

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра «Водные биоресурсы и марикультура»

Кулиш А.В.

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ГИДРОТЕХНИКА

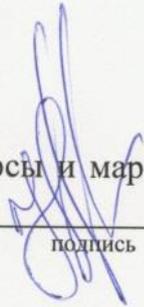
Конспект лекций
для студентов направления подготовки
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» очной и заочной форм обучения

Керчь, 2016 г.

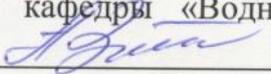
УДК 626.88

Составитель:

Кулиш А.В., канд. биол. наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы и марикультура»
ФГБОУ ВО «КГМТУ»

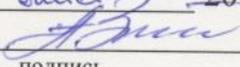

_____ подпись

Рецензент: Золотницкий А.П., доктор биол. наук, профессор кафедры «Водные
биоресурсы и марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ»


_____ подпись

Конспект лекций рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Водные биоресурсы и
марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ»,

протокол № 8 от 10 мая 2016 г.

Зав. кафедрой _____  А.П. Золотницкий
подпись

Конспект лекций утвержден и рекомендован к публикации
на заседании методической комиссии ТФ ФГБОУ ВО «КГМТУ»,
протокол № 1 от 28 августа 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Ведение	5
1 Основы рыбохозяйственной гидротехники	7
1.1 Введение в рыбохозяйственную гидротехнику. Общие сведения о рыбоводных хозяйствах.	7
1.1.1 Введение в рыбохозяйственную гидротехнику.	7
1.1.2 Общие сведения о рыбоводных хозяйствах.	11
1.2 Рыбохозяйственные гидротехнические сооружения. Назначение, типы, устройство и техническая характеристика.	19
1.2.1 Рыбохозяйственные гидротехнические сооружения.	19
1.2.2 Плотины и дамбы рыбоводных хозяйств.	22
1.2.3 Водопропускные сооружения при плотинах.	35
1.2.4 Сооружения водоснабжения и водоотведения.	50
1.2.5 Специальные сооружения рыбоводных хозяйств.	64
1.2.6 Рыбозаградительные сооружения.	66
1.2.7 Рыбозащитные сооружения (РЗС).	67
1.2.8 Рыбопропускные сооружения (РПС).	75
1.2.9 Специальные гидротехнические сооружения рыбоводных заводов.	91
1.3 Рыбохозяйственное строительство. Порядок проектирования, биологическое и техническое обоснование, состав проектной документации, объемы работ, затраты на строительство.	95
1.3.1 Техническое обоснование рыбохозяйственного строительства.	95
1.3.2 Расчет затрат материалов и средств на рыбохозяйственное строительство.	100
1.4 Строительные и ремонтные работы в рыбоводных предприятиях. Основные материалы, порядок и методы проведения работ.	103
1.4.1 Строительные и ремонтные работы в рыбоводных предприятиях.	103
1.4.2 Основные материалы, порядок и методы проведения работ.	107
1.5 Эксплуатация гидротехнических сооружений. Основные положения, виды и приемы работ.	119
1.6 Рыбохозяйственная мелиорация прудов, естественных водоемов и водоемов комплексного назначения. Основные положения, виды и приемы работ.	126
1.6.1 Рыбохозяйственная мелиорация прудов.	126
1.6.2 Рыбохозяйственная мелиорация естественных водоемов и водоемов комплексного назначения.	130
1.7 Проектирование рыбоводных предприятий: рыбохозяйственные расчеты.	134
1.7.1 Технологические понятия и термины в рыбохозяйственном проектировании.	134
1.7.2 Лимитирующие факторы при проектировании рыбоводных предприятий. Особенности расчетов.	136
1.8 Проектирование рыбоводных предприятий: выбор места под	137

	строительство рыбоводного хозяйства, планирование гидротехнических сооружений на местности. Технологические требования к участку расположения проектируемого рыбоводного предприятия.	
1.9	Проектирование рыбоводных предприятий: расчет гидротехнических сооружений.	140
1.9.1	Технические и технологические правила проектирования плотины головного пруда и рыбоводных прудов.	140
1.9.2	Проектирование гидроузла плотины головного пруда.	143
1.9.3	Проектирование рыбоводных прудов и сооружений на них.	146
1.9.4	Проектирование водоподающей и водоотводящей системы хозяйства.	148
1.10	Проектирование рыбоводных предприятий: гидрологические расчеты и водохозяйственный баланс.	153
1.10.1	Требования к источнику водоснабжения при проектировании рыбоводных предприятий.	153
1.10.2	Водохозяйственный баланс рыбоводного предприятия.	156
	Список рекомендованной литературы.	167

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Рыбохозяйственная гидротехника» относится к циклу профессиональных дисциплин программы бакалавриата по направлению 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура». Изучение данной дисциплины занимает одну из ключевых ролей в формировании профессионализма будущего специалиста - практика в аквакультуре. Ведь содержание и выращивание ни одного из её объектов, невозможно без использования широкого набора разнообразного по устройству специализированного рыбохозяйственного оборудования и сооружений.

В современных условиях успешное изучение данной дисциплины имеет важное значение в подготовке бакалавров к самостоятельной производственно-технологической, организационно-управленческой и проектной деятельности практической аквакультуре. Одной из основных областей будущей профессиональной деятельности требующей от будущих специалистов соответствующих широких профессиональных знаний и практических навыков в эксплуатации рыбохозяйственных гидротехнических сооружений.

Дисциплина «Рыбохозяйственная гидротехника» является одной из базовых дисциплин, предшествующих изучению в бакалавриате курсов «Прудовое рыбоводство», «Индустриальное рыбоводство», «Пастбищная аквакультура», «Специальная марикультура» и «Фермерское рыбоводство». Кроме того, данная дисциплина предшествует изучению в магистратуре дисциплин «Технические средства аквакультуры» и «Интенсивные технологии в аквакультуре».

Основной целью изучения указанной дисциплины является формирование у студентов необходимых достаточных теоретических и практических знаний по техническому обоснованию и проектированию рыбоводных хозяйств, о конструкциях и эксплуатации рыбоводных и сопутствующих им гидротехнических сооружений, организации гидротехнической службы в рыбохозяйственных предприятиях. При изучении дисциплины «Рыбохозяйственная гидротехника» перед студентами ставятся следующие задачи:

- изучение экологических и санитарно-гигиенических требований к земельным участкам для строительства рыбохозяйственных предприятий, гидрологических условий необходимых для оптимального функционирования рыбных хозяйств, освоение принципов и задач применения гидротехнических сооружений в рыбоводстве;

- получение знаний и навыков проектирования рыбоводных хозяйств: выбора конструкции и места расположения гидротехнических сооружений, расчета состава и структуры искомого прудового фонда, трассирования водоподающих и водоотводящих каналов, составления водохозяйственного баланса, работы с топографическими картами и генеральными планами, расчета объемов земляных работ, гидротехнических расчетов сооружений и прочее;

- освоение принципов и задач применения гидротехнических сооружений в рыбоводстве, организацию и функционирование водосбросов, водозаборных и водоподающих сооружений и сетей, ледозащитных, рыбозаградительных и рыбопропускных сооружений, сбросных (водоотводящих) сетей и других ГТС рыбоводных хозяйств;

- знание основных строительных материалов и работ в рыбохозяйственной гидротехнике;

- изучение основ, принципов и технических методов рыбохозяйственной мелиорации естественных и искусственных водоемов;
- изучение основ, принципов и приемов эксплуатации, текущего ухода и ремонта гидротехнических сооружений, надзорных мероприятий за их техническим состоянием.

По результатам освоения дисциплины «Рыбохозяйственная гидротехника» студент должен соответствовать следующим выходным требованиям:

- знать: основы хозяйственной и правовой деятельности на водоемах; основы проектирования рыбоводных заводов, нерестово-выростных хозяйств, рыбоводных хозяйств по выращиванию товарной рыбы; задачи и цели гидротехники в целом и рыбохозяйственной гидротехники в частности; классификацию и назначение гидротехнических сооружений; устройство и порядок технических расчетов рыбохозяйственных гидротехнических сооружений (гидроузлов, плотин и дамб, водопропускных сооружений при плотинах, водосбросных сооружений, льдозащитных устройств, рыбозаградительных, рыбозащитных и рыбопропускных сооружений, водоподающей системы и сооружений на ней, регулирующих сооружений на каналах, переходных и сопрягающих сооружений, водоспускных сооружений, сооружений рыбосборно-осушительной системы прудовых рыбоводов, вспомогательных и сопутствующих сооружений в рыбоводстве, гидротехнических сооружений рыбоводных заводов и нерестово-выростных хозяйств); порядок выполнения технического обоснования и проектирования рыбохозяйственного строительства, состав и требования к проектной документации; строительные работы и строительные материалы, применяемые при строительстве рыбохозяйственных предприятий; правила, порядок и приемы технической эксплуатации, ухода и текущего ремонта гидротехнических сооружений, пропуска высоких весенних и ливневых вод; значение и методы рыбохозяйственной мелиорации; правила и приемы эксплуатационной гидрометрии.

