0,013. Уклон трубопровода зависит от рельефа участка строительства прудов хозяйства. Расход воды в трубопроводе определяют согласно динамике водопотребления прудов хозяйства. Отсюда подбирают определенный диаметр трубы.

Параметры напорных трубопроводов рассчитывают по сложным формулам.

5.4. Головные водозаборные и сопрягающие сооружения

Вода из головного пруда в магистральный канал поступает через водозаборное сооружение. Оно обеспечивает водой все пруды хозяйства согласно графику их наполнения, предотвращает попадание в канал малоценной рыбы, льда и наносов.

Водозаборные сооружения бывают двух типов: плотинный и бесплотинный. Плотинный водозабор применяют в случае, если расход воды через него составит не менее 20% расхода воды в реке. Бесплотинный водозабор применяют, если расход воды через него не превышает 20% расхода воды в реке.

По конструктивному исполнению водозаборы делят на шлюзы-регуляторы и трубчатые. Шлюз-регулятор представляет собой лоток прямоугольного сечения, с входной стороны перекрываемый различными затворами.

Трубчатые водозаборы представляют собой трубы различного диаметра, закрываемые с помощью различных устройств: щит, шандорный ряд и др.

На магистральном канале устраивают шлюзы-регуляторы. Они предназначены для поднятия уровня воды в нем на определенном участке с целью возможности подачи воды в каналы и лотки для определенного пруда. Они представляют собой бетонные или железобетонные стены с пазами по берегам канала, в которые вставляют шандоры или щиты.

В местах канала со значительным уклоном устраивают перепады, быстротоки.

Перепады по конструктивному решению делят на ступенчатые, консольные, шахтные. Ступенчатые перепады могут быть одноступенчатыми и многоступенчатыми.

Перепады представляют собой прямоугольные ступени из железобетона определенной ширины, ограниченные боковыми стенками. Консольный и шахтный перепады устраивают в местах резкого падения рельефа. Они представляют собой прямоугольную или круглую шахту с лотком на выходе. Вода входит в шахту, затем по лотку поступает в канал.

Быстроток устраивают при значительном уклоне трассы канала. Это лоток, выполненный из железобетона, определенных параметров, состоящий из входной части, лотка, водобойного колодца, выходной части.

5.5. Переходные сооружения

Переходные сооружения в виде акведуков и дюкеров устраивают в местах пересечения каналом препятствия: лощины, овраги, водные потоки.

Акведук – это искусственное продолжение земляного канала в виде лотка, проложенного через овраг, лощину. Параметры акведука отвечают необходимому расходу воды в канале.

Дюкер – это сооружение, проходящее под водным потоком (река, канал), когда уровень воды в канале и реке находится на одном горизонте (рис. 43).

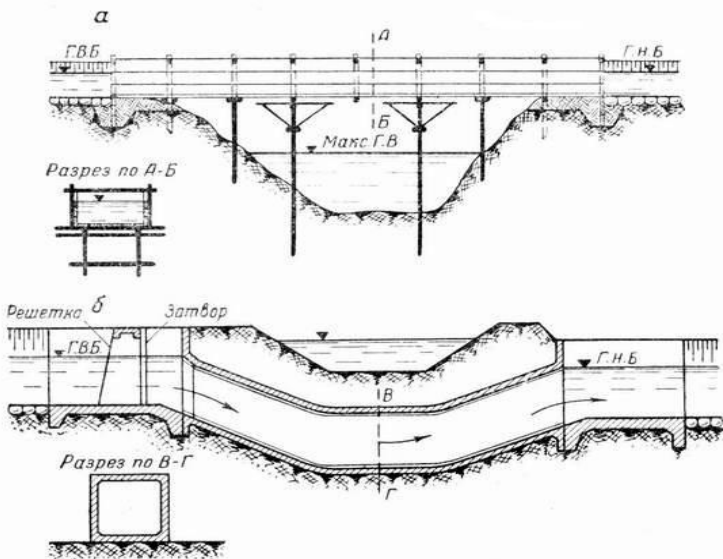


Рис. 43. Схема акведука и дюкера:

а – акведук, б – дюкер

Для насыщения воды кислородом в местах поступления воды в пруд устанавливают аэраторы различного типа: от простейших (столлик, наклонная плоскость, вертушка) до сложных (аэратор Решетникова, «Винт» и др.).

В целях предотвращения попадания в пруды малоценной и хищной рыбы (в виде молоди) на каналах устраивают фильтры. Они могут быть хворостяными, каменно-щебеночными и из полимерного материала. В связи с тем, что фильтры снижают пропускную способность канала, канал в месте установки фильтра расширяют.

Водоподающие каналы устраивают в склонах рельефа, иногда значительной протяженности. Для предотвращения попадания в канал загрязнений в весеннее время и во время ливней выше его устраивают нагорные каналы. Они отводят грязную воду в отводящий канал ниже всех прудов хозяйства.

Вопросы для самопроверки

1. Как трассируют магистральный канал в рыбопитомнике?
2. Что такое головное водозаборное сооружение?
3. Назначение переходных сооружений.

6. ВОДОВЫПУСКНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

К водовыпускным сооружениям рыбоводных хозяйств относят: донные водоспуски, рыбоуловитель, сеть рыбосборных канав, водоотводящие каналы.

6.1. Донные водоспуски

Донные водоспуски предназначены для полного осушения рыбоводного водоема с целью вылова выращенной рыбы, освежения воды при сложном гидрохимическом режиме пруда, для ремонта рыбосборных канав на дне водоема и очистки его от иловых отложений. Донные водоспуски позволяют регулировать уровень воды в прудах. Они при плотинах высотой до 6 м и небольших паводковых расходах выполняют роль паводковых водосбросов. Иногда водоспуски совмещают с водосбросами. В прудах с плотиной более 6 м и больших расходах воды в период паводка или во время ливней водоспуски выполняют вспомогательную роль водосбросов.

Водоспуски устраивают в самом низком месте водоема под его плотиной или дамбой. При их устройстве в пойме реки их располагают не в русле реки, а в стороне от него. Для этого прокладывают траншею с учетом дна водоема.

По конструктивному решению их делят на открытые и закрытые (трубчатые).

Открытые водоспуски сооружают при плотинах высотой не более 5-6 м и напоре 3-4 м. В этом случае они выполняют и роль водосбросов. Открытый водоспуск представляет собой прорезь в теле плотины с боковыми бетонными или железобетонными стенками с пазами, в которые вставляют шандоры или щит. Порог такого водоспуска находится на уровне дна водоема перед плотиной. Открытые водоспуски устраивают редко из-за сложности устройства (рис. 44).

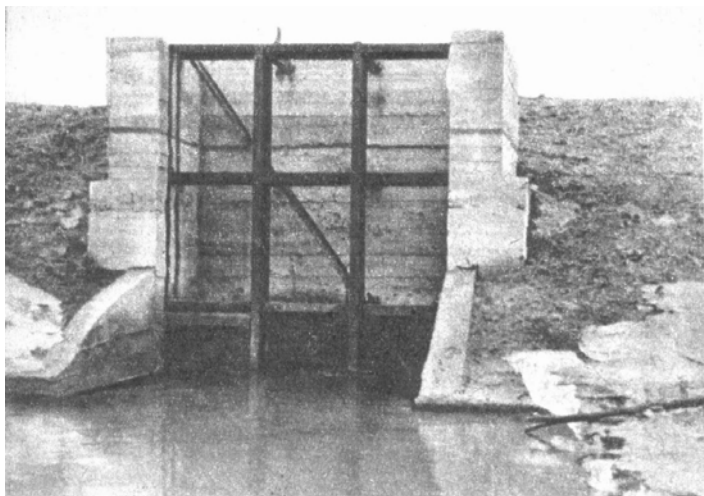


Рис. 44. Открытый водоспуск

Закрытые (трубчатые) водоспуски бывают 4 типов: напорные, безнапорные, башенные, сифонные.

Напорные водоспуски создают в том случае, когда затвор находится в концевой его части, перед рыбоуловителем (рис. 45). Затвор чаще выполняют в виде вентиля по диаметру трубы. Он позволяет регулировать расход воды при осушении пруда. В таких водоспусках применяют металлические сбросные трубы. Асбоцементные трубы в этом случае нежелательны, так как в их стыках, при осадке грунта в теле плотины, могут быть трещины, ведущие к аварийным ситуациям.

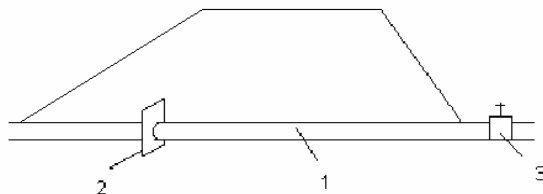


Рис. 45. Напорный водоспуск:

1 – лежак; 2 – диафрагма; 3 – задвижка

Безнапорные водоспуски имеют донную трубу, закрывающуюся в начале. Это может быть щит или захлопка (рис. 46).

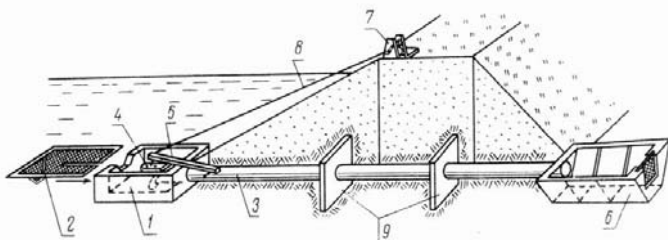


Рис. 46. Донный водоспуск с клапанным затвором:

1 – прямок; 2 – решетка; 3 – лежак; 4 – клапанный затвор; 5 – кронштейн; 6 – рыбоуловитель; 7 – лебедка; 8 – трос; 9 – диафрагма

Донные трубы применяют и асбоцементные. Такие водоспуски рассчитаны на небольшой напор.

Башенные водоспуски – наиболее распространенный тип в прудовых хозяйствах. Они состоят из горизонтальной трубы (лежак) и вертикальной трубы (стояк). Лежак выполняют из любого материала, чаще из железных труб (рис. 47).

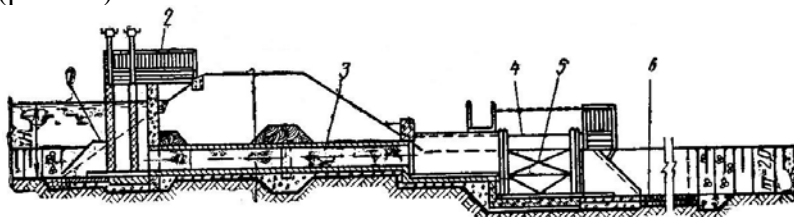


Рис. 47. Башенный донный водоспуск:

1 – входной оголовок; 2 – служебный мостик; 3 – труба водоспуска (лежак); 4 – камера облова; 5 – контейнер; 6 – рисберма

Сифонные водоспуски устраивают на нагульных прудах, плотины которых по разным причинам нельзя разрушать, или для последующего устройства донного водоспуска (рис. 48). Их применяют в небольших прудах (до 10 га).

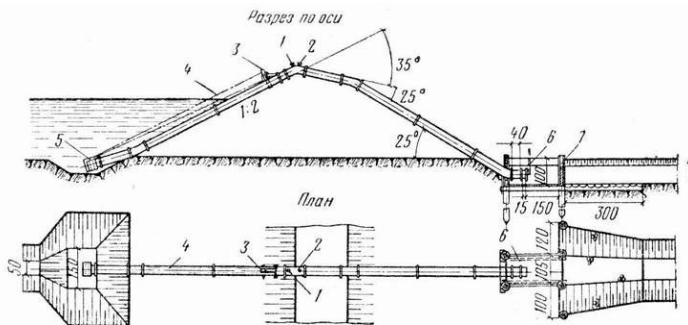


Рис. 48. Сифонный водоспуск:

1 – затвор на входном отверстии; 2 – трос; 3 – ворот для управления затвором; 4 – отверстие для выпуска; 5 – отверстие для заливки воды; 6 – затвор на входном отверстии сифона; 7 – водобойный колодец

Проведение всякой трубы под земляной плотиной сопряжено с опасностью возникновения фильтрационных токов воды вдоль наружной ее поверхности. Развитие подобной фильтрации во времени приводит сначала к вымыванию грунта, затем к образованию более или менее значительных токов воды и в конечном счете к появлению сквозного отверстия в теле плотины.

Вне зависимости от типа трубчатых водоспусков главное внимание при их проектировании и устройстве обращают на надежность сцепления донной трубы и грунта тела плотины. Для этого вокруг лежака грунт тщательно трамбуют. Устраивают поперечные ребра – диафрагмы из бетона, железобетона или железа. Это удлиняет путь фильтрации на 15-20%. Размер ребра диафрагм зависит от напора и колеблется от 0,4 до 1 м. При пересечении ядра плотины в нем на трубе дополнительно сооружают диафрагму, что увеличивает путь фильтрации на 30-40%.

Наиболее часто сооружают в прудовых хозяйствах башенные водоспуски. Башня (стояк) состоит из вертикальной трехстенной бетонной, железобетонной коробки, уста-

новленной на бетонном фундаменте. Стояк располагают в начале основания мокрого откоса плотины или в его нижней трети.

В заднюю стенку стояка на уровне порога заделывают конец лежака. В боковые стенки заподлицо с внутренней стороны их поверхности заделывают швеллеры, образующие пазы для шандор. Нижние концы швеллеров на 0,3-0,4 м заделывают в фундамент. Верхние концы связывают поперечной распоркой из уголкового железа. При небольшом напоре поперечную распорку не делают.

Открытую переднюю часть стояка, обращенную к пруду, перекрывают одним или двумя рядами шандор.

Бетонные стенки стояка при незначительной высоте (2-3 м) делают по всей высоте одинаковой толщины (25-30 см). При большей высоте стояка толщину стенок ближе к основанию увеличивают уступообразно.

Стенки стояка из железобетона выполняют толщиной 15-20 см по всей высоте.

Ширина коробки стояка изменяется в зависимости от диаметра трубы лежака, а длина почти во всех случаях одинакова (табл. 11).

Таблица 11

Внутренние размеры стояка в зависимости от диаметра трубы лежака и напора воды, м

Категории прудов	Напор	Диаметр трубы	Внутренние размеры	
			длина	ширина
Нерестовые	1-1,5	0,2	0,6-0,7	0,4
Выростные, зимовальные, маточные и небольшие нагульные	1,5-3,0	0,3-0,4	0,7-0,8	0,5-0,7
Головные и нагульные	3,0-5,0	0,5-0,7 и более	0,7-0,8	0,7-1,0

Фундамент стояка устраивают толщиной 0,6-1,0 м. В противофильтрационных целях, при слабофильтрующих грунтах, и когда стояк вдвинут более чем на половину мокрого откоса, в основании фундамента, по линии задней стенки, забивают шпунтовый ряд из досок толщиной 7-10 см на глубину 2-3 м. Верхнюю часть шпунта заделывают в фундамент на 15-20 см. Гребень шпунта перед возведением фундамента обкладывают слоем битума для допуска при осадке фундамента. При устройстве стояка в конце мокрого откоса при плотном основании (плотные суглинки) его устанавливают на фундамент без шпунта. Гашение фильтрации в этом случае происходит за счет длины лежака и диафрагм на нем.

Вертикальное расположение бетонного или железобетонного стояка при плохом исполнении фундамента зачастую ведет к его наклону в разные стороны и даже падению. В связи с этим стояк можно укладывать на мокрый откос (рис. 49).



Рис. 49. Наклонный бетонный стояк

К стояку приделывают оголовки из стенок (бетон, железо) в виде двух треугольников. Оголовки предохраняют лежак от грунта, оползающего с мокрого откоса.

Высота стенок у стояка 0,5-1,5 м, у конца – 0,2-1 м. Это зависит от движения стояка в плотину. Длина стенок 1-2 м.

В последние годы вместо железобетонных стояков их устраивают из железных труб большего диаметра.

В этом случае стенка трубы выполняет роль первого ряда шандор. Второй ряд шандор, регулирующий уровень воды в пруду, вставляют в пазы, образованные швеллерами. Железные стенки с одним рядом шандор выполняют для выростных и нерестовых прудов. Применяют трубы 0,3-0,5 м.

Определенный интерес представляют донные водоспуски из полимерных труб (рис. 50). Их сооружают при напоре 2,0-3,0 м.

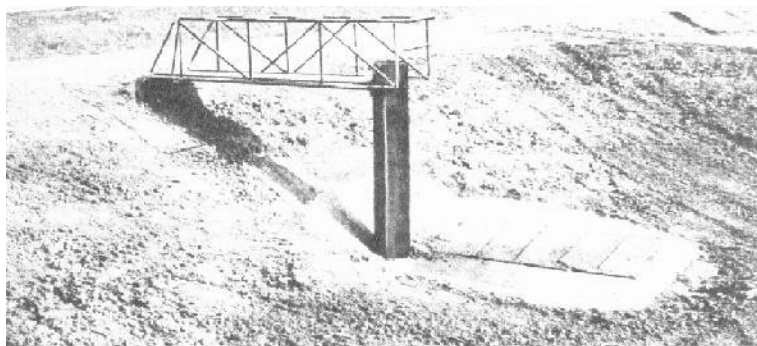


Рис. 50. Стояк из полимерной трубы

Лежак представляет собой металлическую или асбоцементную трубу. Ее укладывают в траншею на основание из мятой глины или из бетона слоем 15-20 см. Трубу диаметром до 40 см обкладывают глиной слоем 30-40 см, а диаметром более 40 см – слоем 70 см. Иногда трубу обкладывают средним суглинком мелкими слоями с тщательной трамбовкой. Полезно перед укладкой трубу смазать горя-

чим битумом с обсыпкой мелким глинистым песком. Это обеспечивает хорошее сопряжение грунта со стенками трубы. Диафрагмы обязательны.

Откосы и дно магистрального канала осушительной сети пруда возле стояка на длине 1,5-2,5 м крепят каменной кладкой или бетоном. Выходной конец лежака заканчивается входом в рыбоуловитель.

С гребня плотины на стояк укладывают служебный мостик для наблюдения за расходом воды и поднятия и опускания шандор.

При малых расходах воды, обычно в прудах, расположенных в суходольных балках, оврагах, донные водоспуски совмещают с паводковым водосбросом.

Гидравлический расчет донных водоспусков. По технологическим условиям выращивания рыбной продукции, водоем осушают в нужное время и рыбу отлавливают. Для проведения таких работ в сжатые сроки составляют график осушения прудов с таким расчетом, чтобы после облова одного пруда сразу приступить к вылову рыбы из следующего, не затрачивая времени на ожидание сброса основной массы воды.

В некоторых случаях донный водоспуск играет роль вспомогательного (дополнительного) паводкового водосброса.

Во всех этих случаях необходимо знать пропускную способность донного водоспуска.

Расход воды через донный водоспуск зависит от напора воды перед трубой (лежак) донного водоспуска, площади сечения трубы, условий входа и выхода воды из трубы и т.д. В общем виде расход воды через донный водоспуск определяют по формуле

$$Q \text{ м}^3/\text{с} = M_s \cdot \varpi \sqrt{2gH},$$

где Q – расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$;

M_s – коэффициент расхода системы;

ω – площадь сечения трубы, м²;

g – ускорение силы тяжести, 981 м/с²;

H – действующий напор для данного сооружения, м.

В связи с тем, что расход воды через трубу донного водоспуска зависит от напора воды, а он при осушении пруда постоянно уменьшается, для определения расхода воды вычисляют средний напор ($H_h - H_0$).

Для более точных вычислений разбивают пруд на несколько горизонтальных сечений и определяют расход воды для каждого сечения. Но для определения времени сброса воды по каждому сечению надо знать объем сечения.

Самым сложным в приведенной выше формуле является расчет коэффициента расхода системы (M_s). Он зависит от коэффициента сопротивления системы (K_s), который, в свою очередь, находится в зависимости от длины трубы, коэффициента трения, диаметра трубы и др.

Коэффициент сопротивления системы (K_s) определяют по следующему выражению:

$$K_s = K_l + \sum K_i,$$

где K_l – коэффициент трения по длине трубы;

K_i – коэффициент сопротивления при местных потерях.

Коэффициент трения по длине трубы определяют по уравнению

$$K_l = \frac{\lambda \cdot L}{d},$$

где λ – коэффициент, зависящий от материала трубы (стальные и чугунные трубы – 0,02, асбоцементные и железобетонные – 0,0222);

L – длина трубы, м;

D – диаметр трубы, м.

Коэффициенты сопротивления при местных потерях (K_i) зависят от конкретных условий устройства донного

водоспуска: характера входного отверстия, выхода трубы в колодец, канала с водой или без воды, поворота трубы и т.д. Например, вход в трубу без закругления кромки 0,5, при хорошо округленной кромке – 0,1, вход трубы в канал с водой – 1,0, резкий поворот трубы – 1,25-1,5 и т.д.

Подставляя определенные значения в формулу расчета коэффициента сопротивления системы (K_s), получим:

$$K_s = \frac{\lambda \cdot L}{d} + \sum K_i .$$

В целом коэффициент расхода системы (M_s) примет следующий вид:

$$M_s = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\lambda L}{d} + \sum K_i}} .$$

В связи с тем, что в хорошо спроектированных и построенных прудах лежак донного водоспуска находится примерно на уровне воды в рыбоуловителе, труба прямая, оголовок хорошо закруглен, можно сделать некоторые допуски при определении суммы ($\sum K_i$), приближенная формула определения M_s примет следующий вид:

$$M_s = \frac{1}{\sqrt{1,5 + \frac{\lambda L}{d}}} .$$

Пример. Определить время, необходимое для осушения пруда объемом воды 500 тыс. м³. Напор воды у водоспуска 4 м. Диаметр трубы 0,4 м. Труба стальная, длиной 40 м, $\lambda = 0,02$.

1. Вычисляют расходы для среднего напора ($H_h - H_0$) в 2 м:

$$Q \text{ м}^3/\text{с} = M_s \cdot \omega \cdot \sqrt{2gH} ;$$

$$M_s = \frac{1}{\sqrt{1,5 + \frac{\lambda L}{d}}} = \frac{1}{\sqrt{1,5 + \frac{0,02 \cdot 40}{0,4}}} = 0,58;$$

$$\varpi = \pi \cdot R^2 = 3,14 \cdot 0,2^2 = 0,1256 \text{ м}^2;$$

$$Q = 0,58 \cdot 0,1256 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2} = 0,44 \text{ м}^3/\text{с}.$$

2. Определяют приблизительное количество суток, необходимое для осушения данного пруда:

$$500\,000 \text{ м}^3 : 0,44 \text{ м}^3/\text{с} = 1\,136\,363 \text{ с};$$

$$1\,136\,363 : 86\,400 (60 \text{ с} \cdot 60 \text{ мин} \cdot 24 \text{ ч}) = 13 \text{ суток}.$$

6.2. Рыбоуловители

Рыбоуловители предназначены для приема выращенной рыбы и, если это необходимо, для кратковременного ее хранения. В некоторых конструкциях рыбоуловителей предусматривают сортировку товарной рыбы или отделение ее от сеголетков при совместном их выращивании.