- уметь: использовать методологию проектирования предприятий аквакультуры; использовать нормативные и технологические документы, СНиПы, технологические справочники, правовые документы по охране окружающей природной среды при выполнении заданий по рыбохозяйственной гидротехнике; выполнять гидрологические расчеты; рассчитывать и проектировать основные параметры и элементы рыбохозяйственных гидросооружений и рыбоводных предприятий; организовать мелиоративные работы на рыбоводном предприятии, эксплуатацию, текущий уход и ремонт гидротехнических сооружений, надзорных мероприятий за их техническим состоянием, пропуск высоких паводковых и ливневых вод.

- владеть: методами: рыбоводно-биологического обоснования технологической схемы искусственного воспроизводства и выращивания гидробионтов; проектирования рыбоводных хозяйств; построения гидрографа источника водоснабжения; определения средней глубины рыбоводного пруда; проектирования плотин, дамб и магистральных каналов; выбора конструкции и места расположения гидротехнических сооружений; расчета состава и структуры искомого прудового фонда; трассирования водоподающих и водоотводящих каналов; выполнения водохозяйственных расчетов и составления водохозяйственного баланса; работы с топографическими картами и генеральными планами; расчета объемов земляных работ.

1. ОСНОВЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ГИДРОТЕХНИКИ

1.1 Введение в рыбохозяйственную гидротехнику. Общие сведения о рыбоводных хозяйствах.

1.1.1 Введение в рыбохозяйственную гидротехнику.

Введение. Гидротехническое строительство, направления, задачи. Рыбохозяйственная гидротехника: цели и задачи, связь с другими рыбохозяйственными дисциплинами. Из истории развития гидротехники.

Гидротехника - отрасль науки и техники, решающая задачи водного хозяйства.

Вода необходима для всех жизненных процессов на земле. Снабжение водой – одна из важнейших проблем в хозяйственной деятельности человека, проблем дальнейшего развития человечества.

Отрасль народного хозяйства, которая занимается вопросами изучения, учета, распределения и комплексного использования водных ресурсов для нужд общества и государства называется **водным хозяйством**.

В современных условиях довольно четко отделились следующие основные направления, или отрасли водного хозяйства: *гидромелиорация, обводнение пастбищ и водоснабжение сельскохозяйственного производства, гидроэнергетика, водный транспорт, рыбное хозяйство, регулирование русел рек, водоснабжение и канализация.*

С водным хозяйством также тесно связано проведение специальных санитарных и оздоровительных мероприятий, как например, осушение заболоченных местностей, прилегающих к населенным пунктам, строительство водных бассейнов, пунктов спортивного рыболовства и пляжей для массового отдыха трудящихся и др.

Неравномерность водного стока по годам и сезонам затрудняет удовлетворение потребностей народного хозяйства в воде. В целях регулирования расходов и уровней воды в водотоках необходимо сознательное вмешательство человека, которое выражается в постройке ряда искусственных сооружений, создающих запасы воды, регулирующих уровни воды в водотоках, не допуская бесполезного бурного паводкового сброса воды.

Различные инженерные сооружения, которые необходимы для проведения водохозяйственных мероприятий, называются *гидротехническими сооружениями (ГТС)*.

Гидротехника тесно связана с такими науками, как гидрология и гидравлика, геология и гидрогеология, геодезия, строительная механика, строительные материалы и конструкции, организация и технология строительного производства и т.д.

Наиболее тесная связь гидротехники с гидрологией, так как для правильного использования естественных водных ресурсов необходимо знать их режим, выполнять водохозяйственные расчеты, решать вопросы, связанные с регулированием жидкого и твердого стока, определять размеры водохранилищ и уровни воды в них, и т.д.

Не менее тесную связь гидротехника имеет с гидравликой, которая изучает законы движения русловых и подземных потоков и тем самым позволяет выяснить картину взаимодействия водного потока и сооружения.

Крайне необходимы данные геологии, позволяющие установить характер грунтов в районе расположения ГТС и саму возможность возведения сооружения на данном участке; гидрогеологии, изучающей режим грунтовых вод и его изменение после строительства ГТС; геодезии, дающей возможность получить данные о рельефе участка.

Задачи гидротехники:

- использование энергии воды, преобразуя ее в механическую и электрическую;
- улучшение режима водотока (мелиорация), орошение (ирригация) и осушение болот;
- дноуглубительные работы, строительство судоходных каналов, шлюзов, гаваней и портов в целях улучшения условий судоходства и сплава по рекам и озерам;
- обводнение и водоснабжение городов, колхозов, совхозов и их хозяйств;
- устройство канализации и очистных сооружений в городах, промышленных пунктах и на промышленных предприятиях с целью улучшения качества воды питьевой и в водотоках;
- строительство рыбопитомников и рыбных хозяйств необходимых для искусственного разведения и выращивания рыбы (гидробионтов) в водохранилищах и прудах;
- строительство рыбопропускных сооружений на пути рыб на нерест; мелиорация нерестовых и выростных площадей и другие мероприятия, направленные на воспроизводство рыбных запасов страны.

Цель и задачи рыбохозяйственной гидротехники – выбор и обоснование рыбохозяйственных мероприятий, а также изыскания, проектирование, возведение, эксплуатация и исследование гидротехнических сооружений.

Из истории развития гидротехники.

В истории развития человечества вода играла огромную роль. Водные потоки и естественные водоемы использовались для питьевого водоснабжения, орошения земель, служили путями сообщения и т.д.

В первобытные времена строительство водохозяйственных сооружений скорее было искусством, чем инженерным делом, но тем не менее, уже тогда в этой области были достигнуты значительные успехи. Об этом свидетельствуют сохранившееся вплоть до наших дней остатки, построенных в те отдаленные времена ГТС: каналов, водопроводов, несамоходных судов и так далее.

Начало искусственного орошения земель относится к глубокой древности. Известно, например, что орошение было развито в Египте (в долине реки Нила) за 4400 лет до нашей эры и в Китае (на реке Янцзы) за 2280 лет до нашей эры.

Орошение применялось еще около 10 тысяч лет назад в долинах реки Амударьи, Сырдарьи и Зеравшана, в районах Закавказья и в Крыму. В Средней Азии особое внимание привлекают грандиозные ирригационные каналы, следы которых сохранились на территории Туркмении, Южного Казахстана, Киргизии и в других местах. Некоторые каналы, построенные много веков тому назад,

сохранились до наших дней и даже продолжают работать, например, арык Зах, Сайрамская оросительная система, ряд каналов бассейна р. Таласс и др.

Необходимость *защиты земель от наводнений* и берегов от разрушений вызвала к жизни регулирование русел рек, например, Тигра и Евфрата за 500 лет до н.э., обвалование территорий современной Голландии за 2000 лет до н.э..

За 4000 - 3000 лет до н.э. существовали водопроводы и артезианские колодцы в городах Вавилона; за 6 веков до н.э. в Риме были построены водопровод и канализация, развалины которых сохранились до наших дней; на месте г. Еревана, где в IX - VIII веках до н.э. существовал г. Эрбуни, были найдены следы водопровода из туфовых камней.

Начало строительства плотин также относится к очень древним временам. Еще за 4000 лет до н.э. была построена каменная плотина в Египте (у Кошейш), земляные плотины (в Индии, Китае, Месопотамии) строили еще раньше.

Строительство первых судоходных сооружений относится примерно к тому же периоду: известно, что порты древних римлян достигали большого совершенства; канал от р. Нил к Красному морю существовал за 610 лет до н.э. и др.

Водохозяйственное строительство в России началось более тысячи лет назад.