Для нагульных прудов (50, 100, 250, 500 га) разработаны 3 схемы расположения рыбоуловителей (рис. 51).

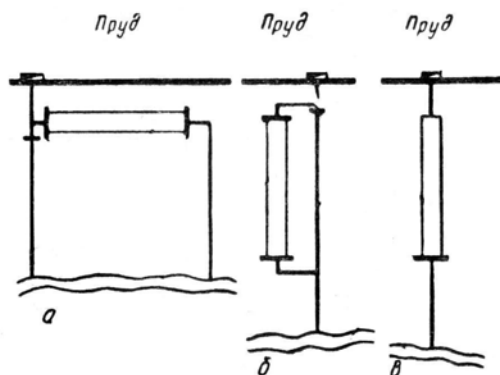


Рис. 51. Схемы рыбоуловителей:

а – параллельно дамбе пруда; б – параллельно сбросному каналу; в – на сбросном канале

Для прудов площадью менее 50 га рыбоуловители располагают на сбросном канале. Рыбоуловители выростных прудов также располагают на сбросном канале.

Выбор той или иной схемы расположения рыбоуловителя зависит от рельефа площадки строительства рыбоуловителя, расположения плотины (дамбы) пруда. При широкой пойме водоисточника возможна любая схема расположения рыбоуловителя, а при узкой пойме и значительных уклонах ее в сторону сбросного канала рыбоуловитель располагают по 3-й схеме.

Для больших нагульных прудов наиболее неудобным является расположение рыбоуловителя на сбросном канале. В этом случае рыбоуловитель является отстойником для поступающих из пруда наносов, что усложняет его эксплуатацию.

Объем рыбоуловителей рассчитывают на одновременное содержание всего количества рыбы, выращенной в пруду. В ряде случаев объем рыбоуловителей рассчитывают на небольшое количество рыбы при условии систематического ее отлова.

Постоянная проточность и аэрация воды в рыбоуловителе при кратковременном пребывании в нем рыбы дают возможность предусмотреть высокую плотность содержания рыбы. Отношение массы рыбы к объему воды принимают 1:4. При содержании рыбы в рыбоуловителе длительное время (1,0-1,5 месяца) допускается соотношение рыбы и воды 1:7-1:10. Но при этом в него систематически подается свежая вода из водоисточника либо самотеком, либо с помощью насосных установок.

Поскольку из рыбоуловителя постоянно берут рыбу для реализации или пересадки в живорыбные садки, принятое соотношение 1:4 фактически будет только первые 1-2 дня после перепуска в него всей рыбы. Затем соотношение постепенно меняется.

Для больших прудов при приеме всей выращенной рыбы разработаны следующие нормативы (табл. 12).

Таблица 12

**Расчеты размера рыбоуловителей для больших прудов
(для длительного хранения рыбы)**

Площадь пруда, га	Общий вылов рыбы, т	Полезный объем, м ³	Размеры, м		
			глубина	ширина по дну	длина
50	60	315	1	7	35
100	120	600	1	8	50
250	250	1320	1	10	110
500	400	2080	1	14	130

В состав рыбоуловителя входят следующие сооружения: водовыпуск в рыбоуловитель, камера облова, водовыпуск из рыбоуловителя, перегораживающие сооружения, сооружение для его водоснабжения (при длительном хранении рыбы).

Водовыпуском в рыбоуловитель является окончание трубы донного водоспуска или подводный от лежака канал, водобойный колодец. В небольших прудах вода с рыбой поступает непосредственно в приемную часть рыбоуловителя через водобойный колодец. Дно рыбоуловителя должно быть ниже трубы донного водоспуска.

Водобойный колодец (узкая часть рыбоуловителя) при его устройстве на сбросном канале предназначен для гашения скорости воды, поступающей в камеру отлова. При устройстве рыбоуловителя параллельно сбросному каналу роль водобойного колодца выполняет ответвление канала, подающего рыбу в уловитель.

Стенки и дно водобойного колодца выполняют из бетона или железобетона. Стенки ответвляющегося канала крепят камнем или бетоном.

Стенки и дно камеры облова выполняют из бетона или железобетона. Дно ее имеет продольный уклон к перего-

раживающему устройству и уклон к центру дна. Стенки камеры облова уложены на ее откосы.

Перегораживающее устройство представляет бетонные стенки с пазами, в которые вставляют шандоры или щиты, приводимые на поднятие и опускание со служебного мостика.

При расположении прудов на ровной площадке рыбоуловитель может быть один на несколько прудов. Так, в Аккурганском рыбокомбинате в Узбекистане действует один рыбоуловитель для 4 прудов общей площадью 300-400 га.

6.3. Сеть рыборасборно-осушительных канав

Вылов рыбы с помощью рыбоуловителя возможен только при хорошо спланированном ложе пруда. Кроме того, по технологии производства рыбной продукции в прудовом хозяйстве водоем оставляют на зиму сухим и проводят на нем ряд мелиоративных работ с целью улучшения гидрохимического режима и повышения естественной кормовой базы.

Планировка ложа пруда предусматривает нарезку по нему сети канав с таким расчетом, чтобы все пониженные места ложа осушались, а выращенная рыба скатывалась к донному водоспуску.

В зависимости от рельефа расположение может быть ёлочное или лучевое. Так, в нерестовых, зимовальных, выростных прудах расположение канав ёлочное (рис. 52). В нагульных прудах при сложном рельефе оно зависит от наличия понижений (рис. 53).

Осушительная сеть канав состоит из центральной канавы и ее ветвей. Центральную канаву подводят к донному водоспуску, через который осуществляют сброс воды. Дно центральной канавы выводят на отметку порога донного водоспуска, а отметку порога устанавливают из расчета полного стока воды пруда из самых пониженных мест.

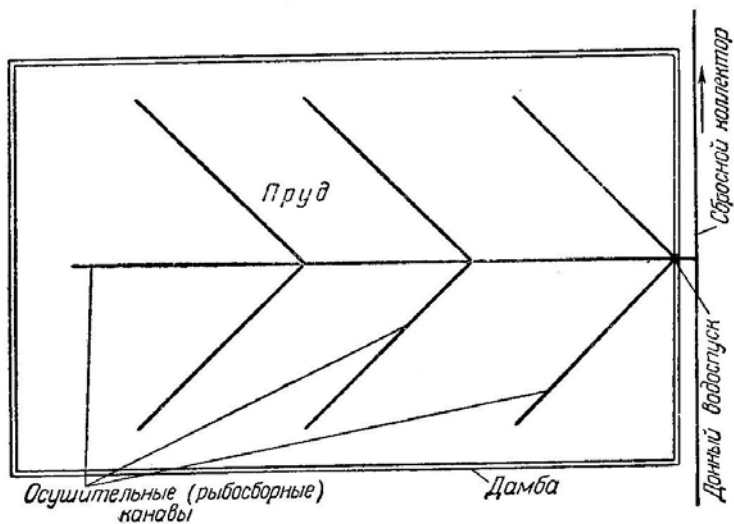


Рис. 52. Ёлочное расположение рыбосборных каналов в нерестовых прудах

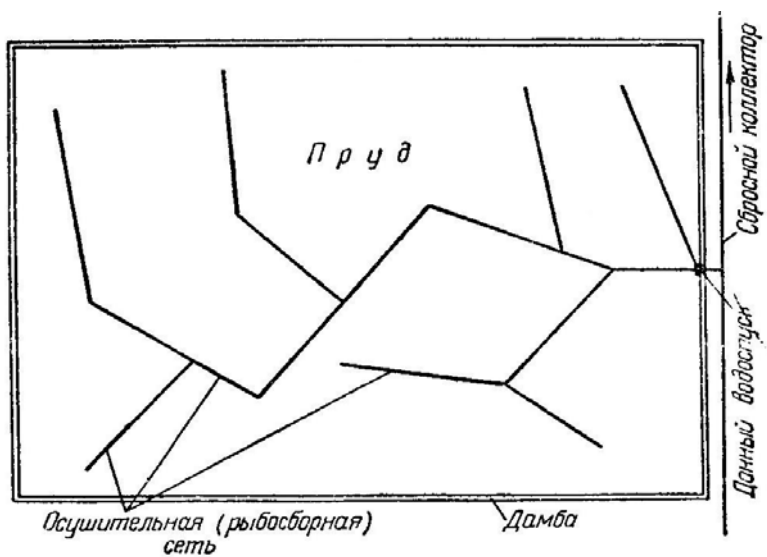


Рис. 53. Расположение рыбосборных каналов в нагульных прудах

Гидравлический расчет канав осушительной сети прудов не проводят, их размеры принимают в соответствии с нормативами (табл. 13).

Таблица 13

Нормативы для расчета осушительных канав

Категории прудов	Минимальные размеры, м		
	глубина	ширина по дну	заложение откосов
Головные	0,5-1,0	0,5-1,0	1:1-1:1,5
Нерестовые	0,4	0,3	1:1-1:1,5
Мальковые	0,4	0,4	1:1-1:1,5
Выростные	0,5-0,6	0,4-0,6	1:1-1:1,5
Маточные	0,4	0,4	1:1
Зимовальные	0,3-0,4	0,3-0,4	1:1
Нагульные	0,5-1,0	0,5-1,0	1:1,5

Центральную канаву перед донным водоспуском крепят камнем или бетоном.

6.4. Водоотводящие каналы

Водоотводящие каналы служат для отвода воды из рыбоуловителей. Конструктивно они не отличаются от водоподводящих каналов. Сечение таких каналов рассчитывают в зависимости от количества воды, одновременно сбрасываемой в соответствии с рыбоводным графиком по срокам облова прудов.

Гидравлический расчет водоотводящих каналов ведут по формулам для подводящих каналов.

Уклон водоотводящих каналов 0,002. Такой уклон снижает скорость воды, что уменьшает размыв их стенок, так как крепление стенок на таких каналах не производят.

Вопросы для самопроверки

1. Назначение донных водоспусков.
2. Типы донных водоспусков.
3. Назначение оголовка донного водоспуска.
4. Устройство лежака донного водоспуска.
5. Назначение рыбоуловителей и их типы.
6. Назначение сети рыбосборных канав.

7. ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ С МЕХАНИЧЕСКИМ ПОДЪЕМОМ ВОДЫ

Механическое водоснабжение прудов рыбоводного хозяйства в основном применяют на рыбоводных заводах и рыбопитомниках, расположенных на берегу реки или озера. В прудовых тепловодных хозяйствах оно нашло широкое применение. Так, в Новосибирской области рыбхоз «Колыванский» расположен на достаточно высоком левом берегу реки Чаус. Нагульный пруд площадью 30 га снабжается водой из реки в период паводка. Осенью в реке уровень падает ниже дна пруда и это позволяет осушить водоем и выловить выращенную рыбу. Снабжение водой двух выростных прудов по 10 га каждый и трех нерестовых пруда запланировано при помощи передвижной насосной станции. Мощность станции обеспечивает подачу воды в эти пруды в нужном объеме. Водозабор станции защищен от попадания рыб к насосам. Насосная станция подает воду по напорному трубопроводу в каждый пруд.

В рыбхозе «Приволье» Новосибирской области все пруды обеспечиваются водой передвижными насосными станциями из реки Карасук, так как на ней невозможно построить напорную плотину для самотечного водоснабжения.

В Алтайском крае пруды рыбопитомника «Новосибирский» снабжают водой при помощи насосной станции, расположенной почти на берегу Новосибирского водохранилища. Насосная станция подает воду в каналы, через которые заполняются пруды.

Такое же водоснабжение предусмотрено и в рыбопитомниках на озерах Сартлан и Чаны.

Насосные станции делят на стационарные, плавающие и передвижные (рис. 54-56). Стационарные станции применяют, если уровень воды в водоисточнике не подвержен значительным колебаниям. Плавающие станции располагают на плавучих устройствах (баржа) в водоеме, уровень

воды в котором сильно колеблется по сезонам года. Передвижные насосные станции применяют для заполнения небольших прудов в весенний период.

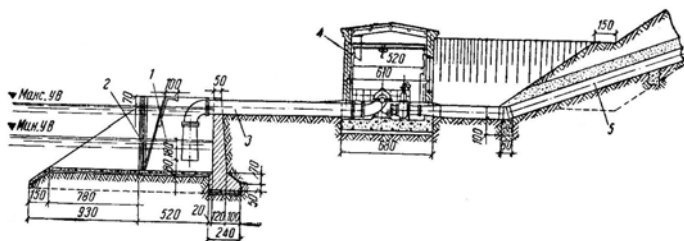


Рис. 54. Стационарная насосная станция:

1 – водоприемник; 2 – сороудержательная сетка; 3 – всасывающий трубопровод; 4 – здание насосной станции; 5 – напорный трубопровод

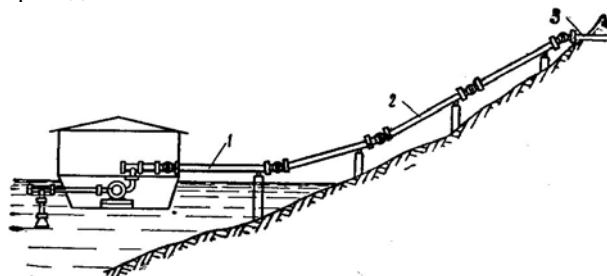


Рис. 55. Плавающая насосная станция:

1 – нагнетающая труба; 2 – временный трубопровод; 3 – постоянный трубопровод



Рис. 56. Передвижная насосная станция

В состав сооружений для механической подачи воды входят: водозаборный трубопровод с защитными устройствами, здание (навес) насосной станции с насосами, напорный трубопровод и водоподающие каналы, через которые происходит заполнение прудов. Питание станций осуществляется при помощи электричества или дизельного топлива.

Трубопроводы, как правило, металлические. При устройстве насосной станции учитывают нормы по технике безопасности для этих сооружений. К станциям прокладывают подъездные пути и строят помещения для обслуживающего персонала.

Вопросы для самопроверки

1. В каких случаях применимо механическое водоснабжение прудов?
2. Состав сооружений механического водоснабжения водоемов.
3. Типы насосных станций.

8. РЫБОЗАГРАДИТЕЛЬНЫЕ, РЫБОЗАЩИТНЫЕ И РЫБОПРОПУСКНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

8.1. Рыбозаградительные сооружения

К ним относят: верховину, сетчатые и решетчатые заграждения, уловители. Их устраивают для предотвращения ухода рыбы из рыбоводных прудов, а так же для захода в него малоценных и хищных рыб из водоисточника.

Верховина

Ее устраивают в вершине русловых нагульных и головных прудов и в устьях всех рек и ручьев, впадающих в пруд и имеющих постоянный расход воды в течение года. Верховина перекрывает все поперечное сечение русла реки или ручья. В то же время она обеспечивает необходимый приток воды из водоисточника (рис. 57).

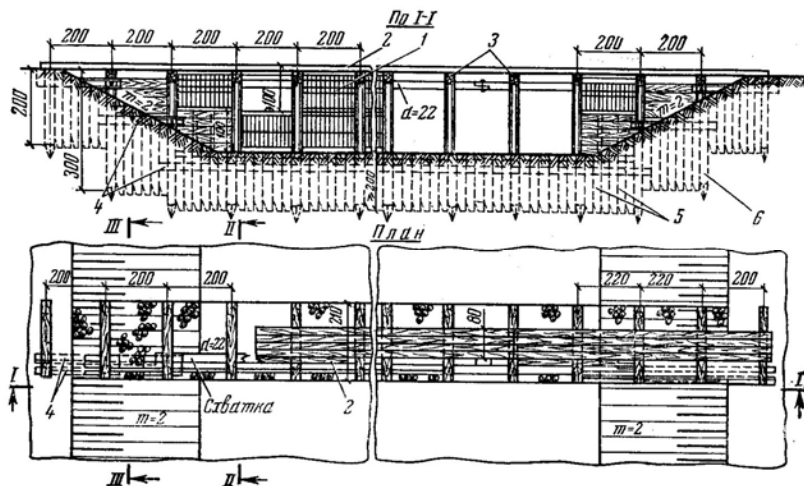


Рис. 57. Верховина:

- 1 – металлическая сетка; 2 – настил из досок; 3 – насадка;
4 – направляющие бревна; 5 – дощатый шпунт; 6 – маячные сваи

Верховина состоит из свай деревянных или железобетонных с пазами для решеток или шандор. В сваях делают два ряда пазов. Сваи располагают на расстоянии 1,5-2 м друг от друга. В деревянных верховинах сваи укрепляют откосами. Железобетонные сваи крепят в флютбет верховины. В берега водоисточника устраивают шпунтовый ряд из дерева (деревянная верховина) или из бетона (железобетонная верховина) длиной 2-3 м. Он предотвращает береговой подмыв верховины.

Поверх свай укладывают служебный мостик для поднятия и опускания решеток или шандор. Просвет между прутьями решеток выбирают с учетом величины выращиваемой рыбы и крупной хищной и малоценной рыбы.

После прохождения паводка перед зарыблением пруда в пазы вставляют решетки. Во время облова пруда вместо решеток в пазы вставляют шандоры для временного задержания притока воды в пруды из водисточника.

Рыбозаградители

Устраивают на магистральном канале. Они могут быть решетчатые и в виде фильтров.

Заградительные решетки

Их устраивают в донном водоспуске для предотвращения ухода молоди при создании проточности (зимовальные пруды) или освежении воды (нерестовые, выростные пруды). Для прудов разных категорий они различны.

Для нерестовых прудов решетки изготавливают в деревянной или металлической рамке высотой 30-40 см и шириной в зависимости от ширины отверстия стояка донного водоспуска. Рамки обтягивают 1-миллиметровой сеткой при вылове 7-8-дневной молоди и 2-3-миллиметровой при вылове мальков 12-16-дневного возраста.

Для мальковых прудов решетки делают металлическими или деревянными высотой 30-40 см. Решетки представляют собой рамку, в которую крепят продольное полосовое

или круглое железо толщиной 0,2-0,3 см. Просвет между ними 0,5 см. В форелевых хозяйствах устанавливают латунные сетки с ячейей 0,3-0,5 см.

В выростных карповых и зимовальных форелевых прудах высота решетки не менее 30 см. Рамка делается из железа толщиной 0,2-0,3 см со следующими просветами между полосами:

– при выращивании вместе с карпом сеголетков карася, сиговых, судака – 0,7 см;

– при выращивании только сеголетков – 1 см.

В зимовальных и маточных прудах, нагульных форелевых прудах высота рамки 40 см, просвет между прутьями 1 см.

Для нагульных карповых прудов высота рамки решетки 50 см, толщина 0,5-0,7 см. Просвет между прутьями 2 см. При выращивании в нагульных прудах вместе с карпом сеголетков других видов рыб просвет не более 1 см.

Уловители

В прудах под падающую струю воды ставят ящичные уловители. Они предназначены для устранения попадания в рыбоводный водоем малоценной и хищной рыбы из магистрального канала.

Уловитель – это деревянный каркас, обшитый с боков и дна металлической или капроновой сеткой с ячейей 1 мм (рис. 58).

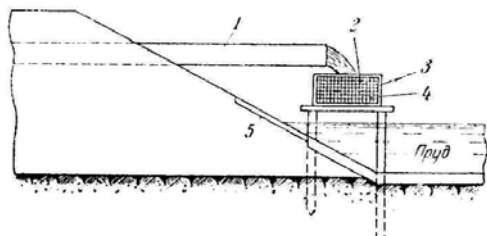


Рис. 58. Ящичный сороуловитель:

1 – труба водовыпуска; 2 – уловитель; 3 – рамка; 4 – обшивка металлической сеткой; 5 – крепление

Для разных категорий прудов размеры уловителя различны (табл. 14).

Таблица 14

Размеры ящичного уловителя для карповых прудов

Категории прудов	Размеры ящика, м		
	длина	ширина	высота
Нерестовые	0,5-0,7	0,4-0,5	0,4-0,5
Выростные, зимовальные	0,8-1,0	0,6-0,8	0,5-0,6

8.2. Рыбозащитные сооружения

Рыбозащитные сооружения предназначены для защиты рыб от попадания в самотечный канал, в насосные установки, в сбросные сооружения гидроэлектростанций. Их подразделяют на механические и физиологические заграждения.

Механические заграждения

Плетневые фильтры. Сооружают на каналах с небольшим расходом воды. Они представляют собой два ряда кольев поперек канала, между которыми укладывают ветки хвойных деревьев. Сквозь такие фильтры крупная молодь рыб не проходит, но личинки их могут преодолевать эти заграждения.

Гравийные фильтры. Устраивают подобно плетневым, но кольца заплетают плетнем, а между рядами закладывают гравий с частицами 1-2 см. Возможно устройство гравийных фильтров без плетней в виде пирамиды (рис. 59).

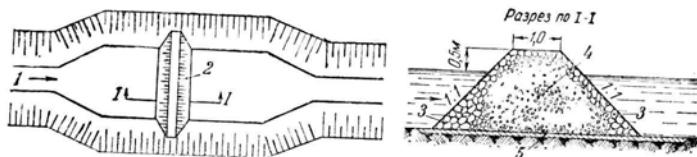


Рис. 59. Каменно-щебеночный фильтр:

1 – канал; 2 – каменно-щебеночный фильтр; 3 – камень; 4 – щебень; 5 – крепление

Гравийно-галечные фильтры. Имеют три ряда колец с плетнем. Расстояние между рядами колец 0,5 м. Образуются две камеры. В первую камеру помещают гальку с частицами 3-5 см, во вторую – гравий с частицами 1-2 см.

Стеклогравийные фильтры. Устроены наподобие гравийных, но в гравий добавляют битое стекло. В таких фильтрах травмируются и погибают личинки рыб.

Все указанные фильтры снижают расход воды в канале, поэтому в месте расположения фильтра канал делают с расширением.

Применение указанных фильтров сопряжено с необходимостью периодической их очистки, что усложняет их эксплуатацию.

Плоские сетки. Предназначены для защиты рыб от попадания в насосные устройства и в самотечный водозабор. Они устроены более сложно по сравнению с фильтрами и имеют специальное очистительное устройство. Их устраивают при скорости воды не более 0,4-0,5 м/с (рис. 60).