Гидромелиоративное строительство в дореволюционной России находилось в запущенном состоянии. Площадь мелиорированных земель по данным 1913 г. достигала 6,8 млн га, из них орошаемых 3,96 млн га и осушенных – 2,8 млн га. Однако следует отметить, что из 6,7 миллионов га, охваченных основными видами мелиораций, более чем за 300 летний период было освоено лишь 1,5 млн га, а остальные 5,2 были освоены в результате многовековой деятельности самого народа. К моменту революции 1917г. оросительные системы с земельным фондом ~3,5 млн га находились в полуразрушенном состоянии. Часть земель – заболочена, засолена и выпала из сельхозоборота.

Орошение новых земель за государственный счет проводилось в хлопководческих районах Ср. Азии и Закавказья.

Обводнение и сельскохозяйственное водоснабжение в царской России в основном базировалось на шахтных колодцах с ручным подъемом воды.

Использование водной энергии в древние времена производилось посредством водяных колес. В Киевской Руси водяные мельницы были известны в IX – XIII веках.

В XVIII веке, в эпоху Петра I, в связи с мощным подъемом русской промышленности, водяные колеса широко применялись в качестве двигателя в горнорудной промышленности, для приведения в движение кузнечных мехов, для различных машин и станков.

Было построено более 200 больших заводских плотин на Урале, Алтае, в Карелии, Забайкалье и в центральных районах России.

Водные пути в истории развития России имели очень большое значение. Древнейшие русские города – Киев на Днепре и Новгород на Волхове располагались на судоходных реках. Еще в период Киевской Руси (IX-XII вв) был известен водный путь “Из варяг в греки”. Этот путь тянулся через всю Россию – с севера на юг, соединяя Балтийское море с Черным. Значительное развитие строительство водных путей получило при Петре I.

В этот период наряду с гидросиловыми установками велось крупное по тому времени строительство водных путей. Были выполнены первые работы по

улучшению судоходных условий рек Оки и Упы, соединена река Волга с Балтийским морем Вышневолоцкой системой через реки Тверцу, Цну, Мсту, озеро Ильмень и реку Волхов (1703 – 1722 гг). Были начаты работы по устройству канала в обход Ладожского озера и даже по соединению Волги с Доном.

В конце XVIII – начале XIX веков был построен еще ряд судоходных систем и соединений. Однако указанные искусственные водные пути строили в расчете на суда небольших размеров, шлюзы были деревянные, а техническое оборудование водных путей крайне примитивным. Даже в конце XIX века суда тянули люди и лошади. Большинство указанных систем к началу становления Советской власти в России значительно устарело и нуждалось в коренной реконструкции.

Первые *рыбоводные искусственные пруды* создаются в XIII веке. Считается, что самыми первым искусственным рыбоводным прудом является пруд в Троице-Сергиевой лавре (г. Сергиев - Посад). В XVI веке при Борисе Годунове в Царицыне был построен пруд площадью 80 га, глубиной до 18 м, существующий до сих пор, называемый Борисовским. Позже, по проекту Баженова, здесь была построена плотина из камня на растворе.

В XVIII веке и в начале XIX века в трудах А. Т. Болотова встречаются рекомендации по постройке, оборудованию и ремонту прудов, об аэрации воды в зимних условиях, о борьбе с зарастанием и заилением прудов и другие рекомендации. В 1855г. В.П. Врасский в селе Никольском на реке Пестовке (бывшей Новгородской губернии) построил первый в России рыбоводный завод с русловыми прудами, созданными путем преграждения реки плотинами.

К 1915г. в России существовали отдельные пруды и прудовые хозяйства в помещичьих имениях и монастырях. В монастырских прудах были донные водоспуски - “монахи” из дерева и камня. Начало интенсивного развития рыбоводства относится к 1930-1940гг., когда было построено большое количество рыбоводных предприятий с деревянными ГТС (только частично из бетона).

В 40-50 гг. XX века ГТС в рыбоводных хозяйствах, на рыбоводных заводах и других предприятиях, стали строить из монолитного и сборного железобетона по разработанным типовым проектам. В 60-80 гг. получило развитие устройство крупных рыбоводных предприятий, площадью 1000-7000 га. Сейчас в стране порядка 300 рыбоводных хозяйств, из них 40 форелевых.

Для разведения и выращивания частиковых и осетровых рыб построены рыбоводные заводы и нерестово-выростные хозяйства в низовьях Волги, Дона и Кубани. Получило развитие создание хозяйств на теплых водах ТЭС и АЭС.

Сегодня каждое водоподпорное сооружение выполняет многоплановую, комплексную задачу.

К мероприятиям, связанным с возведением гидроузлов и обеспечивающим воспроизводство рыбных запасов, относятся: обеспечение пропуска рыбы к местам нереста из нижнего в верхний бьеф, строительство рыбоводных заводов и нерестово-выростных хозяйств, создание новых нерестилищ.

Вопросы для самоконтроля:

1. Гидротехника: история развития, предмет, задачи, направления деятельности.
2. Рыбохозяйственная гидротехника: предмет, задачи в рыбоводстве.
3. История развития гидротехники в общем и рыбохозяйственной гидротехники в частности.

Рекомендованная литература: [1], [2], [18], [22], [23], [40], [41].

1.1.2 Общие сведения о рыбоводных хозяйствах.

Рыбоводные хозяйства. Типы и системы хозяйств. Схемы хозяйств и категории прудов. Схема компоновки хозяйств. Группы прудов. Категории прудов. Виды рыбоводных хозяйств и их краткая характеристика. Прудовые полносистемные карповые и форелевые хозяйства. Рыбопитомники. Рыбоводные заводы и нерестово-выростные хозяйства. Озерные товарные рыбные хозяйства. Бассейны рыбоводных хозяйств индустриального типа. Предприятия по воспроизводству рыбных запасов: осетровые рыбоводные заводы, лососевые рыбоводные заводы, сиговые рыбоводные заводы, рыбцовые рыбоводные заводы, нерестово-выростные хозяйства. Лиманные рыбные хозяйства. Специальные рыбные хозяйства на рисовых чеках и торфяных выработках.

Рыбоводные хозяйства. Типы и системы хозяйств.

Рыбоводные хозяйства по своему назначению делятся на два основных типа; *тепловодные и холодноводные.*

К *тепловодным* относятся карповые хозяйства, к *холодноводным* форелевые. Рыбоводные хозяйства обоих типов могут быть:

- *прудовыми* (рыбу выращивают в основном в прудах);
- *садковыми* (рыбу выращивают в сетчатых садках, опущенных в водоем);
- *бассейновыми* (рыбохозяйственный процесс осуществляется в бассейнах, изготовленных из железобетона, металла или полимерных материалов).

По характеру производственных процессов и выпускаемой продукции тепловодные прудовые рыбоводные хозяйства подразделяются на *товарные и племенные типы.*

Товарные представляются: рыбопитомниками; нагульными хозяйствами;

- полносистемными хозяйствами;
- племенными и селекционно-племенными хозяйствами.

Рыбопитомники – прудовые рыбоводные хозяйства, специализирующиеся на выращивании посадочного материала (личинок, мальков, сеголеток и годовиков, а в отдельных случаях и двухлеток).

Нагульные прудовые рыбоводные хозяйства предназначены для выращивания товарной рыбы. В зависимости от продолжительности выращивания рыбы в хозяйстве - от икринки до заданной товарной массы. Различают хозяйства с *однолетним, двухлетним и трехлетним оборотом.*

В настоящее время, в связи с переходом в ряде районов страны на трехлетний оборот, эксплуатирование нагульного хозяйства несколько усложнилось за счет появления в нем новых категорий прудов (выростных второго порядка, зимовальных) и увеличение продолжительности выращивания рыбы на один год.

Полносистемные прудовые хозяйства служат для выращивания как рыбопосадочного материала, так и товарной рыбы, то есть несут в себе признаки *рыбопитомника и нагульного хозяйства.* Это основной и наиболее рациональный тип рыбоводного хозяйства, в котором выращивание рыбы осуществляется от икринки до товарных размеров. Как правило, это крупные механизированные предприятия, выпускающие большое количество товарной рыбы, при этом *питомная* часть такого хозяйства может, помимо обеспечения собственных

нагульных прудов, выпускать товарный *рыбопосадочный материал* для других рыбоводных предприятий.

Племенные хозяйства (племярассаdnики) специализируются на разведении и выращивании племенных производителей, которые затем поставляются в рыбовитомники полносистемных трудовых хозяйств. Кроме того, в России имеются *селекционно-племенные рыбоводные хозяйства*, основная цель которых – выведение новых высокопродуктивных видов рыб.

Схемы хозяйств и категории прудов

Общая схема расположения и состав рыбоводного хозяйства по категориям прудов *определяется*, прежде всего, принятой в нем *технологией выращивания рыб* и зависит:

- от источника водоснабжения;
- топографии площади, на которой размещается хозяйство; климата района;
- специфических факторов учитываемых при проектировании и строительстве.

Схема компоновки хозяйств

Различают четыре основных типовых схемы компоновки хозяйств.

I схема – *каскадное расположение прудов, растянутых по длине реки с зависимым водоснабжением.*

Строится на реках, ручьях, оврагах и балках, не имеющих развитой поймы; пруды неодинаковой формы и площади, с зависимым водоснабжением, когда каждый нижележащий пруд наполняется водой из вышележащего. В большинстве случаев по такой схеме строят *нагульные* хозяйства, предназначенные для выращивания товарной рыбы из привозного посадочного материала.

Следует учитывать, что каскадное расположение прудов приводит к значительному увеличению сроков опорожнения и облова прудов, увеличивает опасность распространения эпизоотий (широкое распространение заразных болезней), а при значительной мощности водоисточника вызывает удорожание строительства, так как здесь каждый пруд имеет свою плотину, паводковый водосброс и донный водоспуск. При недостаточной мощности водоисточника каскадное расположение прудов дает возможность многократного использования воды за счет последовательного пропуска из вышележащих прудов в нижележащие. Пример такого решения – передовое предприятие бывшего СССР – “Донрыбкомбинат”.

II схема – *пойменное расположение прудов, обвалованных с трех-четырех сторон, имеющих заданные размеры, оптимальные глубины и независимую систему водоснабжения и опорожнения.*

Компоновочные решения схемы хозяйства с одними пойменными прудами применяются, как правило, при механической системе подачи воды и связано в основном с использованием в качестве водоисточников: крупных рек, водохранилищ и каналов (Рис. 1).

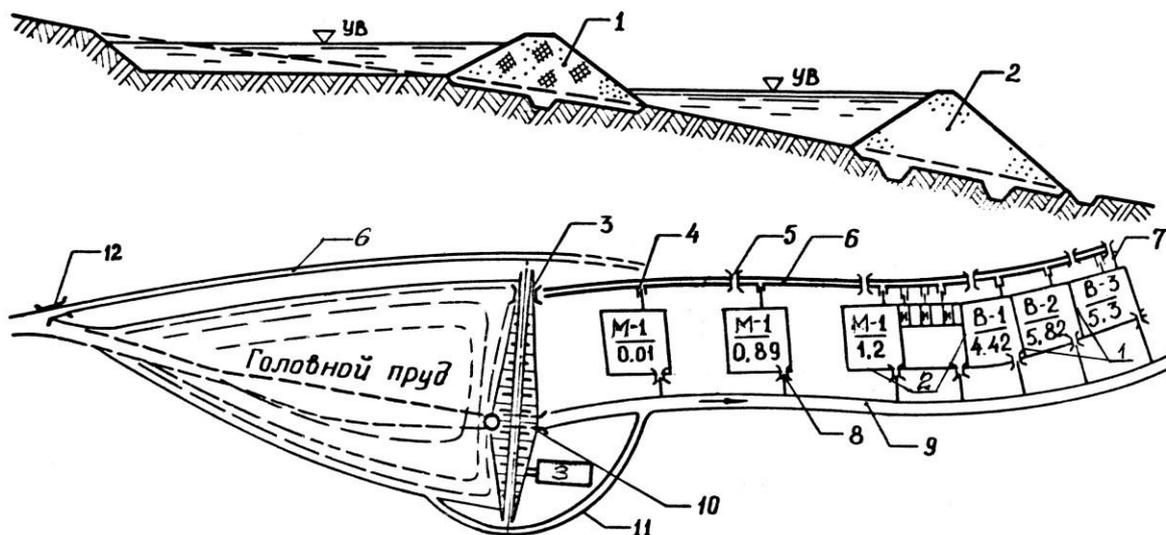


Рисунок 1 - Схема пойменного расположения прудового хозяйства. Наименование прудов: К - карантинный; 3 - зимовальный; М - маточный; В - выростной; Н - нерестовый.

1 - разделительная дамба; 2 - контурная дамба; 3 - плотинный водозабор; 4 - открытый водовыпуск из канала в пруды; 5 - регулятор; 6 - магистральный канал; 7 - водоподающий канал (лоток); 8 - донный водосброс; 9 - река (канал); 10 - шахтный водосброс; 11 - водосбросный земляной канал; 12 - бесплотинный водозабор.

III схема – комбинированная схема компоновки, при которой русло реки используют для размещения нескольких русловых прудов, а на пойме – располагают пойменные пруды (чаще всего питомные).

При самоточной подаче воды строят, по крайней мере, один русловый пруд, расположенный выше остальных, являющийся головным и обеспечивающим водой все хозяйство. При этом подача в пойменные пруды осуществляется независимо через разветвленную сеть каналов. Такая схема является классической и встречается наиболее часто.

IV схема – веерная схема расположения прудов (радиальная), при которой: уменьшается длина и разветвленность каналов водоподающей и сбросной сети, а также внутрихозяйственных дорог, компактным расположением в одном месте всех зданий и сооружений, облегчающим их обслуживание, механизацию и автоматизацию.

При такой компоновке пруды имеют неправильную трапециевидную форму. Подача и сброс воды осуществляются в одной точке. Радиальная схема компоновки особенно удобна в том случае, когда при спуске прудов требуется механическая откачка воды (при подтоплении сбросной сети осенними паводками).

Группы прудов

Все пруды по своему назначению делятся на 4 группы:

- водоснабжающие – головные, резервные, согревательные, пруды - отстойники;
- производственные – нерестовые, мальковые, выростные, зимовальные, нагульные, летние, зимние маточные и ремонтные;
- санитарно-профилактические – карантинно-изоляционные;
- подсобные – пруды - садки.

Согласно действующим нормам технологического проектирования прудовых рыбоводных хозяйств, все пруды независимо от назначения должны быть полностью *спускными*.

Категории прудов

Категории прудов специального назначения определяются особенностями принятой в хозяйстве технологии.

Категории прудов: *летние и зимние, изоляторы, карантинные пруды, головные и резервные пруды:*

- *Летние пруды:* нерестовые, мальковые, выростные, нагульные, маточные.
- *Зимние пруды:* зимовальные.
- *Изоляторы:* куда отсаживают заболевшую рыбу.
- *Карантинные пруды:* для выдерживания рыбы, привезенной из других хозяйств.

Основными характеристиками каждой из категорий прудов являются:

Маточные летние и зимние пруды используют для летнего и зимнего содержания производителей и ремонтного молодняка. Размеры отдельных прудов и суммарная их площадь зависят от численности производителей ремонтного стада. Площадь одного пруда обычно не менее 0,2 га. Продолжительность наполнения – одни сутки.

Нерестовые пруды предназначены для нереста производителей. Выклюнувшихся из икры личинок содержат в нерестовых прудах до перехода на активное питание (3-5 дней). Площадь – 0,1 – 0,2 га, средняя глубина – 0,4 – 0,5 м, максимальная глубина у донного водоспуска 1,1 м. Зона с глубиной 0,2 – 0,3 метра, где происходит нерест, должна занимать 40% - 50% площади пруда. Соотношение сторон 1:2 – 1:3. Обязательное требование – наличие в ложе пруда мягкой луговой растительности и отсутствие заболоченности. Нерестовые пруды имеют независимое водоснабжение и опорожнение, располагаются вдали от дорог, прогонов скота, жилых зданий, на защищенных от ветра участках. Эти пруды должны быть защищены от попадания в них “сорной” рыбы и конкурентов выращиваемой молоди. Продолжительность их наполнения - 0,1 суток.

Мальковые пруды предназначены для подращивания личинок, пересаживаемых из нерестовых прудов или из инкубационного цеха (при заводском методе выращивания). Подращивание личинок происходит в течении 15-18 дней. Площадь пруда 0,2-1,0 га. Средняя глубина 1,0-1,5 м, максимальная глубина у донного водоспуска - 1,5 м. Продолжительность наполнения – 0,2-0,5 суток.

Выростные пруды предназначены для выращивания сеголетков. Продолжительность эксплуатации выростных прудов - в течении вегетационного периода - составляет 60-80 дней. Пруды располагают на незаболоченных и незаторфованных участках с наиболее продуктивными почвами.