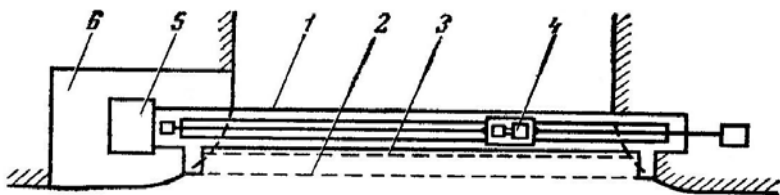


Рис. 60. Схема рыбозащитного устройства типа плоской сетки:

- 1 – несущая конструкция; 2 – грубая решетка; 3 – сетчатое полотно; 4 – очистное устройство; 5 – подъемный механизм; 6 – монтажная площадка

Такое ограждение устанавливают у насосных станций. Оно имеет три ряда защитных устройств. Грубая решетка предназначена для задержания плавающих предметов. Сетчатое полотно с ячейей 4×4 мм предназначено для задержания рыб с длиной тела до 30 мм. Другое сетчатое по-

лотно с ячейей 2×2 задерживает молодь с длиной тела до 15 мм. Сетчатые полотна состоят из отдельных рамок высотой 1,5 м и шириной 1 м (рис. 61).

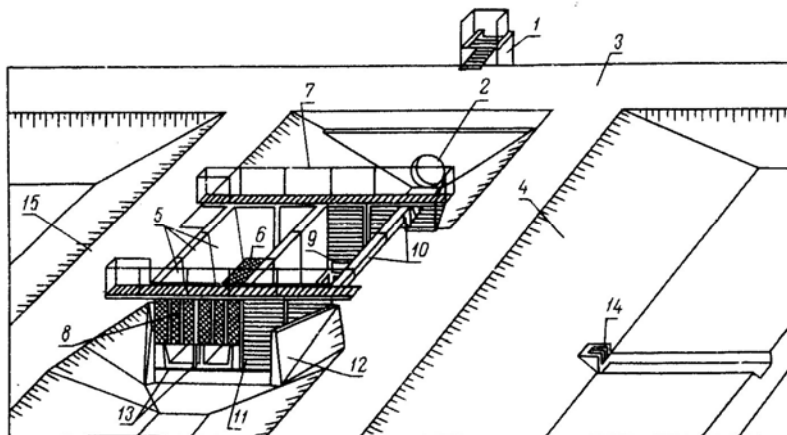


Рис. 61. Схема рыбозаградителя в рыбхозе «Нагли»:

1 – стояк донного водоспуска; 2 – труба-лежак; 3 – дамба проводящего канала; 4 – правая дамба; 5 – плиты СП-4; 6 – горизонтальное фильтрующее полотно; 7 – мостик обслуживания; 8 – вертикальное фильтрующее полотно; 9 – опорные металлоконструкции; 10 – контрфорсы; 11 – шандоры; 12 – подпорные стенки из монолитного железобетона; 13 – пазовые металлоконструкции; 14 – выходной колодец системы опорожнения камер; 15 – левая дамба

Сетчатые заграждения. Их устраивают в начале самотечного канала. Представляют собой ряд свай, между которыми устанавливают металлические рамки высотой до 2 м и шириной 1 м. Рамки обтянуты металлической 6-миллиметровой сеткой. Рамки поворачивают вручную на 180° , что способствует их очистке. Такие заграждения устанавливают при скорости воды не более 0,1-0,2 м/с.

Сетчатые барабаны. Конструкций сетчатых барабанов много. Их устраивают для защиты молоди рыб в насосных станциях.

Сетчатые барабаны устанавливают как в стационарных, так и в плавучих насосных станциях. Основной принцип их работы заключается в том, что защита рыб обеспечивается только в том случае и до тех пор, пока вся молодь способна противостоять скату на заграждения.

Наиболее сложно устроены сетчатые барабаны с очистительными устройствами (рис. 62, 63).

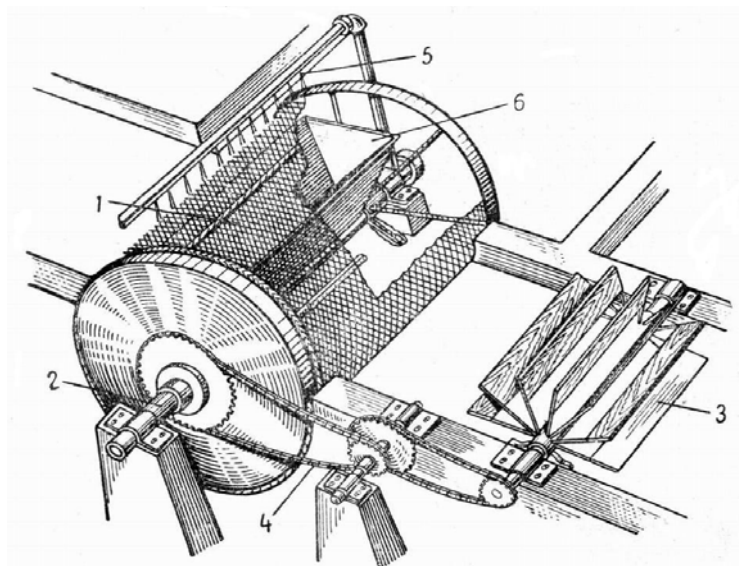


Рис. 62. Механический вращающийся цилиндрический рыбозаградитель с автоматической очисткой сетки струями воды:

1 – сетчатый барабан; 2 – полая ось; 3 – водяное колесо; 4 – цепной привод; 5 – перфорированная труба; 6 – ковш

Физиологические заграждения

К ним относят электрозаградители и воздушно-пузырьковые завесы.

Электрозаграждения. Применение их основано на том, что, попадая в электрическое поле, рыбы стремятся выйти из него. Примером может служить ЭРЗУ-1 (рис. 64).

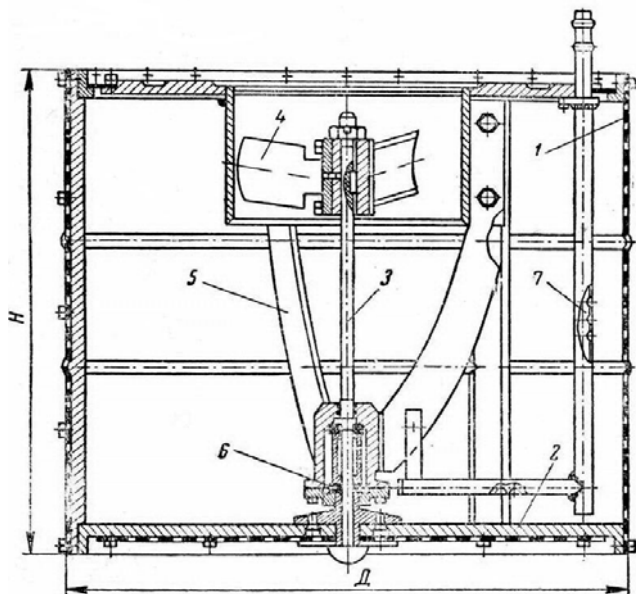


Рис. 63. Механический самоочищающийся
рыбозаградитель с вращающимся барабаном
от лопастного винта:

1 – сетчатый барабан; 2 – днище с сеткой; 3 – вал; 4 – лопастной
винт; 5 – лапа; 6 – подшипник; 7 – флейта

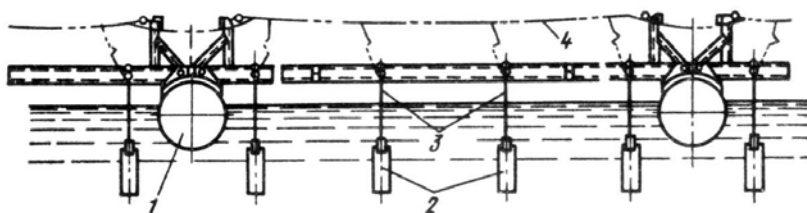


Рис. 64. Рыбозаградитель ЭРЗУ – 1:

1 – поплавок; 2 – система электродов; 3 – трос; 4 – провода

Электроды из металлических стержней или труб диаметром 90-100 мм опускают в воду перед насосными устройствами или водосбросами. Расстояние между электродами 0,5-5,0 м. Их крепят на специальной тросовой системе.

Воздушно-пузырьковая завеса. Создается путем укладки на дно водоема перфорированных труб перед водозабором. Наиболее эффективна воздушно-пузырьковая завеса из нескольких рядов перфорированных труб. Подаваемый в трубы воздух создает плотную пузырьковую завесу, отпугивающую рыб.

8.3. Рыбопропускные сооружения

Рыбопропускные сооружения предназначены для пропуска некоторых видов рыб (лососевые, осетровые, угри и др.) через плотины, устраиваемые на реках. К этому типу гидросооружений относят рыбоходы и рыбоподъемники.

Рыбоходы

К ним относят обходные каналы, лотковые, прудовые и лестничные рыбоходы. Первые три вида рыбоходов в настоящее время не строят.

Лестничные рыбоходы. Эта система горизонтальных бассейнов, отделенных друг от друга перегородками. Длина бассейна 2,5-10,0 м. Величина перепада между бассейнами 15-60 см (рис. 65).

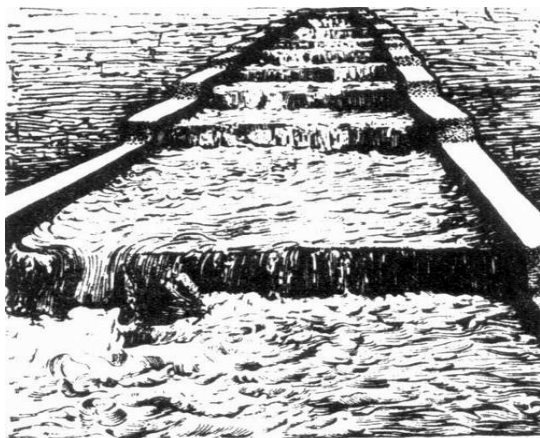


Рис. 65. Рыбоход

Угреходы. Это разновидность рыбоходов. Сооружения лоткового типа. Угорь хорошо преодолевает различные преграды. Для него устраивают деревянный или бетонный лоток с шероховатым дном (укладывают гальку). Ширина лотка 20-40 см. Для того, чтобы галька не скатывалась вниз, лотки делят перегородками с отверстиями. Перепад между ступенями 0,3 м (рис. 66).

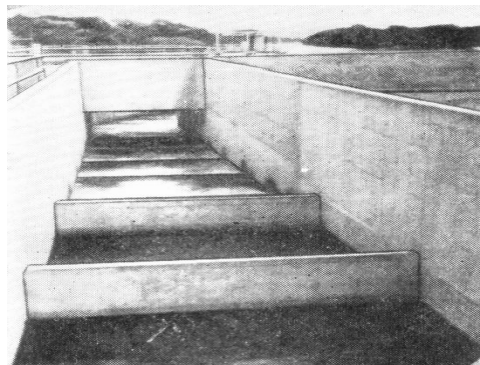


Рис. 66. Угреход

Рыбоподъемники

Наиболее распространены *гидравлические рыбоподъемники*. Их располагают вблизи сброса воды электростанции. Устроены они следующим образом. Монтируется вертикальная шахта с входным отверстием для подхода рыб с входным лотком. Ширина лотка до 6 м и длина 110 м. Внизу шахты имеется побудительная решетка. Снизу решетки поступает вода, которая привлекает рыбу. После накопления рыбы в шахте нижнее отверстие закрывают. Шахта заполняется водой до горизонта верхнего бьефа. Побудительная решетка подталкивает рыбу вверх шахты. Верхнее отверстие шахты открывают, и рыба переходит по лотку в водохранилище. Для непрерывной работы рыбоподъемника строят две шахты. Течение воды внизу шахты может быть создано с помощью специального устройства (турбинный гидроагрегат) (рис. 67).

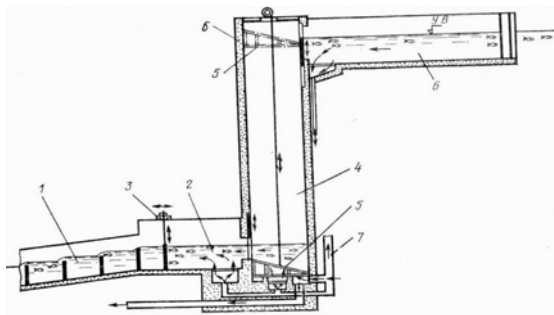


Рис. 67. Рыбоподъемник гидравлический:

1 – низовая часть накопителя; 2 – рыбонакопительный лоток;
3 – побудительное устройство; 4 – рабочая камера; 5 – подъемная площадка; 6 – верховой лоток; 7 – система питания

Плавающий рыбоподъемник: представляет собой самоходный накопитель длиной 51,3 м, шириной 13,2 м. Устанавливают его в нижнем бьефе там, где скапливается рыба. В установку входят два самоходных контейнера длиной 21,7 м и шириной 13,2 м. После накопления рыбы в первом контейнере он по судоходному каналу движется в верхний бьеф. В это время второй контейнер заполняется рыбой (рис. 68).

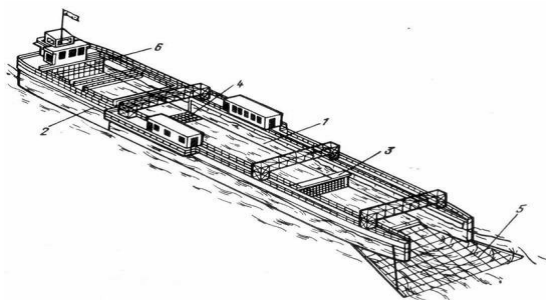


Рис. 68. Плавающая установка для перевозки рыбы из нижнего бьефа водохранилища в верхний:

1 – рыбонакопитель; 2 – контейнер; 3 – побудительное устройство; 4 – ихтиологическая площадка; 5 – сопрягающая площадка; 6 – сетчатый затвор

Вопросы для самопроверки

1. Назначение верховины.
2. Что представляет собой уловитель?
3. Типы рыбозаградителей.
4. Типы рыбозащитных сооружений.
5. Назначение рыбоходов, рыбоподъемников.

9. ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВ

Климатические условия большинства районов России позволяют производить рыбную продукцию в прудовых условиях только в летний период. В зимний же период, который иногда продолжается до 7 месяцев, теплолюбивые и близкие к ним рыбы не только не увеличивают свою массу, но и снижают ее. Это обстоятельство заставляет искать пути создания иных технологий выращивания рыбы.

В 40-50-е годы XX в. обратили внимание на теплые воды различного происхождения: геотермальные, сбросные теплые воды энергетических предприятий. Температура таких вод иногда достигает 42°C. Использование теплых вод позволило создать новое направление в рыбоводстве – индустриальное, в котором применяют своеобразные гидротехнические сооружения, подчиненные задачам данного направления рыборазведения.

Для производства рыбной продукции чаще используют сбросные теплые воды энергетических предприятий, которые построены во всех регионах России, тогда как геотермальные воды имеют значительно меньший ареал. Геотермальные воды чаще используют для снабжения обычных прудов, в которых строят обычные для прудовых хозяйств гидросооружения. Кроме того, дебит геотермальных вод ограничен.

Источником теплых вод промышленных предприятий чаще выступают ТЭЦ, ГРЭС и АЭС. На тепловых станциях образуются два вида воды: котловая и теплая сбросная. Котловая вода проходит специальную химическую обработку, и она по существу дистиллированная. По объему она занимает 2-8% от всей воды, потребляемой электростанцией. В котлах эта вода превращается в пар, который необходим для выработки электроэнергии. Для охлаждения пара применяют различные системы охлаждения – прямочные и оборотные.

1. Прямоточные. При этой системе для охлаждения пара, масла в маслоохладителях, газа в газоохладителях используют воду из достаточно мощных речных систем (рис. 69).

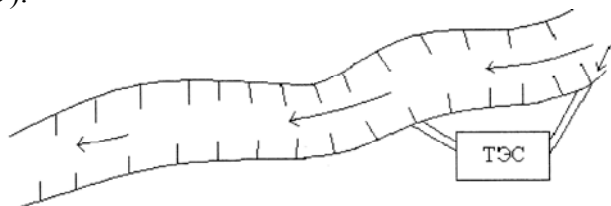


Рис. 69. Схема прямооточного водоснабжения

Воду забирают выше по течению реки от тепловой станции, а после охлаждения пара сбрасывают вниз по течению. Охлаждающая вода имеет температуру на 8-12°C выше по сравнению с естественной. Теплая вода на станцию не возвращается. Такая система позволяет строить садковые хозяйства вблизи устья сбросного канала. Возможно и устройство бассейновых хозяйств.

2. Обратные. В том случае, когда водоисточник незначителен, сбросная теплая вода поступает в водоемы-охладители: водохранилища, пруды. При отсутствии крупного водоисточника нагретую воду охлаждают при помощи градирен, брызгальных бассейнов.

а) Водоемы-охладители, величина которых может достигать нескольких тысяч гектаров, в виде водохранилищ применяют в том случае, когда дебит реки незначителен (рис. 70).

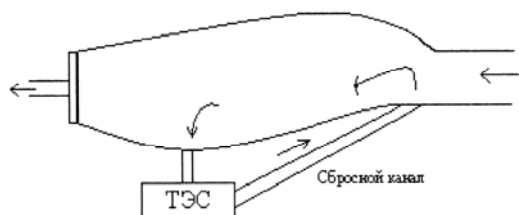


Рис. 70. Водоемы-охладители

Сбросная вода по каналу поступает в вершину водохранилища, где она постепенно охлаждается и вновь поступает в водозаборное сооружение ТЭС. В устье канала строят садковое хозяйство. Возможно выращивание рыбы в водохранилище и озерным методом.

б) Пруды-охладители применяют при невозможности построить водохранилища (рис. 71).



Рис. 71. Пруд охладитель

Строят пруды-охладители вблизи небольших рек, из которых в паводок подают в них воду для промывки и поднятия уровня воды. Размеры прудов зависят от объема сбросной воды. Площадь их рассчитывают из показателя 30-40 м²/1 м³ ч.

Такие пруды используют для создания садкового хозяйства или организации нагула в них товарной рыбы.

Нагул рыбы в прудах-охладителях производят прудовым методом. В этом случае предусматривают ежегодное направленное формирование комплекса ценных видов рыб со значительной долей растительных. Они снижают чрезмерное развитие фитопланктона и высшей водной растительности. В этом случае дополнительных гидросооружений в водоеме не предусматривают.

в) Градирни и брызгальные бассейны строят при незначительном водоисточнике. В градирнях подогретая вода охлаждается, падая через толщу воздуха с большой высоты (до 50-70 м).

В брызгальных бассейнах охлаждение подогретой воды производят с помощью специальных флейт, расположенных над бассейнами.

При таком способе охлаждения подогретой воды возможно устройство бассейновых хозяйств небольшой мощности.

К настоящему времени существуют несколько типов индустриальных хозяйств – садковые, бассейновые.

9.1. Садковые хозяйства

Садковые хозяйства размещают вблизи сброса теплой воды. В любом варианте системы охлаждения сбросной воды организуют прямоточное водоснабжение садков. При устройстве садковых хозяйств руководствуются следующими положениями. Садки устанавливают в местах с глубиной воды не менее 3 м. Температура воды в месте установки садков должна соответствовать биологическим потребностям выращиваемой рыбы.

Скорость течения воды, проходящей через садки, не должна быть ниже 0,1 м/с. В противном случае в садках наблюдается дефицит кислорода.

Площадь садков соотносится к площади охладителя, за исключением прямоточного охлаждения подогретой воды, не менее 1 : 1000. При меньшем соотношении наблюдается чрезмерное развитие фитопланктона, увеличение растворенной органики, что чревато снижением мощности электростанции.

По конструктивному решению садковые хозяйства делят на стационарные и плавающие. Стационарные садки крепят на сваях. Их устройство возможно, если уровень воды в водоеме постоянный в течение всего года.

В нашей стране распространение получили плавающие садковые хозяйства (рис. 72).

Плавающие садковые хозяйства состоят из так называемых садковых линий, образованных из понтонных секций различной грузоподъемности. Основу понтонных секций составляют металлические трубы большого диаметра или поплавки – кранцы. В нашей стране используют металлические трубы, окрашенные водостойкой краской.

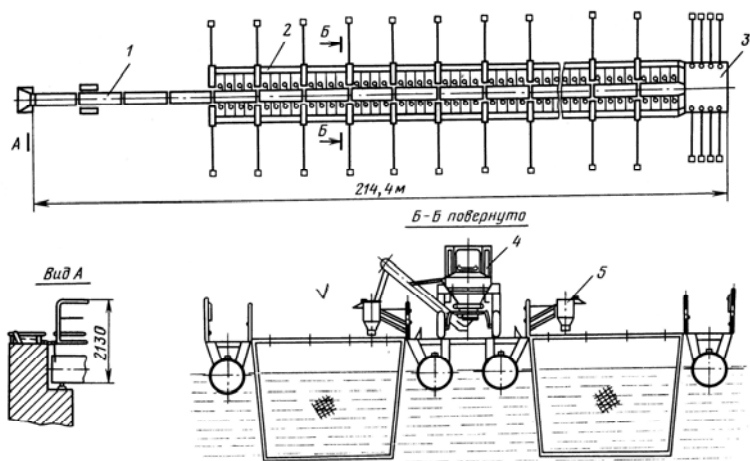


Рис. 72. Схема садковой линии:

1 – плавсекция подводящая; 2 – плавсекция основная; 3 – плавсекция разворотная; 4 – кормораздатчик РГК-700; 5 – линия кормления рыбы И15-ИВЭ

Примером устройства садковой линии может служить Беловское хозяйство Кемеровской области. Линия состоит из нескольких понтонных секций. Каждая секция имеет четыре металлические трубы диаметром 720 мм. Длина каждой трубы 12 000 мм. Две трубы жестко соединены металлическими полосами разного профиля и разделены на четыре окна для садков из делевого полотна. Образуется один ряд садков. Вторые две трубы диаметром 720 мм, разделенные подобным образом, образуют второй ряд садков. Оба ряда садков соединяются жестко металлическими трубами или швеллерами, на которые укладывают настил из толстых досок или металла. Образуется проезд между рядами садков понтона. Ширина проезда 3000 мм. Размер одного садка 4×3 м. По краям понтонной секции устроено ограждение с целью безопасности работы персонала рыбного хозяйства. Понтон имеет массу с нагрузкой (транс-

портные средства, кормушки, рабочие) 14 251 кг. Ее грузоподъемность 19 288 кг.