Устройство выростных прудов в русле реки не рекомендуется! Размещение их на водотоке допускается только при отсутствии хищных рыб, а также при отсутствии больших паводков. Площадь пруда 10-15 га, средняя глубина воды – 1,0-1,5 м, максимальная глубина 1,5-2,0 м, допустимая площадь мелководий (с глубиной до 0,5 м) составляет 5%, с глубиной ~1,5 м – 65-70% площади. Продолжительность их наполнения 10-15 суток.

Нагульные пруды используют для выращивания товарной рыбы. Могут быть русловыми или пойменными и располагаться на заболоченных и заторфованных землях или на низинных торфяных залежах. Оптимальная площадь – 50-100 га, при обосновании допускается 150 га, средняя глубина при ровной площадке 1,3 – 2,2 м. Допускается площадь мелководий с глубиной до 0,5 м – 10%. В нагульных прудах допускают зависимую подачу, а также сброс воды через смежные пруды. Нагульные пруды могут базироваться как на источниках водоснабжения, обеспечивающих наполнение и постоянную подпитку всего хозяйства, так и на источниках, обеспечивающих только их наполнение. Продолжительность наполнения – 15 суток, максимально – 35 суток.

Зимовальные пруды служат для зимнего содержания сеголетков или двухлетков (при трехлетнем содержании), а также маточного и ремонтного поголовья (зимние маточные и зимние ремонтные пруды).

Располагаются в непосредственной близости от водоисточника, на участке, исключающем возможности заболачивания фильтрационными водами из других прудов. Обычно это копаные пруды с глубиной непромерзающего слоя воды 1,0-1,2. Лучшие грунты для ложа зимовального пруда - суглинки или жирные глины. Дно пруда должно быть хорошо спланировано в сторону водоспуска с уклоном 0,001. Площадь прудов 0,5-1,0 га.

Зимовальные пруды размещают ниже створа головной плотины в непосредственной близости от плотины. Пруды можно располагать в выемке, насыпи или в полувыемке - полунасыпи. Отметка дна зимовального пруда должна быть выше УВ водоприемника или равна ей. Это необходимо для того, чтобы весной не затруднять выемку рыбы при пересадке в другие пруды и обеспечить *полное осушение ложа пруда в летний период*.

Зимовальные пруды могут быть и искусственные, выполненные из бетона и облицованные плиткой. Продолжительность их наполнения 0,5 - 1,0 сутки.

Головные пруды предназначены для накопления воды и последующей ее самотечной подачи в систему производственных прудов. Место расположения головного пруда выбирают с таким расчетом, чтобы горизонт воды в нем был выше (командовал) горизонта воды всех производственных прудов.

Головные пруды создают путем сооружения на реках – источниках водоснабжения хозяйства – подпорных плотин с паводковыми водосбросами и донными водоспусками для сброса излишних весенне-паводковых или ливневых вод. При наличии в источнике водоснабжения значительного твердого стока (взвешенных или влекомых наносов) головной пруд может играть роль отстойника и одновременно согревательного пруда.

Головные пруды, как правило, не зарыбляют, поэтому при подготовке ложа прудов уменьшают площадь мелководий, вызывающих повышенную зарастаемость и опасность возникновения очагов малярии, а также уничтожают древесно-кустарниковую растительность во избежание ухудшения качества воды.

Если головной пруд не служит для водоснабжения рыбопитомника, его зарыбляют, используя одновременно в качестве нагульного. В этих случаях русло подвергается очистке и планировке, а также устраивается рыбозаградитель (верховина) как в русловом нагульном пруде.

Резервные пруды, как и головные, служат для создания запасов воды на период летней межени. В отличие от головных, резервные пруды можно располагать в любой части территории хозяйства, превышение уровня резервного

пруда над остальными не обязательно, так как водоподача может быть механической. В качестве резервного может служить пойменный нагульный или выростной пруд.

Пруды - отстойники служат для осветления и одновременного прогревания воды при повышенной мутности водоемного источника. Пруды систематически очищают от наносов. Обычно строят две секции пруда, очищаемые поочередно.

Карантинные пруды используются для временного содержания вновь поступающих партий рыб, а также для временной изоляции заболевшей рыбы (изолятор). Обычно в хозяйстве предусматривают 2-4 таких пруда площадью по 0,2 - 0,4 га каждый. Средняя глубина пруда – 1,0-1,3 м. Максимальная длина донного водовыпуска - 1,2-1,5 м. Эти пруды необходимо располагать ниже всей системы прудов на расстоянии не менее 20 м от прудов других категорий на незаболоченных и незаторфованных почвах. Система подачи и отвода воды - самостоятельная. Продолжительность наполнения - 0,3 - 0,5 суток.

Живорыбные садки предназначают для длительного, включая зимние месяцы, содержания товарной рыбы, выловленной из нагульных прудов, для удлинения сроков реализации товарной рыбы. Обычные размеры садков: площадь 100-200 м², глубина воды 1,5 - 2,0 м.

Бассейны рыбоводных хозяйств индустриального типа

В рыбоводных хозяйствах индустриального типа на термальных и обычных водах, а также на рыбоводных заводах рыбу выращивают в специальных рыбоводных бассейнах.

Используются железобетонные бассейны различных размеров и конфигураций с круговым током воды, прямоточные или с автономной оборотной системой водоснабжения. Площади бассейнов 5-200 м².

В настоящее время используются лотки и бассейны из стеклопластика небольших размеров (~ 4 м²). Их используют для подращивания личинок, преднерестового содержания производителей и выращивания сеголетков. Их технологической особенностью является – применение *сверхплотных посадок рыбы (отношение массы рыбы к массе воды 1:5 и даже 1:3) и весьма интенсивное многократное кормление.*

Требования к бассейнам при проектировании:

- гидравлический режим должен обеспечивать самоочищение бассейнов;
- размеры и конфигурация бассейна должны обеспечивать нормальный газовый режим;
- возможность применения средств механизации трудоемких процессов и автоматики для контроля за параметрами среды;

Рыбоводные заводы и нерестово-выростные хозяйства

Рыбоводные заводы и нерестово-выростные хозяйства относятся к категории *предприятий по воспроизводству естественных рыбных запасов*

Предприятия по воспроизводству рыбных запасов выращивают молодь ценных промысловых видов рыб, выпускают ее в рыбохозяйственные водоемы для сохранения и увеличения их промысловых запасов.

По характеру технологии выращивания молоди эти предприятия делят на две группы:

- рыбоводные заводы;
- нерестово-выростные хозяйства (НВХ).

Основным их отличием является следующее:

На рыбоводных заводах молодь выращивают в различных садках, бассейнах и выростных прудах площадью 2-4 га и глубиной до 2 м.

В НВХ молодь выращивают в прудах питомного типа или нерестово-выростных естественных водоемах площадью в сотни га с преобладающими глубинами 0,5 – 1,5м.

Осетровые рыбоводные заводы

По технологии осетровые заводы делятся на две группы:

- с прудовым;
- с комбинированным методом выращивания.

Прудовый метод выращивания заключается в том, что личинки осетровых рыб после выклева, в период перехода на активное питание, содержатся в сетчатых садках личиночно-садковой базы. Последующее выращивание молоди осуществляется на естественной кормовой базе выростных прудов.

Комбинированный метод отличается тем, что подращивание личинок осуществляется в бассейнах при кормлении живыми кормами (олигохетами и дафниями). Приспособленную к самостоятельному питанию молодь пересаживают для дальнейшего выращивания в выростные пруды.

Водоснабжение осетровых заводов может быть самотечным или механическим.

Лососевые рыбоводные заводы

В зависимости от объекта выращивания лососевые заводы резко отличаются по структуре и технологии, а также продолжительности выращивания молоди. Так, технологический процесс выращивания молоди тихоокеанских лососей продолжается с момента отлова производителей до выпуска молоди всего 8-9 месяцев (молодь выпускают в 3-4 месячном возрасте), тогда как процесс выращивания молоди атлантического лосося длится в течение 2 лет, а в северных районах – 3 года.

Молодь тихоокеанских лососей подращивают в выростных водоемах площадью 3-9 га с глубиной 0,8м, молодь атлантического лосося - в бассейнах при больших плотностях посадки и искусственном кормлении.

Прудовый метод является менее эффективным из – за низкой естественной рыбопродуктивности прудов и необходимости строительства больших прудовых площадей.