Каждая секция соединена с другой цепями таким образом, чтобы можно было разместить их в зависимости от мощности хозяйства.

Образованную понтонными секциями садковую линию крепят на одном месте с помощью якорей. Такое крепление позволяет при необходимости передвигать линию на новое место.

При охлаждении подогретой воды с широким фронтом (река, ряд труб) садковую линию устанавливают перпендикулярно потоку воды. В этом случае проезд кормораздатчика и других механизмов организуют с одного берега на другой.

В больших охладителях водохранилищного типа садковые линии располагают по ходу движения транспорта и кормораздатчиков (рис. 74). Одну из секций устанавливают вблизи берега и на нее с берега делают съезд.

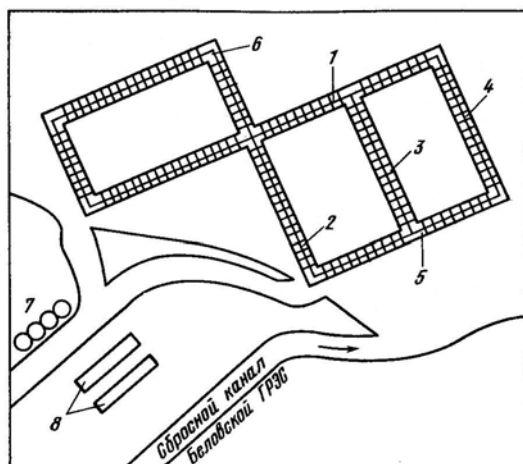


Рис. 74. Расположение садков рыбоводного хозяйства на Беловской ГРЭС:

1 – 6 – садковые линии; 7 – береговые механизированные склады кормов; 8 – ремонтно-механические мастерские

На берегу расположены склады для корма, административное помещение, инкубационный цех, иногда небольшие пруды для подращивания молоди рыб, помещение для транспорта хозяйства.

9.2. Бассейновые хозяйства

Они отличаются от садковых тем, что в них отсутствует сезонность в производстве рыбной продукции, поскольку создаются необходимые условия для жизни выращиваемой рыбы. Это постоянный температурный режим, высокое содержание в воде кислорода и удаление из бассейнов метаболитов рыб и остатков их корма.

В связи с этим в бассейновых хозяйствах применяют ряд специфических сооружений. Прежде всего, это своеобразно устроенные бассейны. Для их устройства используют различные материалы: железобетон, черный металл и нержавеющую сталь, пищевой дюралюминий, стекловолокно, пластмассу. По конструкции бассейны выполняют в прямоугольной и круглой форме. Некоторые бассейны, особенно круглые, так называемые силоса, достигают высоты 3 м. При любой форме бассейна его конструкция обеспечивает удаление остатков корма и метаболитов рыб (рис. 75).

Работает бассейн в автоматическом режиме, за исключением удаления твердых частиц, осевших на дно бассейна. Вода поступает в бассейн сверху или в отверстия в его стенке, проходит через донную решетку, поднимается по трубе большого диаметра и переливается в трубу меньшего диаметра. При этом уровень воды в бассейне постоянный. Для удаления донных отложений поднимают на некоторое время трубу меньшего диаметра, и вода из бассейна с большой скоростью уходит сквозь образовавшееся окно. При этом она смывает донные отложения. Затем труба меньшего диаметра опускается и перекрывает окно, и вода вновь переливается через верх трубы меньшего диаметра.

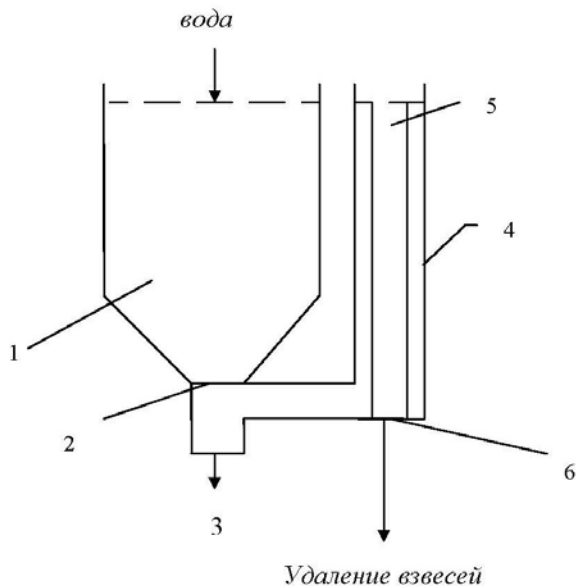


Рис. 75. Круглый бассейн:

1 – корпус с конусным дном; 2 – решетка; 3 – сбросная труба с краном; 4 – труба большего диаметра; 5 – труба меньшего диаметра; 6 – окно

Подогретая вода имеет температуру, намного превышающую оптимальную для выращиваемой рыбы. Поэтому ее разбавляют холодной водой. Эту работу производят автоматы согласно заданной программе.

Перед подачей термостатированной воды в бассейн она насыщается кислородом, так как в подогретой воде его мало. Эту операцию осуществляют в специальных оксигенаторах (рис. 76).

Водоснабжение бассейнов может быть прямоточное, обратное и замкнутое. При прямоточном водоснабжении вода проходит через бассейн и уходит безвозвратно по сбросному каналу. Его применяют в том случае, если подогретой и холодной воды больше потребности бассейнового хозяйства.

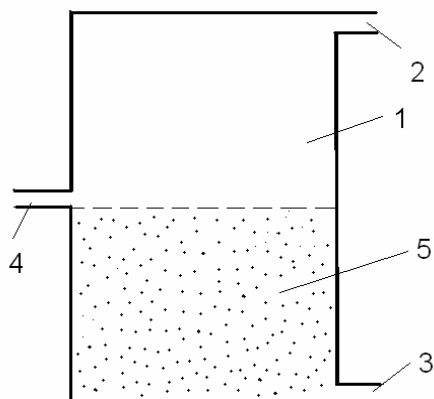


Рис. 76. Схема оксигенатора:

1 – корпус; 2 – патрубок для подачи воды; 3 – патрубок для подачи кислорода; 4 – патрубок для слива воды, насыщенной кислородом; 5 – загрузка

Оборотное водоснабжение применяют при недостатке подогретой воды. В этом случае вода из бассейнов поступает в бассейн-отстойник, где происходит осаждение твердых частиц, а затем вновь проходит термостатирование, оксигенацию и поступает в бассейны. При обратном водоснабжении одна и та же масса воды используется несколько раз. Затем большую часть ее заменяют на новую.

Замкнутое водоснабжение бассейнов не зависит от подогретой воды тепловых электростанций. Ее подогревают в самом хозяйстве. После подогрева она также проходит процесс оксигенации. Воду из бассейнов вначале очищают от твердых частиц, а затем она поступает на биологическую очистку. После этого ее вновь подогревают и оксигенируют. Ежедневно в бассейны поступает только до 5% от общего объема воды в системе.

9.3. Инкубационный цех

Инкубационный цех в промышленных хозяйствах – необходимый элемент технологического процесса произ-

водства рыбной продукции. У некоторых рыб потомство можно получить только в заводских условиях, а у карпа, при полициклическом получении товарной рыбы, потомство получают в разные сезоны года (рис. 77).

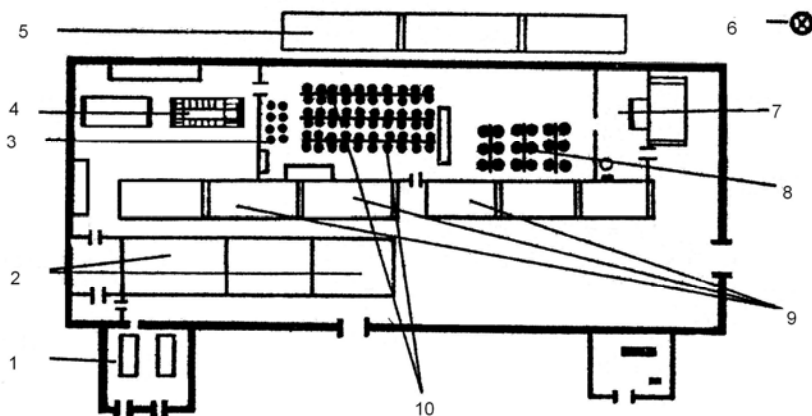


Рис. 77. Инкубационный цех:

1 – котельная; 2 – баки для подогрева воды; 3 – аппараты для обесклеивания икры; 4 – садки для индивидуального содержания самок после инъекций; 5 – пруд-накопитель; 6 – скважина; 7 – участок упаковки личинок; 8 – аппараты выдерживания личинок до перехода на внешнее питание; 9 – бассейны для преднерестового содержания производителей; 10 – инкубационные аппараты Вейса

Устройство инкубационного цеха зависит от мощности промышленного хозяйства и набора видов разводимых рыб. В отличие от прудовых хозяйств, в инкубационном цехе промышленного хозяйства возможно отсутствие специального устройства для подогрева воды.

Инкубационный цех включает в себя следующие помещения:

1. Помещения с бассейнами для подготовки производителей к нересту и бассейнами для инъекцированных рыб. Бассейны строят из различного материала, а размер их зависит от биологии разводимой рыбы.

2. Помещение для взятия икры у самок и осеменения ее молоками самцов.

3. Помещение для инкубации икры. Применяемые аппараты зависят от вида рыб. Для карповых рыб – аппараты Вейса, ВНИИПРХ, для осетровых – «Осетр» и т.д.

4. Помещение с бассейнами или лотками для выдерживания личинок и бассейнами или лотками для подращивания молоди.

Кроме того, в инкубационном цехе должны быть лаборатория и склад для оборудования.

9.4. Энергобиоконплексы

Энергобиоконплексы (ЭБК) – хозяйства будущего, но отдельные их элементы уже встречаются в рыбоводной практике (рис. 78).

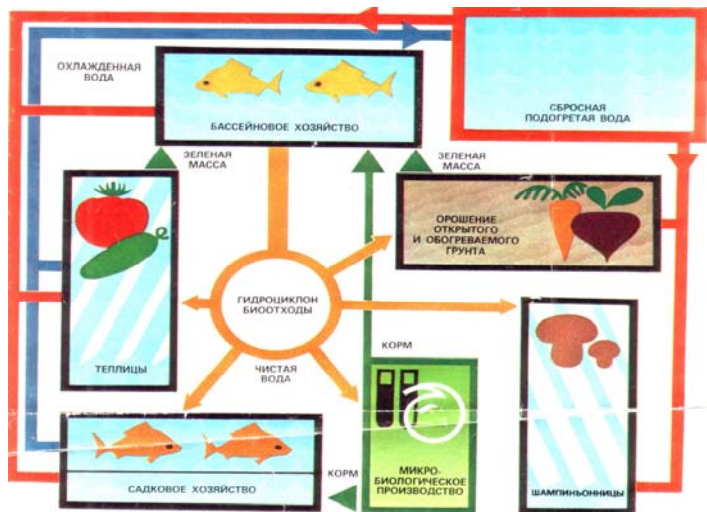


Рис. 78. Схема энергобиоконплекса

Создание энергобиоконплексов – это оптимизация работы электростанции, рыбного хозяйства с другими теплоутилизирующими предприятиями и хозяйствами по переработке их отходов.

В состав ЭБК входят:

- тепловая станция;
- рыбохозяйственные предприятия: садковые, бассейновые, прудовые, нагульное хозяйство на водоемоохладителе и др.;
- сельскохозяйственные предприятия: теплицы, участки обогреваемых и орошаемых земель и др.;
- микробиологические предприятия по утилизации рыбных и сельскохозяйственных отходов с получением корма для рыб.

В ЭБК применяют гидросооружения прудовых, садковых, бассейновых хозяйств, рыбозащитные и рыбозаградительные устройства, насосные установки и др.

Энергобиокомплексы – пример сочетания интересов получения электроэнергии, пищевой продукции, экономики, охраны окружающей среды. Известно, что $\frac{2}{3}$ энергии сжигаемого топлива на тепловых станциях уносится с подогретой сбросной водой. Искусственные биологические системы не только избавят человечество от пустых трат тепла, но и предоставят ему полноценные продукты питания. Изолированность таких систем от естественных водоемов и полная утилизация тепла не нарушают экологию окружающей территории.

Вопросы для самопроверки

1. Источники получения теплых вод для рыбного хозяйства.
2. Что такое сбросная теплая вода тепловых предприятий?
3. Системы охлаждения пара на электростанциях.
4. Требования, предъявляемые к садковым рыбоводным хозяйствам.
5. Схема устройства понтона и садковой линии.
6. Отличие бассейнового хозяйства от садкового.

7. Схема создания оптимальных условий для рыб в бассейне.
8. Что такое оксигенатор и каково его устройство?
9. Способы водоснабжения рыбоводных бассейнов.
10. Состав инкубационного цеха.
11. Состав энергобиокомплекса.

10. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Гидротехнические сооружения в рыбоводных хозяйствах составляют основную часть капитальных затрат. Срок службы гидросооружений зависит не только от хорошо разработанного проекта и качества строительства, но и от правильной их эксплуатации, т.е. от постоянного надзора и ухода за ними.

В большинстве случаев выход из строя гидротехнических сооружений в рыбоводных хозяйствах происходит в результате несвоевременного обнаружения в них дефектов и повреждений. Как правило, выявленные дефекты и повреждения легко устранимы.

При введении в эксплуатацию гидросооружений комиссия проводит контрольные испытания. К акту приемки прикладывают технический проект со всеми внесенными при строительстве изменениями, акты на скрытые работы, технические паспорта, эксплуатационные инструкции и др.

10.1. Общие мероприятия по уходу за гидросооружениями

Принятые в эксплуатацию пруды заполняют постепенно, не более 0,5 м в сутки. Одновременно наблюдают за состоянием как земляной плотины, так и сопрягающих сооружений (донные водоспуски, паводковые водосбросы). Наполнение пруда доводят до проектного напора (НПУ или МПУ) при отсутствии каких-либо дефектов, опасных для сооружений (фильтрация в низовом откосе плотины или дамбы, за стенами и полом водосброса, просачивание воды вдоль поверхности трубы донного водоспуска и др.).

При обнаружении какого-либо дефекта устанавливают причину, его вызывающую. После устранения дефекта пруд продолжают наполнять. В заполненных прудах устанавливают постоянное наблюдение за состоянием всех

гидросооружений в течение всего периода нахождения их под напором.

Перед заполнением пруда проверяют исправность работы подъемных устройств во всех гидросооружениях на опускание и подъем. Шандоры, решетки устанавливают по пазам в стояках донных водоспусков с заменой вышедших из строя. При использовании в водоемах вентиляей или захлопок их проверяют на подъем и опускание.

Стояки донных водоспусков у дорог, троп оборудуют крышками. В деревянных сооружениях все открытые части до заполнения прудов конопатят и просмаливают.

Водоподающая и осушительная сеть каналов к моменту заполнения прудов должна быть в полном порядке и обеспечивать бесперебойное водоснабжение или сброс.

Осушение прудов для облова рыбы производят постепенно, следя за работой водосбросов, водоспусков, шлюзов и др., не допуская больших одновременных сбросов воды. Резкое падение уровня воды ведет к появлению оползней верхового откоса плотины или дамбы. При наличии прудовых водосбросов осушение водоема производят вначале через них, а остаток воды ниже порога водосброса производят через донные водоспуски.

После осушения летних прудов все осушительные каналы по ложу пруда до наступления морозов очищают и доводят до проектной отметки. Паводковые водосбросы, донные водоспуски, верховины осматривают и замеченные неисправности устраняют, т.е. приводят их в пригодное для эксплуатации состояние.

Поврежденные или размывтые откосы дамб и плотин приводят в порядок подсыпкой грунта. Разрушенные крепления откосов восстанавливают.

Щитки, шандоры, решетки водоспускных сооружений летних прудов снимают и хранят на складе по комплектам.

Сооружения, оставленные под напором на зиму, требуют особо тщательной проверки и наблюдения. Зимой-

вальные пруды, их водоподающие каналы, лотки наполняют водой до наступления морозов. Во избежание промерзания и заноса снегом водоподающие каналы зимовальных прудов желательно закрывать камышовыми и другими матами, а образующийся в лотках лед осторожно скалывать.

10.2. Земляные плотины и дамбы

Земляные плотины и дамбы подвержены разрушению от воздействия волны, атмосферных осадков, ветров, домашних животных, перепада температур. При этом наблюдаются оползни, разрушение откосов, выпучивание, просадка, трещины, прорывы и др.

С целью предупреждения указанных дефектов организуют постоянное наблюдение за состоянием дамб и плотин.

Размываемые волнобоем места верхового откоса укрепляют при постройке плотин или дамб или применяют дополнительные устройства в виде запоней, гасящих волну. Места оползней засыпают грунтом.

Перед заполнением прудов плотины и дамбы осматривают на обнаружение трещин, нор землероек. Норы заливают жидким раствором глины. Небольшие трещины также заполняют жидким раствором глины. Глубокие трещины отрывают на всю глубину и засыпают глинистым грунтом.

В местах сопряжения дамб и плотин с коренным берегом и с водосбросными сооружениями возможна фильтрация воды. При ее появлении устанавливают причину и принимают меры по ее ликвидации. Это может быть подсыпка грунта, установка шпунта и др.

Выпучивание плотин и дамб происходит при использовании глины в качестве основного грунта. Просадка плотин и дамб происходит, если под основанием их находился торф или грунт тела плотины или дамбы не уплотнен укат-

кой, а также в результате недостаточного запаса грунта на осадку. Такие просадки при высоте плотины 3-4 м могут достигать 60-70 см. Это приводит к снижению средней глубины пруда и к интенсивному его зарастанию жесткой надводной растительностью.

При прохождении по дамбам или плотинам авто- и гужевого транспорта, особенно в непогоду, а также при прогоне скота на них образуются глубокая колея, выбоины, нарушения откосов. Если гребень плотины не укрепили, то на нем устанавливают шлагбаумы с объяснением правил проезда и прогона скота в весенний, осенний периоды и после дождей.

Все образовавшиеся разрушения гребня засыпают грунтом до проектной отметки.

Периодически проводят нивелировку гребня плотины и всех участков, давших осадку, с дальнейшим вычислением необходимого количества подсыпки грунта.

10.3. Каналы

Водоподающие каналы и осушительную сеть содержат в исправном состоянии с целью своевременного наполнения и осушения прудов. При эксплуатации каналов возможны следующие повреждения: заиливание, оползни откосов, зарастание, прорыв стенок каналов при их переполнении, усиленная фильтрация сквозь дно и откосы.

Заиливание каналов происходит при недостаточных скоростях воды. Кроме того, при отсутствии отводных каналов в водоснабжающий канал с полей в весеннее время и летом в период ливней поступает масса взвесей, что ведет к накоплению их на дне канала. Пропускная способность канала при этом уменьшается.

Для приведения канала к проектным параметрам один-два раза в год проводят его очистку. Одновременно проводят удаление жесткой надводной растительности и кустар-

ников, сокращающих дополнительно величину водного потока. Водную растительность удаляют путем регулярного ее выкашивания.

Для предупреждения разрушения откосов водоподающих каналов применяют следующие меры:

- в опасных местах откосы делают пологими или прибегают к устройству берм;
- укрепляют откосы с устройством упорных призм;
- не превышают уровень воды в канале выше проектного;
- на закруглении откосы канала укрепляют различными материалами.

При устройстве водоподающего канала в полувыемке-полунасыпи не допускают повышения уровня воды, чтобы не происходил прорыв дамбы канала.

Осушительную сеть водоема содержат в рабочем состоянии, для чего после осушения и вылова рыбы ее очищают до наступления морозов. При неполном осушении пониженных участков дна водоема их по возможности засыпают различным грунтом.

10.4. Донные водоспуски

В рыбоводных хозяйствах донные водоспуски наряду с паводковыми водосбросами являются наиболее ответственными сооружениями. Донный водоспуск, находящийся в эксплуатации, содержат в исправном состоянии. При этом обращают внимание на соединение донного водоспуска с телом земляной плотины. В местах соединения стояка с лежаком не допускают трещин, щелей. При обнаружении их заделывают цементным раствором. Осмотр проводят перед заполнением пруда и после его осушения.

Входной оголовок, пол стояка, а также трубу лежака перед заполнением пруда очищают и тщательно осматривают. Замеченные трещины и деформации устраняют. Па-

зы для шандор и решеток очищают от мусора и грязи. Шандоры подгоняют как к стенкам пазов, так и друг к другу. Покоробленные шандоры, не прилегающие плотно к пазам стояка и между собой, заменяют новыми.

В донных водоспусках наиболее опасной является фильтрация вдоль трубы лежака. Поэтому перед заполнением пруда участок переднего оголовка стояка и трубы тщательно проверяют и при выявлении провалов, нор, отслоений грунта от стен трубы вскрывают эти места и вновь тщательно засыпают глинистым грунтом с плотной трамбовкой.

При заполнении пруда следят за состоянием фильтрационных процессов в сооружениях. В случае обнаружения фильтрации вдоль лежака с выносом грунта, когда сооружению грозит авария, немедленно прекращают наполнение пруда. Иногда воду сбрасывают полностью и устраняют выявленную неисправность.

Особенно тщательно проводят уход и надзор за работой донного водоспуска в зимовальных прудах, садках, где в зимнее время содержится большое количество рыбы, и авария сооружения будет сопряжена с большим убытком. В донных водоспусках зимовальных прудов постоянно обкалывают лед вокруг стояка. Осторожно удаляют лед в пазах стояка, чтобы шандоры при необходимости легко поднимались и опускались. Обнаруженные вокруг стояка трещины от морозов немедленно заделывают талым грунтом.

В донных водоспусках зимовальных прудов возможно промерзание грунта вдоль лежака, чаще при трубе большого диаметра. Происходит отслаивание грунта от лежака, что может привести к аварийной ситуации. Для предотвращения промерзания грунта вдоль лежака стояк сверху закрывают крышкой, а нижний конец лежака укрывают камышом, соломой и др. Данное мероприятие препятствует проникновению холодного воздуха внутрь трубы лежака.

Утепляют выходной конец трубы лежака с таким расчетом, чтобы утеплитель не препятствовал выходу воды из пруда через лежак.

Все донные водоспуски летних прудов перед наступлением морозов осматривают и устраняют обнаруженные дефекты. Щитки, решетки, шандоры на зиму убирают на склад.

В инструкции по эксплуатации донных водоспусков возможны и дополнительные мероприятия.

10.5. Паводковые водосбросы

Наиболее сложными и ответственными сооружениями прудовых рыбоводных хозяйств являются паводковые водосбросы головных и нагульных прудов.