В качестве *источников производственного водоснабжения* инкубационно-личиночных цехов лососевых заводов используют *подземные воды* аллювиальных отложений речных долин, подрусьевые потоки рек, *ключи* и *родники*, реки и озера грунтового питания, а также артезианские скважины.

Технологическое водоснабжение может быть механическим или самотечным. Основное требование к нему – непрерывность и постоянный температурный режим.

Выростные водоемы для молоди *кеты* должны иметь преобладающие глубины 0,2-1,0м, незначительную зарастаемость водными растениями, разнообразные грунты дна. Скорость течения воды в них не должна превышать 0,3 – 0,5 м/с. Водоемы должны быть *полностью спускными*.

Сиговые рыбоводные заводы

Технологической схемой сиговых заводов, рассчитанных на выпуск сеголетков, предусматривается получение и инкубация икры, выдерживание

личинки в садках и выпуск их в выростные водоемы, выращивание сеголетков в прудах или питомных озерах.

На заводах, выпускающих годовиков, предусматривают содержание молоди до весны в зимовальных прудах или достаточно глубоких питомных озерах.

Рыбцовые рыбоводные заводы

Промышленное воспроизводство запасов азовского и балтийского рыба может осуществляться заводским и экологическим методом или их сочетанием.

При *экологическом методе* большая часть технологических процессов проходит практически без вмешательства человека. Производителей содержат в маточных прудах, с примыкающими к ним специальными каналами, дно которых покрыто нерестовым субстратом – ракушей или галькой. В этих каналах осуществляется естественный нерест производителей и последующая инкубация отложенной икры, после чего личинок самотеком перепускают в личиночный пруд, а затем в выростной водоем.

Недостатком экологического метода является слабая управляемость технологическим процессом и недостаточная точность учета результатов.

При *заводском методе* производителей выдерживают в садках или каналах до полного созревания, затем берут у них половые продукты. Оплодотворенную заводским методом икру инкубируют в инкубационных аппаратах Вейса или Ющенко, а подращивание молоди осуществляют в выростных прудах.

Рыбцовый рыбоводный завод снабжают обычной речной водой, которую перед подачей в нерестовые каналы и инкубационный цех обязательно пропускают через отстойники и фильтры.

Нерестово-выростные хозяйства

Нерестово-выростные хозяйства (НВХ) предназначены для воспроизводства запасов полупроходных рыб крупных рек и морей, в которые они впадают.

НВХ обычно располагают в дельтах крупных рек, вблизи миграционных путей и мест концентрации производителей.

С учетом сложившихся условий и особенностей существующей технологии выращивания молоди нормами технологического проектирования НВХ 1977г. определены следующие типы НВХ:

- НВХ с частично управляемым технологическим процессом;
- НВХ с неуправляемым технологическим процессом или нерестово-выростные водоемы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Рыбоводные хозяйства. Типы и системы хозяйств.
2. Схемы рыбных хозяйств и категории прудов.
3. Рыбоводные хозяйства. Схема компоновки хозяйств. Группы и категории прудов.
4. Категории прудов рыбных хозяйств: виды, техническая и технологическая характеристика, правила расположения в хозяйстве.
5. Рыбоводные заводы и нерестово-выростные хозяйства. Особенности прудового фонда и перечня применяемых гидротехнических сооружений.
6. Бассейны рыбоводных хозяйств индустриального типа.
7. Предприятия по воспроизводству рыбных запасов: характеристика применяемого фонда гидротехнических сооружений.
8. Нерестово-выростные хозяйства: характеристика применяемого фонда гидротехнических сооружений.

9. Озерные хозяйства: характеристика применяемого фонда гидротехнических сооружений.

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [4], [9], [11], [14], [21], [22], [23], [27], [34], [40].

1.2 Рыбохозяйственные гидротехнические сооружения. Назначение, типы, устройство и техническая характеристика.

1.2.1 Рыбохозяйственные гидротехнические сооружения.

Понятие «рыбохозяйственные гидротехнические сооружения». Классификация гидротехнических сооружений (ГТС). Основные и второстепенные гидросооружения. Основные термины и понятия. Гидротехнический узел: определение, состав, назначение.

Гидротехнические сооружения - сооружения, предназначенные для использования водных ресурсов (рек, озёр, морей, грунтовых вод) или для борьбы с разрушительным действием водной стихии. В зависимости от места расположения гидротехнические сооружения могут быть морскими, речными, озёрными, прудовыми. Различают также наземные и подземные гидротехнические сооружения. В соответствии с обслуживаемыми отраслями водного хозяйства гидротехнические сооружения бывают: водноэнергетические, мелиоративные, воднотранспортные, лесосплавные, рыбохозяйственные, для водоснабжения и канализации, для использования водных недр, для благоустройства городов, спортивных целей и др.

Рыбохозяйственные гидротехнические сооружения – гидротехнические сооружения различного назначения и устройства специально сконструированные и построенные для искусственного выращивания гидробионтов, а также улучшения условий обитания и воспроизводства рыб в естественных условиях.

Классификация гидротехнических сооружений (ГТС)

ГТС различных отраслей водного хозяйства, которые возводят в самых разнообразных климатических, гидрологических и геологических условиях, характеризуются большим разнообразием типов и конструкций.

ГТС систематизируют и группируют по ряду характерных признаков:

- 1. По обслуживаемой отрасли водного хозяйства;*
- 2. По целевому назначению;*
- 3. По условиям использования;*
- 4. По значимости для народного хозяйства (капитальности);*
- 5. По условиям работы и строительства.*

По обслуживаемой отрасли водного хозяйства ГТС бывают:

- *мелиоративные*, предназначенные для орошения, осушения, обводнения земель (водозаборы, насосные станции, оросительные и осушительные каналы и сооружения на них);

- *гидроэнергетические*, служащие для использования водной энергии (здания ГЭС, напорные бассейны, уравнильные камеры, безнапорные и напорные деривационные сооружения и т.д.);

- *воднотранспортные* – для целей судоходства (судоходные шлюзы и каналы, судоподъемники, морские порты, речные пристани и причалы, волноломы, молы и пр.) и лесосплава (запаны, боны, лесотаски, лотки, бревноспуски, плотоходы, и др.);

- *водопроводные и канализационные* – для целей водоснабжения и канализации (водозаборы, водоводы, насосные станции, водонапорные башни, резервуары, каптажные сооружения, очистные устройства, ливнепроводы, коллекторы и др.);

- *рыбохозяйственные* – рыбоходы, рыбоподъемники, рыбоходные шлюзы, рыбобводные пруды, рыбоуловители и др.

По целевому назначению и характеру выполняемых функций ГТС можно подразделить на следующие основные виды:

- *водоподпорные* – создающие и воспринимающие подпор воды (плотины, дамбы, запруды и другие сооружения, перегораживающие водный поток);

- *регулирующие (выправительные)* – для регулирования взаимодействия речных потоков с руслом, регулирования воздействия волн и течений на берега морей, озер, водохранилищ (струенаправляющие дамбы, шпоры, запруды, полузапруды, донные и поверхностные струенаправляющие системы, дно и берегоукрепительные сооружения, волнобойные и ледозащитные сооружения);

- *водозаборные* – для забора воды из источника питания (водотока, водоема);

- *водопроводящие* – для пропуска по ним воды из одних пунктов в другие (каналы, трубопроводы, лотки, туннели и пр.);

- *водосбросные* – для сброса или полезных попусков воды из водохранилищ, прудов, каналов и пр.

По условиям использования все ГТС мелиоративных систем, ГЭС и речного транспорта согласно СНиП, разделяются на *постоянные и временные*.

К *постоянным* - относятся сооружения, используемые при постоянной эксплуатации объекта, а к *временным* – используемые в период строительства объекта, временной его эксплуатации или ремонта.

Постоянные ГТС в зависимости от их значения в объекте строительства разделяют на *основные и второстепенные*.

- *Основные* – ГТС, прекращение работы которых в случае ремонта или аварии влечет за собой полное прекращение работы системы или значительно сокращает эффект ее действия.

- *Второстепенные* – ГТС и их части, прекращение работы которых не вызывает последствий указанных для основных сооружений (ремонтные затворы, служебные мостики, ледозащитные устройства и т.п.).

По значимости для народного хозяйства (капитальности):

Постоянные ГТС мелиоративных систем, ГЭС и речного транспорта разделяются в соответствии со СНиП на 4 класса капитальности, которые устанавливаются в зависимости от производственной эффективности (площади мелиорируемых земель, мощности ГЭС и др.) и роли сооружений в гидроузле.