При эксплуатации водосброса особое внимание обращают на состояние и работу основания (флютбет) – самой ответственной части сооружения.

Перед заполнением пруда проверяют все движущиеся части водосбросов на подъем и опускание. При наличии шандорного ряда, щитов их проверяют и деформированные заменяют новыми.

Обращают внимание на сопряженность сооружения с берегами и телом плотины. При недостаточно надежном шпунтовом ряде между стенками и дном водосброса появляются трещины, которые приводят к фильтрации воды через них и к аварийной ситуации. Признаками сильной фильтрации в этих местах являются провалы грунта вдоль стен. Выявленные дефекты немедленно устраняют, обнаруженные провалы вскрывают и тщательно заделывают грунтом.

Стенки водобойного колодца делают пологими. При отвесной стенке возможен их наклон внутрь колодца. В этом случае ставят распорки из железных труб.

Льдозащитная стенка должна быть исправна и не допускать подход льдин к отверстиям водосбросов.

Особенно тщательное наблюдение ведут за работой водосбросов в зимний период.

В сложно устроенных паводковых водосбросах согласно эксплуатационной инструкции производят и другие мероприятия.

10.6. Водовыпуски, регуляторы

При эксплуатации мелких гидротехнических сооружений, расположенных на водоподающих и сбросных каналах, на пересечениях с дорогами устанавливают такой же надзор, как за плотинами, водосбросами, водоспусками. При появлении фильтрации за стенами и вдоль труб устанавливают причины и принимают меры к ее ликвидации.

Нарушенные крепления откосов каналов при необходимости ремонтируют и доводят до проектного состояния. Щиты, шандоры сооружений тщательно подгоняют к пазам стоек и между собой.

10.7. Пропуск весеннего паводка

Пропуск весеннего паводка через гидротехнические сооружения является наиболее ответственным моментом в работе этих сооружений. В это время гидросооружения испытывают наибольшее давление водной массы. Недостаточная подготовка сооружений к пропуску паводка, несвоевременная обеспеченность их аварийным материалом и неудовлетворительная охрана часто ведут сооружения к авариям, влекущим к выходу из эксплуатации всего хозяйства или его части. Наиболее опасные первоначальные повреждения от паводка:

- повреждения водосбросов, уменьшающие пропускающую способность этих сооружений и вызывающие опасность дальнейшего их разрушения;
- повреждения тел плотины в виде сквозного отверстия или промоины.

К пропуску весеннего паводка проводят своевременную подготовку.

Выясняют характер и размеры предстоящего паводка путем изучения прохождения паводков в предыдущие годы или в метеослужбе.

Подготавливают карьеры с талым грунтом, заготавливают и подвозят к паводковым сооружениям материалы: талый грунт, мешки с песком и др.

Проверяют исправность установленных перед сооружениями водомерных реек, приводят в исправность подъемные механизмы, очищают от снега гребень и низовой откос плотины головного или нагульного пруда. Раскалывают лед у льдозащитных сооружений, стояков донных водоспусков.

После очистки от снега водосбросов их осматривают и устраняют обнаруженные дефекты.

За 5-6 дней до паводка устанавливают освещение, подвозят инструменты, оборудование для устранения возможных повреждений.

В головных прудах перед паводком горизонт воды доводят до наименьшего уровня. Это позволяет водосбросам работать с наименьшим напряжением.

Если паводок очень обилен, то кроме водосбросов включают в работу и донные водоспуски. При маловодье сбрасывают только излишки воды над постоянным или максимальным горизонтом воды.

При незаконченном ремонте плотины и других сооружений паводок пропускают, следя за состоянием перемычек.

Для дежурства на сооружениях во время паводка назначают хорошо проинструктированных и инициативных рабочих.

В ночное время сооружения освещают.

Дежурство в период пика паводка организуют круглосуточно. Отменяют ночное дежурство после пика паводка и при отсутствии угрозы водосбросу.

В обязанности дежурных входит:

- следить за возможной фильтрацией со стороны сухого откоса, за разрушением мокрого;
- выявлять трещины у водосбросов и осадку тела плотины;
- наблюдать за колебаниями уровня воды у водосброса, за состоянием льда;
- устранять заторы льда у водосброса;
- не допускать подход к водосбросу крупных льдин;
- своевременно поднимать и опускать затворы водосбросов;
- небольшие промоины заделывать аварийным материалом;
- при опасности серьезных повреждений водосбросов немедленно сообщать об этом руководству.

После пропуска паводка все сооружения осматривают и ставят под рабочий напор.

Для поддержания гидротехнических сооружений в рабочем состоянии регулярно проводят ремонтные мероприятия. Различают текущий ремонт, затраты на который относят в полном объеме на себестоимость производимой продукции, и капитальный ремонт, затраты на который относят на себестоимость в виде амортизационных отчислений.

10.8. Текущий и капитальный ремонт

За счет средств, предусмотренных на текущий ремонт, производят:

- исправление небольших повреждений волнобоем откосов плотин и дамб;
- восстановление креплений откосов путем засева трав;
- устранение оползней дамб и плотин рыбоводных прудов и каналов;
- частичную подсыпку дамб и плотин в местах их осадки;
- исправление повреждений гребня и откосов плотин и дамб, причиненных движением транспорта и домашних животных;

- расчистку водоснабжающих каналов и сети осушительных канав от заиления, наносов, зарастания;
- восстановление вымытой загрузки под стенами и полом водосбросов;
- повреждения, причиненные паводком;
- частичную смену шандор, щитков, решеток.

Капитальный ремонт производят, когда повреждения гидросооружений составляют от 10 до 50% от первоначальной их стоимости. При капитальном ремонте устраняют все дефекты сооружения с приведением его в рабочее состояние.

Срок службы гидросооружений

Сроки текущего среднего и капитального ремонта определяют по эксплуатационным инструкциям (табл. 15). После определенного срока службы проводят коренную их перестройку.

Таблица 15

Сроки службы гидросооружений и периодичность их ремонта

Сооружения	Срок службы, год	Вид ремонта	Периодичность, год
Земляные плотины с креплением откосов	50	Текущий Капитальный	Ежегодно При авариях
Паводковые водосбросы			
деревянные	15	Текущий	Ежегодно
бетонные	50	Капитальный	7-8 лет
железобетонные	50	Текущий Капитальный	Ежегодно При авариях
Осушительная сеть канав	5	Текущий Капитальный	Ежегодно Через 5 лет
Подводящие каналы	5	Текущий Капитальный	Ежегодно Через 5 лет
Донные водоспуски бетонные	50	Текущий Капитальный	Ежегодно При авариях
Верховина	8	Текущий Капитальный	Ежегодно Через 4 года

Вопросы для самопроверки

1. Основные работы по уходу за плотинами.
2. Работы по уходу за каналами.
3. Причины выхода из строя донного водоспуска.
4. Возможные дефекты при работе водосбросов.
5. Подготовка к пропуску весеннего паводка.
6. Состав работ текущего ремонта.
7. Срок службы гидросооружений.

11. ИЗЫСКАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВ

Строительство рыбоводных хозяйств или отдельных прудов производят по утвержденным проектам и сметам. Основанием для разработки проектов служит задание на проектирование, составленное заказчиком с участием проектной организации. В составе задания на проектирование указывают основные данные, необходимые для проектирования конкретного объекта:

1. Основание для проектирования (постановление федеральных и других организаций).
2. Мощность хозяйства по выпуску товарной рыбы или рыбопосадочного материала.
3. Источники водоснабжения.
4. Система водоснабжения.
5. Данные по местным строительным материалам.
6. Необходимость строительства хозяйственного центра.
7. Стадия проектирования.
8. Срок окончания проектирования.
9. Намечаемые сроки строительства.
10. Районы потребления готовой продукции.
11. Ориентировочные размеры капитальных вложений.

При проведении работ по реконструкции рыбоводного хозяйства главным в задании на проектирование является объем выделяемых денежных средств на проведение намеченных работ.

Выбор строительной площадки производят согласно положению о порядке выбора и утверждения площадок для строительства промышленных предприятий. Проектно-сметную документацию по рыбоводным объектам обычно разрабатывают в две стадии: проектное задание и рабочие чертежи. В отдельных случаях при небольшой мощности хозяйства и несложных геологических, гидрогеологических и гидрологических условиях возможно одностадийное проектирование.

На основании задания на проектирование проектная организация составляет технико-экономическое обоснование (ТЭО) будущего хозяйства, в котором указывает целесообразность его строительства. Выполнению ТЭО предшествует определение границ площадки строительства и проведение рекогносцировочных изысканий. Площадку для строительства рыбоводного хозяйства выбирают согласно схеме развития рыбного хозяйства определенного региона.

11.1. Требования к площадкам

Тепловодные прудовые хозяйства

При выборе участка для строительства тепловодного рыбоводного хозяйства принимают во внимание, что наиболее экономически эффективными являются средние и крупные хозяйства: полносистемные – не менее 300 га, нагульные – более 200 га, рыбопитомники – не менее 50 га. Рыбоводные хозяйства располагают вблизи населенных пунктов, шоссейных и железных дорог, источников электроснабжения. Желательно располагать их невдалеке от мест сбыта готовой продукции.

Для создания тепловодного рыбоводного хозяйства наиболее целесообразны широкие (не менее 200 м) поймы рек с поперечным сечением для больших прудов 0,001-0,003, а для нерестовых, маточных и зимовальных – 0,01. Общий рельеф спокойный с уклоном к реке, что обеспечивает самотечное водоснабжение прудов.

Лучшими почвами для всех категорий прудов рыбоводного хозяйства являются луговые с суходольным разнотравьем. Для устройства выростных и нагульных прудов вполне пригодны и слабораболоченные почвы, и почвы с наличием разложившегося торфа.

Для прудов мало пригодны сильнозаболоченные почвы со значительным слоем слаборазложившегося торфа, а для

нерестовых и зимовальных прудов такие почвы совсем непригодны.

Лучшими подстилающими грунтами являются слабо-водопроницаемые (глина, суглинки), залегающие недалеко от поверхности земли с достаточной мощностью. Песчаные грунты непригодны из-за их сильной фильтрации.

Грунтовые воды не должны быть минерализованы и залегать на глубине выше 0,5-1 м от поверхности земли. Выход грунтовых вод на поверхность допустим только для больших нагульных прудов.

При выборе площадки под строительство тепловодного рыбоводного хозяйства учитывают и санитарные требования. Пруды не строят на месте свалок и скотомогильников и даже вблизи них.

Важными условиями при выборе площадки являются наличие грунтов, пригодных для строительства земляных плотин и дамб, наличие хороших подъездных путей, близость населенных пунктов, обеспечивающих строительство рабочей силой.

Источником водоснабжения прудов служит любой водоисточник: река, ручей, канал, озеро, водохранилище, атмосферные осадки, подземные воды. Любой водоисточник должен иметь необходимую мощность и обеспечивать пруды в нужное время и в необходимом количестве. Количество и качество воды должны отвечать биологическим потребностям разводимой рыбы.

Учитывая, что пруды тепловодного хозяйства, как правило, разбросаны на значительной территории, наилучшим является самотечное их водоснабжение. Механическое водоснабжение применяют, если водоисточником является озеро, водохранилище или большая река. Возможно комбинированное водоснабжение: вода из водоисточника подается механически в канал, а из него самотеком снабжаются все пруды хозяйства.

Форелевые хозяйства

Требования к площадке строительства холодноводных (форелевых) хозяйств отличаются от таковых тепловодных хозяйств. Выращивание форели производят по высокоинтенсивным технологиям, что предполагает в ее рационе исключительно искусственные корма. Естественная кормовая база не играет никакой роли в отличие от выращивания теплолюбивых рыб. В связи с этим форелевые пруды размещают на бесплодной почве (песчаной, каменистой), а в настоящее время вместо прудов строят бассейны из различного материала.

Форелевое хозяйство занимает, в отличие от тепловодного, незначительную площадь. Хозяйство площадью 2-3 га уже считается крупным.

Особое внимание уделяют количеству и качеству воды, которые определяют мощность хозяйства. Пруды или бассейны высокопроточные. Расход воды на 100 кг биомассы рыб составляет 1-2 л/с. Содержание кислорода не менее 6-8 мг/л. Температура воды в летнее время не более 16-18°C. Предпочтительна вода из небольших рек, ключей и водоемов, питаемых ключами.

Рыбоводные заводы

Рыбоводные заводы строят в том случае, когда естественное размножение рыб недостаточно или нарушено по ряду причин (строительство гидросооружений на реках, обмеление нерестовых участков и др.). Мощность завода зависит от потребности в выпускаемой молоди. При выборе площадки для рыбоводного завода руководствуются следующими требованиями: его располагают вблизи обитания производителей, в приплотинном участке, в низовьях рек, на берегу озера или водохранилища. Площадка не должна затапливаться паводковыми водами. Ее выбирают вблизи населенного пункта. Водоснабжение предпочтительно самотечное, но может быть и механическое.

Подстилающие грунты не должны сильно фильтровать. Это особенно важно, если молодь подращивают до стадии малька или сеголетка. Грунтовые воды не должны залегать ближе 1 м от поверхности земли.

Размер площадки зависит от того, будет ли производиться подращивание молоди, и от наличия собственного стада производителей.

Индустриальные хозяйства на сбросных теплых водах

Садковые хозяйства. Основную часть хозяйства размещают на водоеме-охладителе. На берегу располагают хозяйственный центр, который занимает очень небольшую площадь. Мощность садкового хозяйства зависит от площади водоема-охладителя и спроса на производимую продукцию. Соотношение садковой площади к водоему-охладителю принимают не менее 1:1000.

В местах расположения садков глубина воды должна быть не менее 3 м, скорость течения не менее 0,1 л/с. Температура воды соответствует биологии разводимой рыбы.

Садки могут быть стационарные или плавающие. Последние более распространены.

Бассейновые хозяйства. Эти хозяйства строят рядом с предприятием, сбрасывающим подогретую воду в естественные водоемы, или непосредственно на их территории. Мощность хозяйства зависит, прежде всего, от количества сбросной воды и системы водоснабжения (прямоточное, оборотное, замкнутое), а также от выделяемой площадки. Бассейны могут быть расположены как в один, так и в два этажа. Размеры и конфигурация бассейнов зависят от вида выращиваемой рыбы. Поскольку в подогретой воде мало кислорода, хозяйство располагают рядом с источником получения кислорода.

11.2. Изыскания на выбранной площадке

Разработке проекта рыбоводного хозяйства предшествуют рекогносцировочные и технические изыскания.

Рекогносцировочные изыскания

Рекогносцировочные изыскания (обследования) для составления проекта рыбоводного предприятия имеют целью сбор, изучение и систематизацию уже имеющихся топографических, рыбоводно-биологических, экономических, гидрологических и геологических материалов, а также предварительное согласование землеотвода для выбранной площадки. Рекогносцировочное обследование проводят представители проектной организации и заказчика. В нем принимают участие представители местных властей, рыбохозяйственных организаций, предприятий, в чьем ведении находится земельный участок строительства и окружающих территорий.

В минимум рекогносцировочных обследований входит следующий комплекс работ.

1. *Топография площадки.* Сбор имеющегося топографического материала не только площадки строительства, но и водосбросной площади. При его отсутствии проводят глазомерную съемку с характеристикой рельефа и угодий (лес, пашня, луг, болото и др.). Определяют границы землепользований по данным районного землеустройства.

2. *Геология.* Общую геологическую характеристику площадки определяют путем закладки шурфов глубиной 2-3 м, а также по обнажениям берегов реки. При наличии торфяных залежей определяют ориентировочно их площадь, толщину, характер торфяного слоя и дают предварительное заключение об их влиянии на рыбоводные пруды.

3. *Гидрология.* Проводят обследование источника водоснабжения, устанавливают водообеспеченность прудов будущего хозяйства. Обследование проводят путем замеров расхода воды в водоисточнике в разные сезоны года.

Определяют годовой сток воды с водосборной площади для установления объема головного пруда или площадей нагульных прудов. Проводят сбор сведений по использованию водопотребителями водоисточника выше и ниже площадки строительства рыбоводного хозяйства и их влиянию на работу будущего рыбоводного хозяйства. Собирают сведения о характере весеннего паводка, ледоходе, зимнем расходе воды, промерзании или пересыхании водоисточника.

4. Качество воды. Берут пробы воды для полного гидрхимического анализа, определяют рН воды, содержание кислорода, свободной углекислоты. Выявляют возможность зимних заморов рыб, устанавливают наличие вредных стоков воды с животноводческих помещений и промышленных предприятий, их характер, количество и возможное влияние на рыбоводный процесс.

5. Рыбоводство. Изучают состав местной ихтиофауны, наличие хищных, малоценных рыб. Определяют состав кормовых организмов для рыб с целью определения прогнозной величины естественной рыбопродуктивности прудов.

6. Экономика. Определяют экономическую ценность угодий площадки строительства, состояние дорог, подъездных путей, наличие электроэнергии. Дают предварительные показатели по себестоимости производимой продукции и окупаемости строительства хозяйства.

На основании рекогносцировочного обследования составляют технико-экономическое обследование (ТЭО) строительства рыбоводного хозяйства на выбранной площадке, приводят несколько вариантов схем хозяйства. В проектной организации с участием представителя заказчика все варианты рассматривают, выбирают наиболее оптимальный и его утверждают. На основании ТЭО выполняют тщательные технические изыскания – основу проектной документации.

Технические изыскания

Целью технических изысканий является выполнение, прежде всего, инструментальной топографической съемки участка строительства рыбоводного хозяйства в заданных границах. Одновременно проводят изучение геологии площадки с помощью шурфов и буровых скважин. Детально изучают гидрологию источника водоснабжения прудов путем установления водомерных постов, которые необходимы для замеров расхода воды в разные сезоны года, почвенный покров площадки, гидрохимический и гидробиологический режим водоисточника с целью определения прогнозной величины естественной рыбопродуктивности прудов хозяйства.

Геологические и гидрологические работы выполняют для выяснения общей геологической характеристики площадки и состояния грунтовых вод. Для этого закладывают буровые скважины глубиной 3-5 м с целью сбора обоснованных данных о геологической характеристике выбранной площадки. Буровые скважины могут достигать 8-12 м.

При обнаружении на площадке залежей торфа устанавливают их контуры, мощность, степень разложения, возможность всплывания торфа.

Устанавливают наличие местных строительных материалов, их месторасположение, условия разработки и транспортировки. Определяют места резервных карьеров грунта для плотин и дамб. Выясняют пригодность грунтов для насыпки плотин и дамб.

Одновременно с изысканиями по данным наблюдений ближайшей метеорологической станции и литературным источникам собирают материал о количестве осадков по месяцам года, о климате района, температуре воздуха, испарении с водной поверхности, толщине ледового покрова, характере ледохода, начале и конце ледостава, глубине промерзания грунта.

Указанные технические изыскания необходимы для определения створа плотины головного пруда, его размеров и объема воды в нем, мест расположения всех прудов хозяйства и их площадей, трассирования канала и др.

Проведенные технические изыскания служат основой для разработки проектной документации.

11.3. Состав проектной документации

Проектная документация состоит из проектного задания и рабочих чертежей.

Проектное задание

В проектном задании выявляют технические возможности и экономическую целесообразность строительства рыбоводного хозяйства. Разрабатывают организацию строительства и очередность выполнения работ, определяют необходимые материальные ресурсы для осуществления строительства. Устанавливают сметную стоимость строительства и рассчитывают технико-экономические показатели хозяйства.

Проектное задание состоит из следующих разделов:

1. Общая часть. В ней дают естественно-историческую характеристику района строительства, климатические, геологические и гидрологические данные. Приводят описание площадки строительства, ее местоположение, пути сообщения. Дают характеристику источника водоснабжения, гидротехнических сооружений, основные технико-экономические показатели. Прилагают генеральный план хозяйства.

2. Рыбоводно-биологическое обоснование. Дают оценку почв площадки, физико-химического режима водоемника. Приводят биотехнические нормативы, технологическую схему производственных процессов, рыбоводные расчеты, календарный график работы прудов, основные положения по эксплуатации хозяйства, необходимые санитарные и противомалырийные мероприятия.

3. *Гидротехническая часть.* Излагают водохозяйственные расчеты. Приводят чертежи конструкций земляных плотин и дамб, каналов, водозаборных, сбросных и других сооружений. Дают схемы и чертежи механизации трудоемких процессов при эксплуатации хозяйства (вылов рыбы, внесение кормов и удобрений и др.). Кроме того, приводят основные положения по гидравлическим, статическим и гидротехническим расчетам.

4. *Строительная часть.* Генеральный план хозяйственного центра. Водоснабжение и канализация зданий. Энергоснабжение и связь.

5. *Организация строительства.* Устанавливают сроки строительства и очередность выполнения работ. Дают рекомендации по использованию наиболее рациональных механизмов для выполнения строительных работ. Приводят генеральный план проведения земляных работ с расположением карьеров с необходимым грунтом.

6. *Сметная документация.* Дают сводный сметно-финансовый расчет. Он содержит стоимость подготовки территории строительства объектов основного, подсобного и обслуживающего назначения, энергетического, транспортно-хозяйства и связи, а также внешней сети, водоснабжения, канализации, теплофикации и газификации, стоимость благоустройства площадки, временных зданий и сооружений.

Дают стоимость затрат по отдельным водоемам с подробным расчетом всех работ по их устройству.

В этом разделе приводят расчеты затрат на содержание управленческого аппарата, работников производства рыбной продукции, стоимости изыскательных и проектных работ.

7. *Экономическое обоснование.* Устанавливают экономическую целесообразность строительства. Определяют технико-экономические показатели (стоимость строитель-

ства 1 га прудов, себестоимость 1 кг рыбной продукции, рентабельность производства рыбной продукции, сроки окупаемости строительства и др.).

Прикладываемый к проектному заданию генеральный план хозяйства увязывают с геодезическим обоснованием. На нем показывают все сооружения, входящие в состав проектируемого хозяйства. Делают отдельно генеральные планы гидротехнического узла, хозяйственного центра и др.

Все основные размеры проектируемых сооружений в проектном задании обосновывают водохозяйственными, гидротехническими расчетами. В проектном задании содержатся данные для заказа основного и вспомогательного оборудования, а также по заготовке необходимых строительных материалов.

При составлении проектного задания проектная организация согласует:

- выбор площадки, обеспечение электроэнергией с местной исполнительной властью;
- применение строительных материалов со строительной организацией;
- пути сообщения с управлением железной дороги;
- сметно-финансовые расчеты и чертежи со строительной организацией.

Рабочие чертежи

Рабочие чертежи составляют на основании утвержденного проектного задания. Их выполняют с таким расчетом, чтобы можно было проводить необходимые строительномонтажные работы.

В состав рабочих чертежей входят:

1. Уточненный генеральный план хозяйства.
2. Привязка к геодезическим знакам, обоснование рабочих чертежей зданий и сооружений.
3. Продольные профили с поперечными сечениями протрассированных в натуре земляных плотин, дамб, каналов, дорог, электролиний с объемами работ.

4. Чертежи устройств по механизации трудоемких процессов, сетей энергоснабжения, электроосвещения, автоматизации, сигнализации, радиофикации, теплофикации со спецификацией оборудования.

5. Чертежи сетей и устройств отопления, вентиляции, теплоснабжения, водоснабжения, канализации со спецификацией оборудования.

6. Сметы и рабочие чертежи для уточнения установленной стоимости строительства отдельных зданий и сооружений.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое задание на проектирование и для какой цели оно служит?
2. Основные данные задания на проектирование.
3. Кто составляет задание на проектирование?
4. Основные требования к площадкам для строительства тепловодного, холодноводного хозяйств.
5. С какой целью проводят рекогносцировочные изыскания?
6. Для чего необходимы технические изыскания?
7. Основные части проектной документации.

12. РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ МЕЛИОРАЦИЯ

Получение высокой рыбопродуктивности водоемов возможно только на фоне оптимальных условий жизни всех гидробионтов, в том числе и рыбы. Возможности регулирования условий жизни для гидробионтов зависят от состояния самого водоема. В водоеме со временем происходят сложные процессы круговорота питательных веществ, при этом образуются «отходы», которые в виде иловых отложений накапливаются на дне водоема. В результате водоемы со временем изменяются, заболачиваются, зарастают водной растительностью вплоть до образования сплавин, повышается кислотность воды, создаются благоприятные условия для возникновения заболеваний рыб.

Для поддержания водоема в состоянии высокой рыбопродуктивности систематически проводят определенные работы, которые называют мелиоративными. В понятие «рыбохозяйственная мелиорация» включают комплекс биологических и технических мероприятий, направленных на коренное улучшение условий жизни в водоеме с целью повышения продуктивности его качеств.

Мелиоративные мероприятия в прудах и в естественных водоемах имеют определенные различия.

12.1. Мелиорация прудов

В жизни пруда можно выделить три основных периода.

Первый период. Он характеризуется интенсивными жизненными процессами, происходящими в водоеме. Поступающие из почвы биогенные вещества быстро превращаются в первичную продукцию (фитопланктон, бактериопланктон) и тем самым создают кормовую базу водоема. В этот период, особенно в начале, ничто не мешает течению круговорота питательных веществ, и наблюдается наивысшая естественная рыбопродуктивность водоема. Постепенно на дне появляются иловые отложения из органических веществ. Кроме того, ежегодно с водой в период

осушения и вылова рыбы из водоема удаляется большое количество минеральных веществ. Происходит обеднение почвы водоема минеральными веществами. Все это ведет к угасанию круговорота питательных веществ в водоеме, а значит и к снижению естественной рыбопродуктивности. Этот период длится 2-3 года. Высокую естественную рыбопродуктивность водоема поддерживают путем ежегодного внесения удобрений.

Второй период. Данный период характеризуется тем, что биогенные вещества поступают в водоем в основном с водосборной площади и частично за счет процессов, идущих в иловых отложениях. Чем плодороднее почвы водосборной площади, тем выше естественная рыбопродуктивность водоема. Естественная рыбопродуктивность водоема во втором периоде уменьшается в 2 раза по сравнению с первым. Поддержание высокой рыбопродуктивности в этот период возможно только при систематическом удобрении прудов и кормлении рыбы.

Третий период. В этот период жизни водоема на дне накапливаются значительные иловые отложения. Естественная рыбопродуктивность примерно в 1,5 раза меньше по сравнению со вторым периодом. Иловые отложения настолько мощны, что внесение удобрений не дает желаемого результата. Остатки корма, экскременты рыб, отмершие гидробионты требуют для разложения большого количества кислорода, поэтому в летний период может наблюдаться его дефицит в придонных слоях воды прудов. Идет умирание водоема. Для восстановления оптимальных условий в водоеме требуется его коренная перестройка.

При кормлении рыбы с первого года эксплуатации пруда иловые отложения растут очень быстро. Толщина ила, равная 1,5 см, равнозначна 120-150 т на 1 га водоема.

При экстенсивных технологиях выращивания рыбы (на одной естественной пище) третий период наступает через 15-20 лет, а при интенсивных технологиях – через 5-7 лет.

Еще древние римляне подметили, что иловые отложения в карповых прудах не должны быть более 5-7 см. В этом слое находятся все кормовые организмы для рыб. При большей толщине иловых отложений в глубине идут анаэробные процессы (без доступа кислорода) с образованием ядовитых веществ и газов, которые вредны не только для обитателей ила, но и рыбы.

Мелиоративные мероприятия проводят в трех направлениях: по отношению к воде, по отношению к ложу пруда и по отношению к окружающей территории.

Мелиоративные мероприятия по отношению к воде

Среди мелиоративных работ по отношению к воде следует выделить: аэрацию воды, предупреждение и борьбу с ядовитыми газами, известкование воды, удаление солей железа, осаждение взвесей.

Аэрация воды

Количество растворенного в воде кислорода во многом определяет жизнедеятельность всех гидробионтов, в том числе и рыб. Снижение его содержания ведет к замедлению темпа роста рыб, угнетению их развития вплоть до гибели. В связи с этим необходимо не только знать содержание кислорода в воде, но и методы его повышения.

Поступление кислорода в воду происходит из атмосферы и в результате фотосинтеза растений.

Переход кислорода в воду из атмосферы происходит в 3 этапа: выход кислорода на границу раздела двух сред, переход через пограничный слой и переход из пограничного слоя в толщу воды. Эти процессы совершаются в результате разности содержания кислорода в воздухе (280 мг/л) и воде (до 16 мг/л). Тепловая конвекция и ветровое перемешивание воды способствуют проникновению кислорода в нижние слои водоема.

В воде в зависимости от температуры воды при нормальном давлении может раствориться определенное количество кислорода (табл. 16).

Таблица 16

**Растворимость кислорода при разной температуре
в дистиллированной воде (атмосферное давление 760 мм р.ст.)**

Температура, °С	Содержание кислорода, мг/л	Температура, °С	Содержание кислорода, мг/л	Температура, °С	Содержание кислорода, мг/л
0	14,62	11	11,08	22	8,83
1	14,23	12	10,93	23	8,68
2	13,84	13	10,60	24	8,53
3	13,48	14	10,37	25	8,38
4	13,13	15	10,15	26	8,22
5	12,80	16	9,95	27	8,07
6	12,48	17	9,74	28	7,92
7	12,17	18	9,54	29	7,77
8	11,87	19	9,35	30	7,63
9	11,59	20	9,17		
10	11,33	21	8,99		

На формирование кислородного режима в воде влияют следующие факторы: интенсивность солнечной радиации, фотосинтез растений, скорость ветра, степень развития потребителей кислорода в толще воды и донных отложений.

Солнечная радиация влияет на температуру воды и фотосинтез растительных организмов, температура воды – на растворимость кислорода в воде.

Наибольшее влияние на концентрацию кислорода в воде оказывает фотосинтетическая деятельность фитопланктона. Установлено, что из общего насыщения воды кислородом в непроточных водоемах 82% приходится на фотосинтез фитопланктона и только 18% на поступление его из атмосферы.

Наивысшая деятельность фитопланктона проявляется в поверхностных слоях. Так, в середине дня в июне-июле валовая первичная продукция в среднем составляет 3,5 мг кислорода в 1 л в час. В средних слоях она в 2-3 раза меньше. В мелководных прудах при ветровом перемешивании эти показатели выравниваются.

Содержание кислорода в воде во многом зависит от его потребителей. Главными потребителями кислорода являются планктон (53%) и иловые отложения (40%). На дыхание рыб в летний период приходится всего 3-4%. В связи с этим наибольшее содержание кислорода наблюдается в мае-июне, а наименьшее – в июле-августе, когда в воде наблюдается наивысшее развитие планктона и идет усиленное илоотложение, поэтому суточная динамика кислорода резко выражена в августе-сентябре.

Содержание в воде кислорода влияет на потребление пищи рыбами и в конечном счете на темп их роста. Так, при содержании кислорода 6-9 мг/л и температуре воды 22°C интенсивность потребления пищи у рыб высокая, а при содержании кислорода 1 мг/л – всего 1/3 высокой потребности. Причем не только снижается потребление пищи, но идет увеличение ее расхода на единицу прироста. В то же время происходит снижение доли пищи, идущей на прирост. Так, личинки белого амура при содержании кислорода 1 мг/л на прирост расходовали 11% пищи, а при 7 мг/л – 26%.

В зимнее время поступление в водоем кислорода происходит в основном за счет притекающей воды и незначительно за счет фотосинтеза фитопланктона. В малоснежные зимы эта часть может играть существенную роль.

В зимовальных прудах при полном отсутствии иловых отложений 60-70% расхода кислорода приходится на дыхание рыб. Это необходимо учитывать при выборе плотности посадки рыб в зимовальные пруды.

Потребление кислорода рыбами в зимний период зависит от температуры воды:

Температура, °С	Расход, г/т. ч
0,2	15,9
0,5	17,2
1,0	19,6
1,6	23,0
2,0	25,5
2,6	29,9
3,0	33,2
3,6	38,8
4,0	43,2
4,6	50,5
5,0	56,2

Потребление кислорода рыбами в зимний период зависит и от плотности ее посадки в зимовальные пруды. С увеличением плотности посадки, например, карпа, увеличивается и потребление им кислорода. Так, при плотности 3,2 т на 1 га на дыхание рыб расходуется 51 г/т. ч, а при плотности 10,5 т/га – 167.

При снижении количества кислорода в воде ниже оптимального значения для соответствующего вида рыб принимают меры по его увеличению, т.е. проводят аэрацию воды. Аэрация воды – это не просто насыщение ее кислородом. При аэрации из воды удаляются вредные газы, идет усиленное окисление органики, растворенной в воде. При аэрации возможно взмучивание воды и переотложение ила. Это снижает его толщину, увеличивает поступление в воду биогенных веществ, необходимых для развития фитопланктона, и в конечном счете увеличивает численность кормовых организмов для рыб.

Существует несколько способов аэрации воды: гидромеханический, химико-физический и биологический.

Гидромеханический способ аэрации воды осуществляют четырьмя вариантами: подача воды в воздух, подача воздуха в воду, перемешивание воды и изменение параметров воды.

1. *Подача воды в воздух.* Она возможна нераздробленной струей на расстояние до 100 м. Ее производят с помощью насосов, дождевальных устройств.

Подача воды в воздух возможна и каплями, т.е. раздробленной струей. В этом случае устройства подают воду на расстояние до 20 м.

Подача воды в воздух производится и в виде аэрозолей.

2. *Подача воздуха в воду.* При нормальном атмосферном давлении в воде растворяется очень небольшое количество подаваемого в нее воздуха (до 7%). Поэтому при аэрации воды данным способом воздух подают с помощью устройств, работающих на принципе инъекции (под давлением) или эжекции (подсос воздуха). К этому способу можно отнести и устройство воздушных куполов. На поверхности воды создают купол из воздухо непроницаемого материала и в него закачивают чистый кислород.

3. *Перемешивание воды.* Этот вариант осуществляют путем образования течения, вихрей, волнений воды с помощью различных устройств (весельная лодка, пропеллерные аэраторы и др.).

4. *Изменение параметров воды.* Этот способ аэрации воды более сложен и применяется редко. Как пример можно отметить изменение температуры воды в разных слоях водоема с помощью тепловых насосов.

Химико-физический способ аэрации воды основан на применении химических веществ, омагничивании воды и электролизе. В качестве химических веществ используют, например, перекись водорода, марганцово-кислый калий. При их разложении в воде выделяется чистый кислород. Использование химических веществ, в частности марганцово-кислого калия, осуществляют для быстрого насыщения кислородом воды в зимовальных прудах.

Омагничивание воды усиливает абсорбцию кислорода водой, но эффект бывает незначительный, и для больших прудов оно экономически нецелесообразно.

Электролиз воды может давать хороший эффект, но сам процесс дорогостоящий и способствует загрязнению воды от электродов. Он, кроме того, небезопасен.

Биологический способ основан на фотосинтезе растений, в частности на деятельности фитопланктона по следующему уравнению:



Работа фитопланктона наблюдается и в зимнее время. В практике рыбоводства известны случаи насыщения воды кислородом до 160% в бесснежные зимы. Данный эффект основан на разной отражательной способности снега (75-95%) и льда (26-40%). При этом от снега должно быть очищено не менее 30% площади водоема.

Биологический способ насыщения воды кислородом обязательно сопровождаются другими способами, так как ночью возможен дефицит кислорода.

Для осуществления аэрационных процессов указанными выше способами применяют различного рода аэраторы.

Аэраторы по *режиму* работы делят на постоянные и периодические, по *назначению* – на противозаморные и для интенсивных технологий, по *исполнению* – на береговые, прудовые, мобильные, буксируемые.

По конструктивному решению аэраторы делят на кинетические, механические, пневматические, гидромеханические и пневмогидравлические.

Кинетические аэраторы:

1. Водосливы – со столиком, с лопастным колесом, с вращающейся щеткой.

2. Наклонная рифленая плоскость – с отверстиями, без отверстий.

3. Решетчатые – ступенчатые, с перфорированными выступами.

4. Сифонные водосбросы.

Механические аэраторы:

1. Вертикальные барабаны.
2. Горизонтальные барабаны.
3. Пропеллерные.
4. Ковшовые.

Пневматические аэраторы:

1. Фильтросные.
2. Пористые трубы.
3. Перфорированные трубы.
4. Барботажные.
5. Дисковые.
6. Аэродинамические пушки.
7. Эрлифты.

Гидромеханические аэраторы:

1. Вихревые.
2. Многосопловые.
3. Сопло «Вентури».
4. Диафрагмовые.
5. Потокобразователи
6. Кавитационные.
7. Волновые.

Пневмогидравлические аэраторы:

1. Смеситель Жачека.
2. Кислородный купол.

Приведенные группы аэраторов применяют в различных направлениях рыбоводства: в прудовом рыбоводстве, в рыбоводстве на естественных водоемах и в промышленном рыбоводстве.

Все аэраторы делят на летние, зимние и всепогодные.

В прудовых хозяйствах чаще всего встречаются следующие аэраторы.

Аэратор «ЕРШ» (рис. 79) предназначен для летних прудов с глубиной более 1 м. Аэратор роторного типа. На

роторе находятся горизонтальные барабаны. Размещен на двух понтонах. Двигатель – электромотор мощностью 11 кВт. Масса аэратора 1100 кг. Производительность до 12 кг кислорода в час. Площадь аэрации не менее 5 га.

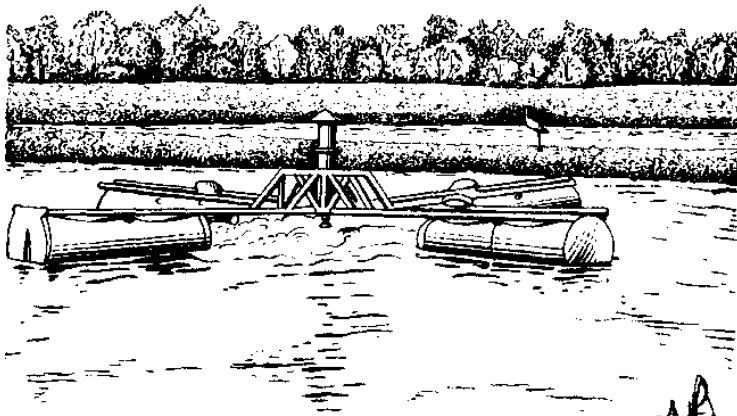


Рис. 79. Аэратор «ЕРШ»

Аэратор «Винт» располагается на двух понтонах. Масса аэратора 320 кг. Пропеллерного типа. Пропеллер приводится в движение электромотором мощностью 6 кВт. Производительность 7 кг кислорода в час. Аэрируемая площадь не менее 3 га. Предназначен для зимовальных и небольших летних прудов.

Аэратор «Лотос» предназначен для зимовальных прудов. Состоит из компрессора СО-7А мощностью 4 кВт и системы эрлифтов. Производительность компрессора 500 л в минуту. Эрлифт состоит из трубы диаметром 90 мм и длиной 1,5-2,5 м. Верхняя часть трубы находится на уровне воды в пруде. Труба удерживается в определенном положении с помощью поплавка из пенопласта. В нижней части трубы имеется распылитель, к которому подводят шланг от компрессора. Площадь аэрации не менее 1 га.

Аэратор «Стрела-4» расположен на понтоне. Масса 360 кг. Центробежный насос (2КС) производительностью

10-30 м³/ч приводится в движение электромотором мощностью 4 кВт. Насос имеет сопло эжекторного типа. Предназначен для прудов значительной площади.

В прудовых хозяйствах применяют и простейшие кинетические аэраторы: наклонные столики, вертушки, рифленые поверхности, лотки с порожками и др. Их подставляют под падающую в водоем струю воды.

Борьба с появлением ядовитых газов

В рыбоводных водоемах, имеющих мощные иловые отложения и напряженный кислородный режим, появляется сероводород. Он образуется в результате разложения животной органики в бескислородных условиях. Сероводород является ядовитым газом. Борьба с ним сложна. Он не только ядовит, но на его окисление расходуется много кислорода – 2 мг на 1 мг сероводорода. Особенно опасен он в зимовальных прудах, где ледяной покров препятствует его удалению в атмосферу. Появление сероводорода в критических для рыб концентрациях вызывает их гибель, а разложение рыб увеличивает концентрацию сероводорода в водоеме. Происходит подобие цепной реакции.

Борьба с появлением в прудах сероводорода заключается, прежде всего, в мерах по его предупреждению: правильная подготовка пруда, посадка в водоем здоровой и упитанной рыбы. При его появлении усиливают проточность, включают аэрационные устройства и проводят ряд других мероприятий.

Известкование воды

Известкование воды применяют для осаждения излишней растворенной в воде органики, повышения активной реакции воды (рН), внесения в водоем кальция как биогенного элемента для активизации круговорота питательных веществ, для борьбы с жаберными заболеваниями рыб. Вносят как гашеную, так и негашеную известь. В зарыбленные пруды вносят гашеную известь. Частота внесения

известки зависит от многих факторов, доза внесения определяется состоянием водоема. В хорошо подготовленные пруды для профилактики вносят 50 кг/га. В сильно заиленные пруды – до 1-3 т/га в несколько приемов. Основная часть известки в этих случаях вносится после вылова рыбы и перед заполнением прудов.

Для борьбы с жаберным заболеванием рыб вносят 100-200 кг/га в 2-3 приема.

Однако известкование воды может иметь отрицательный результат в водоемах с высокой щелочностью воды.

Удаление соединений железа

При питании прудов водой из скважин и болотистой водосборной площади в воде наблюдается избыток закисного железа. Закисное железо, окисляясь, превращается в окисное и в виде бурого осадка оседает на дно водоема и может попадать на жабры рыб. При окислении закисного железа расходуется много кислорода и в прудах может наступить его дефицит.

Перед подачей воды с закисным железом в рыбоводные водоемы проводят ее усиленную аэрацию в прудах-отстойниках.

Осаждение взвесей в воде

Для этой цели применяют пруды-отстойники.

Мелиоративные мероприятия по отношению к ложу пруда

Среди этих работ следует отметить мероприятия по предупреждению заиливания прудов, борьбу с избытком иловых отложений, летование прудов, удаление излишней растительности, известкование ложа водоема.

Предупреждение заиливания прудов

С целью снижения темпов накопления иловых отложений на дне пруда применяют следующие мероприятия.

1. Технически правильное ведение рыбоводного процесса. Это означает кормление рыб по нормам, учитывая температурные и другие условия. Оставление летних прудов на зиму без воды. Регулярное рыхление ложа прудов. Систематическое проведение известкования ложа. Регулярная борьба с избытком водной растительности. Применение оптимальных плотностей посадки рыб в пруды с учетом проведения мелиоративных работ.

2. Для предупреждения попадания частиц грунта с весенними водами вспашку берегов производят не ближе 100 м от уреза воды. При крутых склонах берегов водоемов применяют нагорные каналы, отводящие грязные воды от водоема. При вспашке прилегающих земель борозды делают вдоль уреза воды, а не перпендикулярно ему.

3. По берегам прудов устраивают полосы из кустарника. Ширина полос 30-40 м. Расстояние полос от воды – 30-50 м. Такие полосы являются своеобразным фильтром для загрязненной воды, стекающей в весеннее время с окружающих полей.

Борьба с избытком иловых отложений

Несмотря на меры по предупреждению накопления ила в прудах он постоянно нарастает. При толщине ила до 10-15 см в нем все процессы разложения органики идут в аэробных условиях, т.е. с доступом кислорода. При такой толщине ила в нем хорошо развиваются все кормовые донные организмы. Процессы разложения органического вещества в аэробных условиях идут с помощью аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий, грибов. Продукты жизнедеятельности аэробных бактерий в виде минеральных веществ и гуминовой кислоты служат пищей для бактериопланктона и фитопланктона.

В глубоких слоях ила анаэробные бактерии разлагают органику с образованием перегнойной кислоты. Накопление перегнойной кислоты отрицательно действует на аэробных бактерий. Поэтому нежелательны илы толщиной

более 20 см. В очень толстых иловых отложениях идут процессы и с образованием вредных газов, в частности сероводорода. Появление летом пузырьков на поверхности водоема – первый признак сероводородного брожения. В результате интенсивность круговорота биогенных веществ в водоеме резко падает.

К этому следует добавить, что илы обладают способностью поглощать из воды минеральные соединения, особенно фосфорные, переводя их в труднорастворимые соединения. При интенсификации рыбоводного процесса минерализация органических веществ иловых отложений не обеспечивается обычными мелиоративными мерами: рыхлаение, известкование др. Причем меры интенсификации (кормление, удобрение прудов) не дают должного эффекта, так как плохой гидрохимический режим водоемов тормозит их действие. Возрастают кормовые затраты на единицу прироста. Этому способствует и снижение доли естественной пищи в рационе рыбы.

С целью улучшения условий жизни рыб в водоеме применяют удаление ила механическим способом и особым приемом, который носит название «летование прудов».