Все *временные* ГТС – 5 класс капитальности.

Установление класса капитальности имеет важное значение, так как для каждого класса сооружения имеются дифференцированные требования к определению:

- состава и объема изысканий и проектирования;

- расчетных расходов и уровней воды, пропускаемой через сооружение; коэффициентов запаса в расчетах на прочность и устойчивость;
- вида и качества строительных материалов и конструкций и т.д.

По условиям работы и строительства ГТС разделяются на группы: *речные* и *внутрисистемные*.

Речные – расположены в реке или в непосредственной близости от нее, всегда связаны с естественным, неустановившимся режимом используемого руслового потока.

Внутрисистемные (сетевые) – проектируются для условий планового режима, установленного в соответствии с требованиями проводимого водохозяйственного мероприятия.

От указанного различия в значительной степени зависят методы проектирования, условия строительства, особенности эксплуатации этих групп сооружений.

Группа речных сооружений при комплексном решении водохозяйственных задач включает:

- плотины глухие и водопропускные; водосбросы и водовыпуски; водозаборные сооружения и устройства; здания ГЭС;
- судоходные шлюзы, плотоходы, бревноспуски; рыбоподъемники и рыбоходы;
- сооружения и устройства по борьбе с наносами (отстойники, промывники, струенаправляющие системы, и др.);
- сооружения по регулированию русел рек; ледозащитные и шугосбросные.

Основные внутрисистемные ирригационные сооружения делятся по их назначению на 3 группы: *регулирующие*, *водопроводящие*, *сопрягающие*.

В *группу регулирующих* входят: водовыпуски (регуляторы) и вододелители, предназначенные для регулирования расходов воды; подпорные, устраиваемые для регулирования уровней воды; промывные и сбросные устройства, имеющие специальное и смешанное назначение; водомеры.

В *группу водопроводящих* сооружений на каналах входят: акведуки, дюкеры, лотки, трубы, туннели и ливнеспуски, которые устраивают при переходах канала через различные препятствия, встречающиеся на трассе канала.

В *группу сопрягающих* сооружений, устраиваемых на каналах при больших уклонах местности и предназначенных для гашения избытка энергии воды, появляющейся в результате сброса ее с некоторой высоты на коротком участке, входят: перепады, быстротоки, трубы, консоли и пр.

По конструкциям и материалам ГТС могут быть: земляными, бетонными, каменными, железобетонными, деревянными и комбинированными.

Общий комплекс ГТС, объединенных по расположению и условиям совместной работы, называется **гидроузлом**.

В зависимости от основного назначения, по ведущей отрасли народного хозяйства, различают гидроузлы: водозаборные, энергетические, воднотранспортные и др.

Речные гидроузлы, создающие подпор на реке, называются *напорными* (или плотинными), а при отсутствии подпора – *безнапорными* (или бесплотинными).

Вопросы для самоконтроля:

1. Рыбохозяйственные гидротехнические сооружения. Классификация, назначения, решаемые задачи.

2. Классификация гидротехнических сооружений (ГТС). Задачи эксплуатации сооружений каждой из групп.
3. Гидроузел: понятие, назначение, состав.

Рекомендованная литература:

[1], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [14], [18], [22], [23], [27], [32], [37], [39], [42], [43].

1.2.2 Плотины и дамбы рыбоводных хозяйств.

Типы и классификация плотин. Плотины из грунтовых и смешанных материалов: типы и конструкции, недостатки и преимущества Низконапорные земляные плотины. Расчетные уровни и объемы. Выбор створа плотины. Основные элементы плотины. Гребень плотины. Подошва земляной плотины, сопряжение тела плотины с основанием, берегами, сооружениями. Проектирование плотин. Крепление откосов. Противофильтрационные устройства. Дренажные устройства. Контурные и разделительные дамбы рыбоводных прудов. Особенности конструкции дамб разных категорий прудов. Подсчет объемов земляных работ.

Типы плотин

В рыбоводных хозяйствах **земляные плотины** служат для создания подпора в головных и русловых нагульных прудах. Плотины рыбоводных хозяйств относятся к низконапорным, так как действующий напор на них не превышает 10,0 м. В соответствии с действующими строительными нормами и правилами (СНиП 2.06.05-84) класс капитальности таких плотин принимается IV.

Земляные плотины рыбоводных прудов обычно возводят *насыпным способом*.

В качестве материалов для возведения плотины в работе используют любые из связных и несвязных грунтов естественного происхождения, чаще всего суглинки и супеси, а также мелкие и средней крупности пески, обладающие допустимой по водохозяйственным расчетам фильтрационной способностью и достаточной прочностью, за исключением:

- содержащих водорастворимые включения хлоридных солей – более 5% по массе, сульфатных или сульфатно-хлорных - более 10% по массе;
- содержащих не полностью разложившиеся органические вещества (например, остатки растений) – более 5% по массе или не полностью разложившиеся органические вещества, находящиеся в аморфном состоянии, - более 8% по массе.

Торф, при степени его разложения не менее 50%, иногда допускается оставлять в основании плотины, давая при этом надлежащее обоснование.

При наличии на месте строительства относительно водонепроницаемых, суглинистых грунтов, устраивают *однородные* грунтовые плотины. В остальных случаях, для уменьшения фильтрации через тело плотины предусматривают противофильтрационные устройства - ядра или экраны, проектируют *неоднородную* грунтовую плотину.

По конструкциям земляные насыпные плотины рыбоводных прудов возводят следующих типов:

- из *однородного глинистого* грунта с защитным слоем из песка средней крупности и крупного;

- из *однородного песчаного* грунта с защитным слоем из песков разной крупности;
- из *песка* (кроме пылеватого) с экраном из глинистых грунтов, прикрытых защитным слоем песка;
- из *песка с ядром из глинистых грунтов*;
- из *песчаных грунтов* с экраном из водонепроницаемой пленки прикрытым защитным слоем песка;
- из *песка с асфальтобетонным экраном*;
- из *двух или трех видов грунтов с ядром из глины или суглинков*;
- из *однородных глинистых или песчаных грунтов на торфах*.

Основные элементы земляной плотины

Земляная плотина включает следующие *конструктивные элементы* (см. Рис 2, Рис 3):

- тело плотины; высота и ширина;
- откосы (верховой и низовой); подошва;
- сопряжение тела плотины с основанием и смежными сооружениями (зуб, завесы, шпоры);
- противофильтрационные и дренажные устройства.

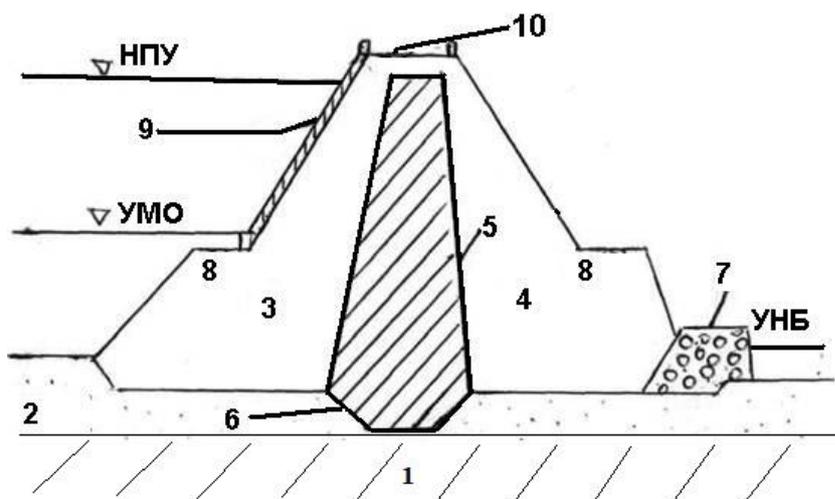


Рисунок 2 - Элементы грунтовой плотины

1 – водоупор, 2 – основание, 3 - 4 - верхняя-нижняя призмы, 5 - противофильтрационное устройство в теле, 6 - то же в основании, 7 - дренажное устройство, 8 – бермы, 9 - крепление откоса, 10 - гребень

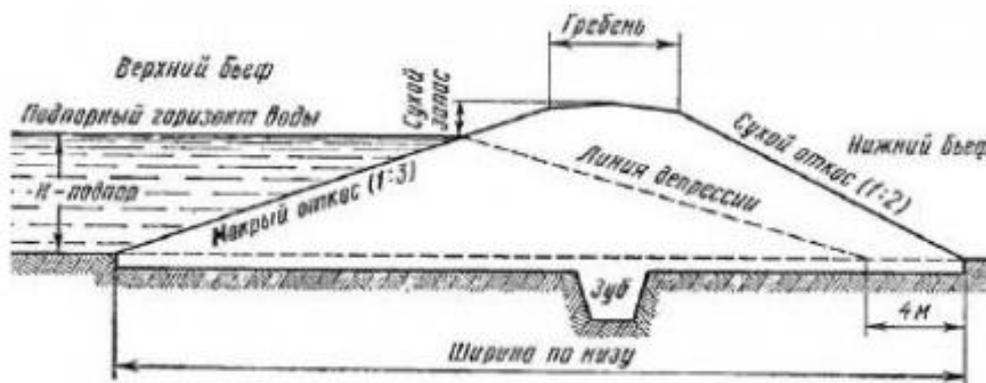


Рисунок 3 - Основные элементы плотины на местности

При проектировании земляных плотин устанавливают параметры основных элементов насыпи: ширину гребня плотины, превышение гребня над НПУ воды в создаваемом водоеме, заложение откосов. Определяется также тип креплений, сопряжение с основанием и берегами, тип дренажа.

Тело земляной плотины – трапеция, сверху ограниченная гребнем, с боков – откосами, снизу – подошвой.

Ширина гребня плотины назначается из условий эксплуатации сооружения и производства работ, но не менее 3,0 м. Ширину гребня плотины в местах сопряжения с другими сооружениями или с берегами следует устанавливать в соответствии с конструкцией сопряжения и необходимостью создания площадок.

Если по гребню плотины устраивают дорогу для проезда автомашин, то ширина гребня назначается в соответствии с классом дороги и требованиями норм проектирования дорог. Если по гребню плотины движение автотранспорта незначительно, то его оформляют как грунтовую дорогу с поперечным уклоном в обе стороны ($i=0,03-0,05$) от оси дороги для стока атмосферных осадков. Если гребень плотины сложен из глинистых грунтов, его покрывают защитным слоем (0,5 м) из песка или гравия.

Возвышение гребня (сухой запас) над расчетным уровнем воды определяется по формуле:

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

где: h_H - высота наката ветровой волны на откосе, м;

Δh - высота ветрового нагона воды, м;

a - запас высоты плотины, м (принимается не менее 0,5 м).

Все расчетные параметры ветровых волн определяются в каждом конкретном случае в соответствии со СНиП- 57-75 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения».

Полная высота плотины определяется как сумма величины напора воды перед плотиной (H) и сухого запаса (d) т.е.:

$$H_{пл.} = H + d$$

На практике сухой запас $d = 1,5-2,0$ м (для сооружений IV класса капитальности).

Откосы земляной плотины делаются различными. Верховой, или мокрый откос, расположенный со стороны верхнего бьефа, делают более пологим (из условия устойчивости плотины), а сухой откос, расположенный со стороны нижнего бьефа, более крутым.

Для однородных плотин высотой до 10 м (IV класса капитальности) ориентировочные коэффициенты заложения откосов (проекция откоса на горизонтальную плоскость) по рекомендации «Справочника по рыбохозяйственной гидротехнике» приведены ниже (Таблица 1).

Подошва земляной плотины - сопряжение тела плотины с основанием, берегами, сооружениями.

Ширину подошвы земляной плотины и ее конфигурацию назначают из условия обеспечения устойчивости плотины, а также предотвращения усиленной фильтрации по плоскости подошвы плотины.

При сопряжении тела плотины с основанием на площади основания плотины вырубают лес и кустарник, выкорчевывают пни, удаляют растительный слой и слой с корневищами деревьев или кустов и ходами землеройных животных на глубину 0,3-1,0 м.

Таблица 1 - Коэффициенты заложения откосов

Грунт	Коэффициент заложения откосов	
	верхового	низового
суглинок	1:2,75 - 1:3,25	1:2,0 - 1:2,5
супесь	1:2,5 - 1:3,5	1:2,25 - 1:2,5
песок	1:2,75 - 1:3,25	1:2,0 - 1:2,5

При строительстве плотины на скальном основании удаляют верхний трещиноватый слой.

При расположении плотины на маловодопроницаемых грунтах по плоскости сопряжения подошвы с основанием делают зуб.

Зуб – траншея трапецеидального сечения, заполняемая суглинком или глиной и уплотняемая. Зуб закладывается под верховым откосом плотины и заглубляется в водопор на 0,50-0,75 м. Орлова З. П. рекомендует на маловодопроницаемых грунтах устраивать зуб с уклоном боковых стенок 1:1 или 1:0,5, высоту зуба принимать $2/5$ от Н, а ширину зуба понизу – $1/5$ Н (где Н-напор на плотине)

Если в основании плотины залегает сильнофильтрующий слой грунта толщиной до 2-3 м, устраивают замок, который врезают в подстилающий водонепроницаемый грунт. Замок, как и зуб, имеет трапецеидальную форму поперечного сечения, но с большими размерами. Он должен прорезать водопроницаемый слой грунта и врезаться в подстилающий водопорный слой не менее, чем на 0,5 – 0,8м.

При залегании в основании плотины водопроницаемого слоя грунта глубиной более 3 м устраивают зуб глубиной 2-3 м, а ниже зуба забивают шпунтовую стенку или делают инъекционную завесу (глинистую или цементную) – диафрагму. Верхнюю часть шпунтовой стенки заделывают в зуб не менее, чем на 0,5м, а нижнюю – в водопор также на 0,5-0,8 м.

Сопряжение тела земляной плотины с бетонными сооружениями предусматривают в виде заделанных в земляную плотину диафрагм (шпунтового ряда, бетонной стенки, цементационной завесы и пр.).

Для надежного примыкания тела земляной плотины к бетонному сооружению предусматривается уклон сопрягающих граней бетонной конструкции в сторону земляной плотины порядка 10:1.

Наклонные поверхности берегов в пределах профиля примыкания плотины должны быть соответственно спланированы, при этом следует избегать уступообразных участков сопряжения.

Проектирование плотин

Проектирование земляных плотин производится в соответствии со СНиП 2.06.05-84 и заключается в выборе местоположения створа плотины, типа и конструкции, размеров, обеспечивающих устойчивость плотины против

фильтрации, ветрового волнения, размыва. Выбирается также и тип сопряжения тела плотины с основанием и берегами, типы крепления гребня и откосов, а также дренажных устройств в основании.

Створ, а также тип плотины, сопрягающие и дренажные устройства, выбираются на основании технико-экономического сравнения вариантов.

В общем случае параметры плотин рыбоводных хозяйств назначаются:

- высота плотины - напор на плотину плюс сухой запас 1,5-2,0 м [$H+(1,5-2,0)$];
- заложение верхового откоса 2,0-4,0;
- заложение низового откоса- 1,5-3,0;
- ширина гребня плотины, не менее 3,0 м (в некоторых случаях до 8,0 м).

Крепление откосов

Откосы земляных плотин от разрушающего действия волн, льда, атмосферных осадков, механических повреждений защищают различными креплениями. Крепления откосов выбирают, исходя из типа плотины, характеристики откосов и наличия местных строительных материалов на основании экономических расчетов.

Различают крепление верхового и низового откосов плотины.

Верховой откос плотины, воспринимающий волновое воздействие, укрепляют каменной неброской, бетоном монолитным, сборными железобетонными плитами, омоноличенными затем по швам, используют биологическое крепление.

Тип крепления верхового (мокрого) откоса выбирают, исходя из обеспечения устойчивости откоса, наличия материалов, опыта строительства и эксплуатации при проведении технико-экономического сравнения разных вариантов.

Для крепления верхового откоса плотины выбирают несколько типов крепления. В зоне максимальных волновых воздействий откос укрепляют более мощным креплением – основным, ниже этого крепления назначают облегченное крепление. Основное крепление начинают от гребня плотины и продолжают до линии, расположенной на 1,0-1,5 м ниже минимального уровня сработки водохранилища.

В рыбохозяйственном строительстве распространены *биологические крепления* в виде посадки на верховой откос черенков ивняка или ивовых хлыстов. Этот вид крепления применяется при воздействии на откос волны порядка 0,5-0,7 м и продолжительности затопления посадок не более 2 - 2,5 месяцев.

Крепление низового (сухого) откоса плотины выполняется в целях защиты целостности поверхности низового откоса (границы) плотины от действия ветра и дождя.