1. Механическое удаление ила со дна прудов. Процесс удаления ила трудоемок. В небольших прудах после осушения ложа ил удаляют бульдозером или скрепером. После просушки ложа ил трескается на небольшие куски, которые скалывают вручную. Прудовый ил – прекрасное органическое удобрение. По содержанию азотистых и фосфорных соединений он превосходит навоз домашних животных.

Удаляют иловые отложения и по воде с помощью земснарядов и землечерпалок. От земснарядов ил по трубам подают на поля фильтрации. После высыхания ил используют как удобрение в растениеводстве.

Механическое удаление ила – дорогостоящее мероприятие, поэтому его применяют редко. Чаще прибегают к летованию водоемов.

2. *Летование прудов.* Летование прудов – процесс довольно сложный и при неумелом проведении не дает должного эффекта, а может нанести и вред. Летование это, прежде всего, оставление водоема без воды не менее чем на год. В зависимости от мощности иловых отложений летование может занимать несколько лет. Если в таких случаях оставить пруд без воды только на одно лето, то на следующий год наблюдается усиленное зарастание водоема.

При летовании прудов с мощными иловыми отложениями в первое лето ложе их тщательно осушают, а на следующее лето проводят необходимые мелиоративные мероприятия.

Ложе прудов вспахивают с оборотом пласта, известкуют. Известкование улучшает качество почвы, лучше идут процессы разложения органики, а вспашка способствует проникновению кислорода в глубокие слои высохшего ила.

При летовании прудов ложе их обязательно засевают различными сельскохозяйственными культурами. Их корневая система поддерживает почву ложа в рыхлом состоянии, а с урожаем удаляется избыток минеральных веществ. Урожай сельскохозяйственных культур компенсирует отсутствие рыбной продукции в прудах за время летования. О пользе летования прудов писал основоположник прудового рыбоводства в нашей стране А.Т. Болотов. Так, в 1785 г. он рекомендовал засевать дно летующих прудов хлебами: в первый год сеять озимую и яровую рожь, затем ячмень, а на третий год – овес. Если пруды плохо просыхают, то такие пруды он рекомендовал использовать как луг. В настоящее время на летующих прудах рекомендуют выращивать не только зерновые, но и пропашные (картофель), овощные (морковь, капуста, кабачки, арбузы и др.). Урожай этих культур намного выше по сравнению с обычными полями.

В зависимости от состояния и мощности иловых отложений применяют те или иные культуры. Например, овес потребляет азот из глубоких слоев почвы, а бобовые обогащают ее азотом.

Периодичность и продолжительность летования водоемов зависит от категории пруда, его состояния, применяемых мер интенсификации выращивания рыбы, особенностей климатических условий. Так, нагульные пруды при интенсивном выращивании рыбы рекомендуют выводить на летование через 5-7 лет, а при экстенсивном выращивании рыбы – через 15-20 лет. Эти же сроки характерны и для выростных прудов. Нерестовые и зимовальные пруды летуют ежегодно. Но в них проводят другие мелиоративные работы. В нерестовых прудах обращают внимание на сохранение травостоя. В зимовальных же прудах борются с растительностью, чтобы в зимний период на дне не шли процессы разложения органического вещества.

Летование как мелиоративный прием широко практикуется в рыбовосевооборотах, которые применяют во многих странах Европы.

Борьба с избытком растительности

Водоемы в летнее время, находясь под водой, зарастают различными водными растениями. Водная растительность играет большую роль в жизни водоема. Некоторые водные растения служат пищей для рыб, в зарослях рыбы прячутся от прямых солнечных лучей, находят себе пищу. Растительность служит субстратом для развития икры многих икромечущих рыб. Отмирая, растительность служит исходным материалом для образования минеральных веществ.

Однако при чрезмерном развитии водной растительности создаются неблагоприятные условия для рыб: снижается площадь нагула, в ночное время наблюдается дефицит кислорода. Избыток растительности ведет к заболачива-

нию водоема. В связи с этим проводят определенные мероприятия.

Все высшие водные растения делят на три группы: жесткая надводная, мягкая подводная и плавающая растительность. Жесткой надводной растительностью называют такие растения, у которых стебель, листья и соцветия расположены над водой. К ним относят, например, камыш, тростник, аир, рогоз и др. Эти растения прикрепляются корнями к грунту. Питание происходит через корневую систему. Произрастают они на мелководных участках водоема. На зиму эти растения образуют особые почки на корневищах (турионы), поэтому борьба с жесткой растительностью довольно сложна.

К мягкой подводной растительности относят растения, у которых стебель, листья и соцветия расположены под водой. Питание осуществляется через листья. Корни в основном служат для прикрепления ко дну. К ним относят роголистник, стрелолист, частуху и др.

Плавающие растения имеют листья и соцветия над водой, а корни под водой. К ним относят, например, ряску.

Отношение рыбоводов к этим группам растений не одинаковое. Жесткую надводную растительность стремятся удалять полностью, за исключением прибрежных полос в больших прудах для предупреждения размыва берегов от волнобоя. Эта растительность быстро заполняет мелководные, наиболее кормные для рыб участки прудов. Отмирая, она долго разлагается из-за обилия в ней клетчатки.

Мягкая подводная растительность желательна в карповых прудах, если она занимает не более 20% их площади.

Плавающая растительность обычно в карповых прудах не развивается в больших количествах. Если ее много, то она затеняет водоем и тормозит развитие фитопланктона.

Существуют три способа борьбы и избытком водной растительности: механический, биологический и химический.

Механический способ сводится к выкашиванию водной растительности с помощью различных механизмов и орудий. Плавающие растения удаляют с помощью мелкоячеистых неводов и бредней. Для удаления жесткой и мягкой растительности на небольших прудах применяют ручные косы, водяные плуги и водяные косы. На больших прудах используют камышекосилки (рис. 80).

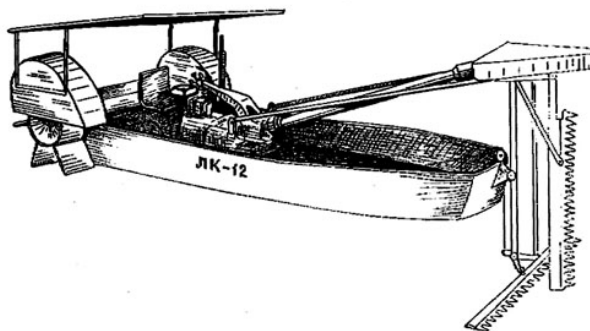


Рис. 80. Камышекосилка

Биологический способ основан на содержании в прудах растительноядных рыб. Например, белый амур на 1 кг прироста расходует до 18 кг растительности.

Химический способ основан на использовании различного рода гербицидов. Выбор гербицидов зависит от вида растительности. Применяют гербициды осторожно, соблюдая инструкцию и меры предосторожности. Работают с ними в безветренную погоду и в спецодежде.

Многие гербициды ядовиты для рыб и человека, поэтому данный способ борьбы с избытком водной растительности в прудовых хозяйствах применяют редко, в основном в безрыбных водоемах с целью подготовки их для выращивания ценных видов рыб.

Известкование ложа водоема

Известкование служит хорошим средством улучшения качества почв пруда. Кальций, входящий в состав известки,

является одним из важнейших биогенных веществ в природе. Он входит в состав скелета животных, необходим для растительных организмов; участвует в процессах, протекающих в самом водоеме, в частности в иле. Кальций нейтрализует вредные соединения магния, натрия, обезвреживает ульминовую кислоту, способствует переводу труднорастворимых соединений фосфора в легкорастворимые. Кальций улучшает физические свойства почвы. Как бы взрыхляя ее, он тем самым способствует проникновению кислорода в глубокие слои иловых отложений. Норма внесения извести зависит от мощности ила и других показателей состояния водоема.

Мелиоративные мероприятия по отношению к окружающей территории

Они заключаются в облагораживании берегов водоемов: удалении пней, других предметов, посадке культурных кустарников и деревьев, ликвидации свалок.

12.2. Мелиорация естественных водоемов

В естественных водоемах, как и в прудах, происходят во времени процессы ухудшения условий жизни растительных и животных организмов. В результате резко снижается рыбопродуктивность водоемов. Причин таких изменений несколько.

1. Неудовлетворительное состояние гидрологического режима. Сюда относят сезонные и периодические колебания уровня воды. В результате происходит ухудшение газового режима водоема, его осолонение, сокращение естественных нерестилищ. Примером могут служить озера степной зоны Западной Сибири, а также водохранилища, построенные на равнинных реках.

В период снижения уровня воды в водоеме резко ухудшаются условия существования ихтиофауны, зимой наблюдается замор рыб. Усыхание озер может быть в ре-

зультате изменения климата: чередование периодов со значительным количеством осадков и засушливых периодов.

В естественных водоемах наблюдаются сезонные колебания уровня воды. Весной, благодаря стоку талых вод, они наполняются водой. Это иногда приводит к увеличению глубин для фитофильных рыб. В результате резко падает численность молоди этих рыб данного года. В дальнейшем в результате испарения уровень воды падает, гидрохимический режим водоема становится неблагоприятным для гидробионтов вплоть до заморных явлений.

В озерах с периодическим снижением уровня воды это ведет к их осолонению. В результате происходит гибель многих кормовых для рыб организмов, а для многих рыб осложняются нерестовые условия, так как часть пресноводных видов рыб размножается только при определенной солености воды.

2. *Зашление.* Оно является результатом притока в водоем вместе со стекающими в него водами большого количества взвешенных веществ. Интенсивность этого процесса зависит от характера водосбора, от строения почв, от наличия по берегам естественных водоемов лесных насаждений.

3. *Заращение водной и болотной растительностью.* Заращение и заболачивание мелководной части естественных водоемов является следствием бурного развития водной и болотной растительности. Этот процесс связан повышенной минерализацией мелководных участков и отсутствием борьбы с такой растительностью. Интенсивное развитие жесткой надводной растительности ведет к появлению сплавин.

4. *Загрязнение водоемов сточными водами.* В естественные водоемы с водосборной площади (поля, стоки животноводческих помещений и промышленных предприятий) поступают воды, богатые минеральными и органическими соединениями. При небольших их количествах они стимулируют рост водной растительности и зоопланктона.

При чрезмерном загрязнении, особенно токсическими веществами, создаются условия, ведущие к гибели всех гидробионтов водоема.

5. Сокращение биостока. В этом случае в естественный водоем поступает мало воды. Ручьи и родники заиливаются.

Все мелиоративные мероприятия на естественном водоеме делят на текущие и коренные. Текущие и коренные мероприятия делят на технические, химические и биологические.

Текущие мероприятия

Технические мероприятия

Сюда относят аэрацию воды, взмучивание иловых отложений, удаление лишней растительности, отлов нежелательных видов рыб, подготовку тоневых участков, расчистку протоков, родников.

Аэрация воды является существенным мелиоративным мероприятием по улучшению жизненных процессов в водоеме. Установлено, что чем выше столб воды, тем медленнее идет снижение содержания кислорода. При глубине водоема 3-4 м лишь с января суточное снижение кислорода составляет 0,1-0,17 мг/л. При глубине менее 3 м с момента ледостава и к концу декабря снижение может быть 0,2 мг/л в сутки, что приводит к февралю к острому дефициту кислорода. На скорость снижения кислорода влияет толщина иловых отложений.

В мелководных озерах в летнее время быстро возникают аммонийные формы азота, задерживающие процессы нитрификации органики. При аэрации снижается концентрация аммонийного и преобладает нитритная форма азота. Это способствует повышению продуктивности водоема по зоопланктону. В зимнее время аэрация воды позволяет увеличить содержание кислорода, идущее на дыхание всех

гибридов, и уменьшить концентрацию вредных для них газов и веществ.

Существуют аэрационные установки для естественных водоемов: аэратор Решетникова, турбоаэраторы, потокообразователи. Потокообразователи лучше устанавливать в местах с твердым грунтом (рис. 81, 82).

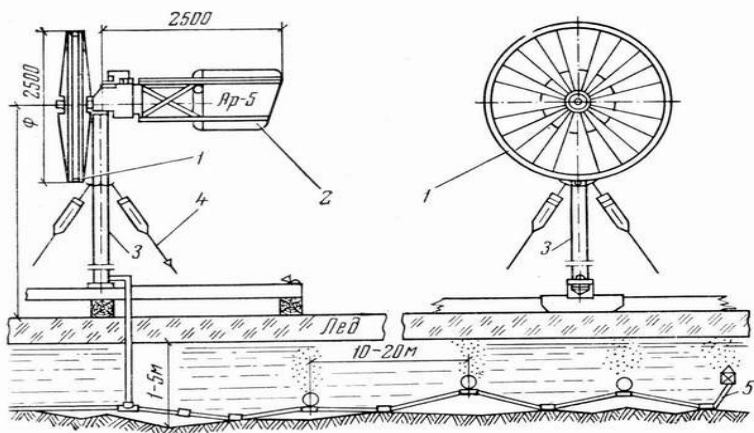


Рис. 81. Аэратор Решетникова

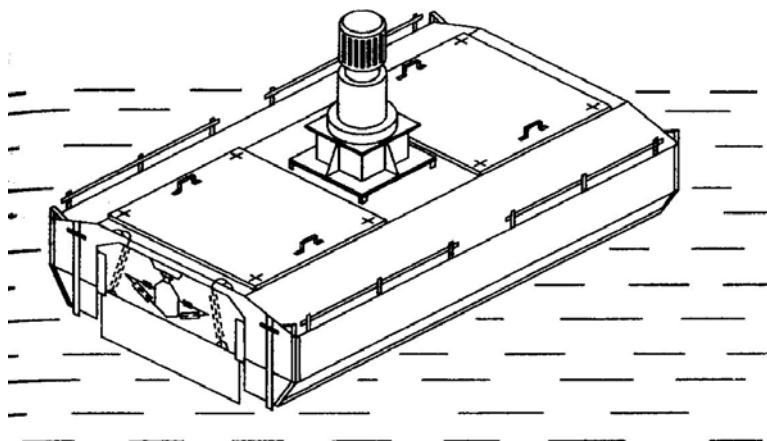


Рис. 82. Турбоаэратор «Тюменец – М»

Турбоаэратор «Тюменец» способен увеличить содержание кислорода даже при нулевом его содержании в водоеме. Аэрируемая площадь одного такого аэратора 25-30 га.

Взмучивание иловых отложений позволяет увеличить биомассу зоопланктона за счет биогенных веществ, образующихся при этом, в 1,5-3 раза. Одновременно происходит и переотложение иловых масс. Технически взмучивание производят с помощью специальных борон, на которые устанавливают распылители от компрессора на катере (рис. 83).

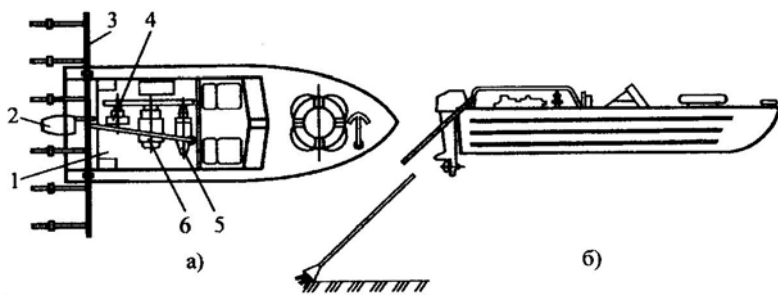


Рис. 83. Рыхлитель типа «Дно»:

а – вид сверху; б – вид сбоку; 1 – лодка «Прогресс»; 2 – мотор подвесной; 3 – коллектор трубчатый; 4 – насос; 5 – компрессор; 6 – двигатель приводной

Удаление лишней растительности способствует увеличению площади нагула рыб, снижению процессов заболачивания прибрежных участков водоема и образования сплавин. Удаление лишней растительности в естественных водоемах – процесс более трудоемкий по сравнению с прудами из-за больших площадей. Для ее удаления применяют камышекосилки разной модификации. Например, камышекосилка КП-07 имеет ширину захвата 2,8 м, скорость движения до 5 км/ч, производительность 0,7 га/ч.

К мелиоративным мероприятиям относят и отлов малоценных видов рыб. Его производят до посадки в водоем ценных видов рыб. Применяют большие невода (до 1000 м).

Важным мелиоративным мероприятием на естественных водоемах является подготовка тоневого участка, мест подхода невода к берегу. Для этого делают прокосы в растительности, удаляют зацепы и задевы, в случае обрывистого берега его делают пологим.

Существенным мелиоративным мероприятием является расчистка родников, протоков, устьевых участков ручьев. Это позволяет увеличить приток воды в водоем и тем самым улучшить в нем гидрохимические условия.

Химические мероприятия

Их применяют на малых озерах. К ним относят удобрение, внесение извести и гербицидов. Известкуют малые озера до 500 га, в воде которых много гуминовых кислот, а также для создания фона, на котором минеральные удобрения дают хороший эффект. Дозы внесения рассчитывают по потребности. Обычно вносят известь и минеральные удобрения два раза за лето (конец мая, конец июля). При рН воды выше 7,5 известь вносят один раз в 4-5 лет.

Для внесения извести и минеральных удобрений применяют кормораздатчики СКР-1,5, ИКП-1,6 и др.

Биологические мероприятия

Предусматривают ежегодную посадку молоди ценных видов рыб и кормовых организмов. С этой целью на больших озерах и водохранилищах строят рыбопитомники или инкубационные цеха.

Коренные мероприятия

Технические мероприятия

Прежде всего, это регулирование уровня воды. Этот процесс самый сложный, так как не всегда можно найти подходящий водоисточник. В больших озерах испарение может быть очень сильным, что, например, наблюдается в Западной Сибири. Так, для уменьшения влияния испарения на глубину воды в озере Чаны пришлось сократить его площадь за счет отделения Юдинского плеса.

В других случаях для поддержания уровня воды в озере прокладывают каналы от соседнего озера. Некоторые озера могут быть проточными. В этом случае уровень воды в них регулируют с помощью шлюзов, установленных на вытекающей из озера реки. Например, в озеро Индёрь Доволинского района Новосибирской области впадает река Баган, сток которой в летнее время практически прекращен. В месте выхода устроен шлюз, позволяющий поддерживать уровень воды в озере. Такая же ситуация наблюдается на озере Берчикуль Кемеровской области, где необходимо дополнительно проложить ряд каналов.

В больших озерах, разделенных на отдельные плесы, для прохода рыбы из одного плеса в другой проводят дноуглубительные работы. Дноуглубительные работы проводят и на реках.

Многие озера Западной Сибири, особенно небольшие, имеют сплавины – плавающие острова из водной растительности. Иногда сплавины порастают кустарником. Они мешают облову водоемов, ухудшают газовый режим. При чрезмерном развитии сплавин озеро может превратиться в болото. Удаление сплавин – процесс очень сложный и трудоемкий. Сплавину в весеннее время подгоняют к берегу. Осенью с понижением уровня воды в озере она оказывается на сухом месте, ее разрезают на части и удаляют из водоема. Иногда сплавины утапливают насыпным грунтом.

Для улучшения облова естественных водоемов активными орудиями лова с помощью разных приспособлений удаляют на дне все задевы.

Важным мелиоративным мероприятием на естественных водоемах является устройство лесопосадок по их берегам. Лесопосадки аккумулируют выпадающие осадки, способствуют сохранению ручьев и родников.

Химические мероприятия

В ряде случаев требуется коренная перестройка ихтиофауны озера. С этой целью применяют ихтиоциды. Ре-

комендуется применение ихтиоцидов в тех озерах, которые предназначены для содержания маточного поголовья и молоди ценных видов рыб. Ихтиоцидов достаточно много. Расчет необходимого количества ихтиоцида ведут по формуле

$$x = 100 \cdot V \cdot K_1 / K_2 ,$$

где V – объем воды, 1000 м³;

K_1 – нормативная концентрация ихтиоцида, кг/га;

K_2 – концентрация действующего вещества в ихтиоциде, %.

Через 3-40 суток после внесения ихтиоцида озеро обследуют. После детоксикации проводят работы по повышению рыбопродуктивности водоема: внесение удобрений, посадку кормовых для рыб организмов.

Биологические мероприятия

В большинстве озер кормовая база используется в большой степени малоценными рыбами. Для их вытеснения проводят акклиматизационные работы. В некоторых случаях проводят акклиматизацию не только рыб, но и кормовых для них организмов.

12.3. Мелиорация специального назначения

К этому виду мелиоративных мероприятий относят создание условий, улучшающих размножение промысловых рыб. В зависимости от типа нерестилищ и тех факторов, которые в каждом конкретном случае приводят к ухудшению условий размножения рыб, мелиоративные мероприятия могут носить различный характер.

Нерестилища полупроходных рыб

Они подвержены сильному воздействию ряда факторов, ухудшающих условия нереста и развития молоди до ската в море. Паводковые воды, несущие большое количество взвешанных частиц, приводят к обмелению полов, а

также соединяющих их протоков. Вследствие этого часть этих водоемов оказываются изолированными, и идущая на нерест рыба может попасть в них только в многоводные годы.

Понижение уровня воды в озерах (Западная Сибирь) ведет не только к уменьшению нерестовых площадей, но и к их обмелению. На нерестилища полупроходных рыб влияет не только речной сток, но и море. Своими наносами оно забивает проходы к лиманам, где нерестятся судак, лещ и другие полупроходные рыбы. Такая картина наблюдается в дельте Кубани, рек Приазовья и др.

Регулирование водного режима пойм в период паводка требует применения таких мер, как устройство обвалований с низовой стороны отдельных участков дельты, на протоках и системы шлюзов.

Текущие мелиоративные мероприятия заключаются в ежегодном выкашивании жесткой растительности и расчистке отдельных перекатов в протоках. Интенсивное зарастание пойменных участков тростником оказывает отрицательное влияние на режим нерестилищ полупроходных рыб. Исследования В.С. Ивлева, проведенные в дельте Волги, показали, что речная вода, прошедшая через заросли тростника, приобретает специфические качества. Она имеет желтую окраску, повышенную кислотность и пониженное содержание кислорода в придонных слоях. Это вызывает гибель икры, молоди и даже взрослой рыбы. В этом случае положительное действие на размножение рыб оказывают искусственные нерестилища, которые устраивают в местах с нерестовыми глубинами. В качестве таких нерестилищ используют ветки хвойных деревьев, старые невода и др. (рис. 84).

Так, применение искусственных нерестилищ в Обском водохранилище позволяет получить основную массу судака, леща.

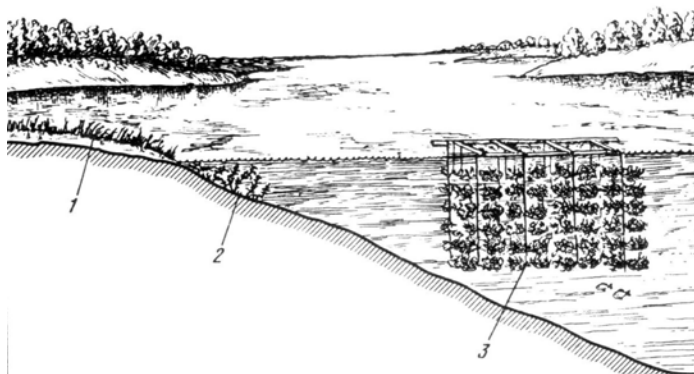


Рис. 84. Искусственные нерестилища

Нерестилища проходных лососей

На лососевых нерестовых реках отрицательными факторами для размножения рыб являются ухудшение гидрологического режима (обмеление), образование завалов и других препятствий, загрязнение нерестовых рек.

Обмеление рек в нерестовый период приводит к гибели гнезд с икрой в результате заиливания и недостатка кислорода. Обмеление – результат вырубki защитных лесов вдоль нерестовых рек. Для поддержания нерестилищ лососевых проводят очистку их от завалов, расчистку ключей и др. При наличии на реках водопадов строят обходные каналы.

Большой вред наносят лесосплав и отходы лесозаготовительных предприятий.

Создание искусственных нерестилищ

В тех водоемах, где ухудшились условия размножения промысловых рыб из-за нарушения водного режима, наряду с проведением мелиоративных работ на естественных нерестилищах дополнительно создают донные и устанавливают плавучие искусственные нерестилища.

При установке искусственных нерестилищ учитывают особенности экологии тех видов рыб, для которых их создают. При этом принимают во внимание факторы среды, влияющие на нерест и нормальное развитие эмбрионов, а именно: температуру, содержание кислорода, глубину, площадь, скорость течения, характер нерестового субстрата.

Для фитофильных рыб (лещ, сазан, судак, щука и др.) в преднерестовый период создают донные и плавучие искусственные нерестилища. Донные нерестилища устраивают на мелководьях в озерах, водохранилищах, лиманах, дельтах рек на участках, защищенных от господствующих ветров, с глубинами от 0,5 до 2 м и скоростью течения не более 0,2 м/с. На дне намеченных участков размещают нерестовый субстрат (ветки хвойных деревьев, старые капроновые сети, невода и т.д.), привязанный к полотнищам из крупноячеистой сетки или капроновой дели либо к рамам из жердей. Полотнища и рамы закрепляют на дне с помощью колец. Площадь одного нерестилища не должна превышать 1 га.

Плавучие искусственные нерестилища применяют в водохранилищах и озерах. Основу таких нерестилищ составляют рамы. Ширина рамы 1 м, длина может быть разной. К раме через каждые 30 см привязывают поводки длиной 1,5-3 м. К поводкам через каждые 3 см привязывают пучки из старой капроновой дели с таким расчетом, чтобы верхний пучок был ниже поверхности воды на 0,5 м, а нижний не доходил до дна на 0,5 м.

Нерестилища устанавливают незадолго до нереста рыб. Их располагают вблизи естественных нерестилищ.

Для судака делают гнезда, которые устанавливают на дне.

Искусственные нерестилища для литофильных рыб строят в нижнем бьефе гидроузлов и в обводных каналах. В качестве субстрата используют крупный гравий, гальку диаметром 5-10 см.

Для осетровых рыб и белорыбицы нерестилища располагают в русле реки в виде гряд на глубине 3 м и при наличии скорости течения 1-2 м/с. Нерестовый субстрат насыпают на дно реки слоем 30 см. Площадь нерестилищ не менее 3-5 га.

Кроме русловых нерестилищ, для осетровых рыб строят весенне-затопляемые нерестилища. Летом они не заливаются. При создании искусственных нерестилищ для литофильных рыб можно использовать бетонные панели, поверхность которых имитирует нерестовый субстрат.

Для литофильных рыб искусственные нерестилища также создают в обводных каналах. Эти каналы строят вблизи естественных нерестилищ, часть которых утратила свое значение. Длина канала 100-500 м, ширина 5-10 м, скорость течения 0,7-1 м/с. Дно покрывают галькой слоем 70 см.

Спасение молоди промысловых рыб

Полупроходные рыбы нерестятся в пойменных участках рек, где они находят подходящие условия для размножения и развития молоди. Появившаяся и подрощенная молодь скатывается в русло реки. Но некоторые пойменные участки отшнуровываются от русла, и молодь рыб обречена на гибель, так как вода постепенно испаряется.

На озерных нерестилищах больше всего страдает от гибели молодь щуки, так как щуки нерестятся на мелководьях, которые быстро теряют связь с озером.

Для спасения молоди строят протоки от пониженных участков пойм или ее в таких участках отлавливают.

Вопросы для самопроверки

1. Периоды в жизни пруда.
2. Назначение аэрации воды.
3. Способы аэрации воды.
4. Работы по предупреждению заиливания прудов.

5. Что такое летование прудов и каково его назначение?
6. Способы борьбы с избытком водной растительности.
7. Причины ухудшения условий в естественных водоемах.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Методические указания для составления курсового проекта

Курсовой проект по дисциплине «Рыбохозяйственная гидротехника» является завершающей стадией подготовки специалистов-рыбоводов. Он предполагает использование знаний по гидротехнике и прудовому рыбоводству и выполняется для карпового рыбопитомника с двухлетним оборотом.

Часть 1. Рыбоводно-биологические нормативы

Рыбоводно-биологические нормативы предназначены для проведения расчетов в последующих разделах. Их приводят для 1-й или 2-й рыбоводной зоны и берут из справочников и другой литературы по рыбоводству. Нормативы должны быть конкретными, без «от» и «до». При этом их следует разделить на группы: рыбоводные, гидротехнические, экономические.

Рыбоводные нормативы

1. Нормы посадки рыб разных возрастов в пруды различных категорий. При этом выбирают вариант: выращивание рыбы с применением дополнительного корма или без него. Нормы посадки рыбы в пруды зависят от выбранной студентом технологии выращивания сеголетков карпа: стандартных или крупных по массе.

2. Средняя масса сеголетка карпа. Она зависит от принятой технологии выращивания молоди карпа в 1-й или 2-й рыбоводной зоне.

3. Рецепт применяемого комбикорма: стандартный или предлагаемый студентом. В первом случае приводят марку комбикорма для данного возраста, во втором – его состав и величину кормового коэффициента.

4. Применяемые удобрения для повышения естественной кормовой базы выростных прудов. Приводят нормы внесения и величину удобрительного коэффициента конкретного удобрения.

5. Естественная рыбопродуктивность выростных и других прудов карпового рыбопитомника. Ее величина зависит от почв выбранного участка и рыбоводной зоны. Приблизительный характер почв определяют по полученному топографическому материалу. Здесь же дают величину прибавки к естественной рыбопродуктивности за счет внесения в пруды удобрений.

6. Стоимость кормов и удобрений (по справочной литературе).

7. Нормативные отходы рыб разных возрастов (согласно справочной литературе).

8. Нормы выработки рыбоводной продукции на 1 рабочего.

Гидротехнические нормативы

1. Сроки наполнения и опорожнения прудов (дать таблицу из учебного пособия для практических занятий по рыбохозяйственной гидротехнике, работа 5).

2. Расход воды для летних прудов на фильтрацию, испарение, проточность (берут из справочников).

3. Средняя глубина прудов различных категорий согласно рыбоводным требованиям.

Экономические нормативы

1. Стоимость строительства 1 га прудовой площади, насосов, труб и т.д. (берут из справочной литературы).

2. Стоимость 1 т комбикорма. Берут из справочной литературы, если применяют готовый рецепт. Если применяют собственный рецепт комбикорма, то рассчитывают стоимость его единицы согласно входящим в его состав ингредиентам.

3. Стоимость удобрений. Поскольку в настоящее время минеральные удобрения очень дорогие, применяют только органические. Стоимость их определяют из существующих ориентировочных цен.

4. Заработная плата работников рыбопитомника с начислениями. Определяют согласно существующим нормативам.

5. Розничная цена 1 кг годовиков карпа. Берут показатель, сложившийся в рыбоводстве 1-й и 2-й рыбоводных зон, по справочной литературе или по данным хозяйства, где студент проходил практику.

6. Текущий ремонт гидросооружений. Принимают на уровне 1,5% от их стоимости.

7. Амортизационные отчисления. Принимают на уровне 4% от стоимости строительства всех гидросооружений.

8. Срок окупаемости строительства хозяйства (ориентировочно 5-7 лет).

Часть 2. Составление схемы карпового рыбопитомника

После получения топографического материала масштабом 1:10 000 следует внимательно изучить рельеф предполагаемого участка строительства карпового рыбопитомника. Прежде находят створ плотины головного пруда и отмечают его прямой линией перпендикулярно руслу водоисточника (речка, ручей и др). Створ плотины располагают в самом узком месте поймы водоисточника, чтобы длина плотины была как можно меньше. На оставшейся площадке ниже плотины располагают все категории прудов рыбопитомника.

Сначала размещают выростные пруды, оставив место ближе к плотине головного пруда для остальных прудов рыбопитомника (зимовальные, летне-маточные, летне-ремонтные, преднерестовые, нерестовые). Карантинный пруд размещают ниже выростных прудов.

Количество выростных прудов и их общая площадь зависит от рельефа выбранного участка. Вначале с помощью карандаша и линейки наносят на топографический план контуры выростных прудов, при этом принимают во внимание следующие соображения: контурные дамбы прудов располагают не ближе 30 м от русла реки. Все дамбы проводят прямыми линиями. Размер одного выростного пруда не должен превышать 15-20 га. Средняя глубина – в пределах 1-1,2 м. В связи с этим урез воды в водоеме располагают на соответствующей горизонтали. Например, контурная дамба расположена на горизонтали 150,0, при средней глубине 1-1,2 м глубина воды у контурной дамбы составит 2,0-2,5 м. Значит, урез воды пойдет по горизонтали 152,0-152,5 м.

Выростные пруды отделяют друг от друга разделительными дамбами. При двустороннем развитии поймы реки или ручья выростные пруды размещают с обеих сторон русла реки или ручья. После их размещения на топографическом плане определяют приблизительные площади каждого водоема и их сумму. Для этого линейкой измеряют длину и ширину каждого выростного пруда и в масштабе топографического плана вычисляют его площадь в гектарах.

После определения примерной выростной площади вычисляют необходимое для нее количество личинок карпа. При этом используют указанные в разделе 1 нормативы для посадки личинок карпа в выростные пруды. Затем вычисляют, какое количество сеголетков можно при этом получить. Зная общее количество личинок карпа, рассчитывают общее маточное и ремонтное поголовье.

Используя данные раздела 1, определяют площадь преднерестовых, нерестовых, зимовальных, летне-маточных и летне-ремонтных водоемов. Если эти площади размещаются на оставшемся вблизи плотины головном пруде

участке, то с помощью планиметра точно определяют площади выростных прудов и их средние глубины и вновь делают расчеты разновозрастного поголовья. При невозможности размещения на оставшейся площадке остальных прудов рыбопитомника уменьшают выростную площадь и снова производят расчеты разновозрастного поголовья и площадей для них.

Преднерестовые, нерестовые, зимовальные, летне-маточные и летне-ремонтные пруды строят в виде прямоугольников в масштабе топографического плана согласно рыбоводным требованиям, системе водоснабжения прудов и сброса воды из них. Водоснабжение прудов должно быть независимым.

Ближе к плотине головного пруда размещают зимовальные. Карантинный пруд располагают в конце рыбопитомника.

Затем проводят трассу магистрального канала. Ее начинают от дальнего пруда. Дно канала у этого пруда должно быть выше уровня воды в нем на 0,2 м. Вторая точка трассы канала – через 100 м, выше первой тоже на 0,2 м. С помощью циркуля или линейки определяют все точки трассы магистрального канала через каждые 100 м до плотины головного пруда. При этом высота горизонталей топографического плана увеличивается. В месте соединения створа плотины головного пруда с магистральным каналом будет точка водозабора.

После установления точки водозабора определяют длину плотины головного пруда. Для этого поднимают высоту плотины на 1-1,5 м выше точки водозабора. При этом гребень плотины должен быть на одной высоте с обеих сторон водоисточника (река, ручей).

Оформление схемы рыбопитомника

Вверху топографического плана пишут: «Схема карпового рыбопитомника мощностью...». Мощность определя-

ют в экземплярах годовиков карпа или в их общей массе в килограммах.

В нижней части схемы с правой или с левой стороны приводят экспликацию прудов в виде таблицы (табл.1).

Т а б л и ц а 1

Экспликация прудов

Категории прудов	Кол-во	Площадь, га	Средняя глубина, м
Выростной № 1 Выростной № 2 и т.д.			
Нерестовые			
Зимовальные			
Летне-маточные			
Летне-ремонтные			
Карантинный			
Преднерестовые			

По выростным прудам заполняют все колонки таблицы, по остальным дают общее количество и общую площадь. Средние глубины не отмечают.

Внизу схемы рыбопитомника – подпись студента, выполнившего курсовой проект, дата.

Схему прикладывают к расчетам по остальным разделам.

Часть 3. Рыбохозяйственные расчеты

В этом разделе следует привести расчеты разновозрастного поголовья карпа согласно нормативам (см. раздел 1) и мощности проектируемого рыбопитомника. На основании полученных данных планируют расход кормов для выращивания сеголетков и рыб старших возрастов. Для этого определяют конечную массу определенного возраста и умножают на кормовой коэффициент планируемого типа комбикорма. При расчете необходимого количества корма учитывают естественную рыбопродуктивность прудов и ее прирост за счет вносимых в пруды удобрений. Вычислен-

ное количество кормов для карпа записывают в виде таблицы (табл. 2).

Таблица 2

Количество корма для карпа

Возрастные группы	Общая масса, кг	Кормовой коэффициент	Всего за вегетационный период, кг
Сеголетки			
Производители			
Ремонтный молодняк			

Расчет количества вносимых в пруды удобрений проводят с учетом рыбоводных площадей и оптимальных норм внесения (см. раздел 1).

Прибавку к естественной рыбопродуктивности за счет удобрений рассчитывают путем деления количества того или иного вида удобрений на удобрительный коэффициент (см. раздел 1).

В данном разделе приводят общую рыбопродуктивность выростных прудов.

Расчет товарной продукции (годовики карпа) производят путем умножения количества годовиков на среднюю массу одного экземпляра.

Определяют количество работников рыбопитомника согласно нормативам (см. раздел 1).

В конце раздела дают календарный план работы рыбопитомника. В нем отмечают для конкретной рыбоводной зоны время заполнения прудов, посадки в них рыб, начала удобрения прудов и кормления рыб, вылова сеголетков и т.д.

Часть 4. Гидротехнические расчеты

Раздел начинают с приведения расчетов всех площадей рыбопитомника, включая головной пруд. Затем дают разрезы (продольный и поперечный в одной из точек) и план плотины головного пруда. На основании этого рассчиты-

вают объем земляных работ по ее возведению (см. работы 3, 4 учебного пособия «Рыбохозяйственная гидротехника»).

После этого дают расчеты по средним глубинам каждого выростного пруда (см. работу 7 учебного пособия).

Затем приводят динамику расхода воды по категориям прудов в течение всего года (см. работу 9 учебного пособия).

На основании динамики расхода воды в питомнике делают расчет пропускной способности магистрального канала (см. работу 10 учебного пособия).

Часть 5. Экономическое обоснование

В начале данного раздела дают расчет стоимости строительства всех прудов питомника, включая и головной пруд путем умножения ориентировочной стоимости 1 га на всю площадь хозяйства. Если, в соответствии с особенностями топографического плана, необходима насосная станция, то вычисляют ее стоимость с необходимым количеством насосов определенной мощности, а также трубопроводов ко всем прудам питомника. Стоимость насосов и трубопроводов определяют путем умножения их массы на стоимость 1 кг металла.

Затем определяют затраты на корма, удобрения, вычисляют фонд заработной платы работником рыбопитомника.

После этого рассчитывают полную себестоимость произведенной в питомнике продукции по основным затратам:

- стоимость кормов;
- стоимость удобрений;
- заработная плата с начислениями;
- текущий ремонт;
- амортизационные отчисления.

Определяют стоимость произведенной продукции путем умножения общей массы годовиков на розничную цену 1 кг.

Затем вычисляют полученную прибыль, рентабельность производства рыбной продукции и срок окупаемости строительства хозяйства.

Рентабельность определяют по формуле

$$P = \frac{\text{Прибыль}}{\text{Полная себестоимость}} \cdot 100.$$

Срок окупаемости определяют путем деления стоимости строительства хозяйства на прибыль.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Андреев Н.В.* Топография и картография. – М.: Просвещение, 1985. – 159 с.
2. *Бирзник О.А.* Рыбопропускные сооружения / О.А. Бирзник, З.М. Кипперо. – М.: ВНИРО, 1960. – 53 с.
3. *Брудастова М.А.* Гидротехнические сооружения рыбноводных хозяйств / М.А. Брудастова, Р.И. Вишнякова. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 72 с.
4. *Брудастова М.А.* Гидротехнические сооружения прудовых рыбноводных хозяйств. – М., 1962. – 33 с.
5. *Брудастова М.А.* Новые типы рыбноводных хозяйств / М.А. Брудастова Р.И. Вишнякова. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 166 с.
6. *Исаев А.И.* Проектирование и эксплуатация гидросооружений рыбноводных хозяйств / А.И. Исаев, Ф.М. Суховерхов, П.С. Чернов. – М.: Пищепромиздат, 1956. – 267 с.
7. *Иванов А.П.* Рыбоводство в естественных водоемах. – М.: Агропромиздат, 1988. – 367 с.
8. *Каспин Б.А.* Проектирование и строительство рыбноводных хозяйств / Б.А. Каспин, З.М. Киппер, Г.Н. Михалченков, А.И. Морев, П.Г. Чернов, В.П. Шорков. – М.: Пищ. пром-сть, 1964. – 361 с.
9. *Казарновский Ю.Э.* Пруды и водоемы. Проектирование, строительство, эксплуатация. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 198 с.
10. *Малеванчик Б.С.* Рыбопропускные рыбозащитные сооружения / Б.С. Малеванчик, И.В. Никоноров. – М.: Пищ. пром-сть, 1984. – 256 с.
11. *Мухачев И.С.* Озерное рыбноводство. – М.: ВО «Агропромиздат», 1989. – 161 с.
12. *Мухачев И.С.* Озерное рыбноводство: учеб. – Тюмень: ТГСХА, 2006. – 304 с.

13. *Орлова З.П.* Рыбохозяйственная гидротехника. – М.: Пищ. пром-сть, 1978. – 270 с.
14. *Орлова З.П.* Гидротехнические сооружения в рыбоводных прудовых хозяйствах. – М.: Росвузиздат, 1963. – 137 с.
15. *Попов К.В.* Гидротехнические сооружения. – М.: Сельхозиздат, 1956. – 517 с.
16. *Шабанов А.Д.* Пруды в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1977. – 192 с.
17. *Черков П.Г.* Гидротехнические сооружения на рыбоводных прудах / П.Г. Черков, Ф.М. Суховерхов. – М.: Колос, 1967. – 133 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Гидротехника и рыборазведение	4
2. Гидрологические и водохозяйственные расчеты в строительстве рыбоводных хозяйств	16
2.1. Границы и характеристика водосборной площади.....	16
2.2. Норма стока	18
2.3. Изменчивость годового стока	19
2.4. Расчет максимального стока	20
2.5. Водохозяйственные расчеты.....	22
3. Низконапорные земляные плотины и дамбы прудов.....	29
3.1. Земляные плотины	32
3.2. Дамбы прудов	44
3.3. Крепление откосов плотин и дамб	46
4. Водосбросные сооружения	48
4.1. Водосбросы автоматического действия.....	49
4.2. Управляемые водосбросные сооружения с затворами	60
4.3. Комбинированный водосброс.....	61
5. Водоподводящие сооружения.....	64
5.1. Водоподающие каналы.....	64
5.2. Водоснабжающие лотки	73
5.3. Трубопроводы.....	73
5.4. Головные водозаборные и сопрягающие сооружения	74
5.5. Переходные сооружения	75

6.	Водовыпускные сооружения	78
6.1.	Донные водоспуски	78
6.2.	Рыбоуловители.....	88
6.3.	Сеть рыбосборно-осушительных канав.....	91
6.4.	Водоотводящие каналы.....	93
7.	Гидротехнические сооружения с механическим подъемом воды.....	95
8.	Рыбозаградительные, рыбозащитные и рыбопропускные сооружения	98
8.1.	Рыбозаградительные сооружения.....	98
8.2.	Рыбозащитные сооружения.....	101
8.3.	Рыбопропускные сооружения	106
9.	Гидротехнические сооружения рыбоводных хозяйств	110
9.1.	Садковые хозяйства.....	113
9.2.	Бассейновые хозяйства	116
9.3.	Инкубационный цех	118
9.4.	Энергобиокомплексы.....	120
10.	Эксплуатация гидросооружений.....	123
10.1.	Общие мероприятия по уходу за гидросооружениями	123
10.2.	Земляные плотины и дамбы	125
10.3.	Каналы	126
10.4.	Донные водоспуски	127
10.5.	Паводковые водосбросы	129
10.6.	Водовыпуски, регуляторы	130
10.7.	Пропуск весеннего паводка.....	130
10.8.	Текущий и капитальный ремонт	132

11. Изыскания и проектирование рыбоводных хозяйств.....	135
11.1. Требования к площадкам.....	136
11.2. Изыскания на выбранной площадке.....	140
11.3. Состав проектной документации.....	143
12. Рыбохозяйственная мелиорация.....	147
12.1. Мелиорация прудов	147
12.2. Мелиорация естественных водоемов	165
12.3. Мелиорация специального назначения.....	172
Приложение	178
Библиографический список.....	187

Моисеев Николай Николаевич
Белоусов Павел Васильевич

**Рыбохозяйственная гидротехника
с основами мелиорации**

Учебное пособие

Редактор Т.К. Коробкова
Компьютерная верстка Э.Е. Полякова

Подписано в печать 20 декабря 2010 г. Формат 60×84¹/₁₆.
Тираж 100 экз. Объем 9,0 уч.-изд. л., 12 усл. печ. л.
Изд. № 109. Заказ № 235.

Отпечатано в издательстве НГАУ «Золотой колос»
630009, РФ, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, оф. 106.
Тел. / факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru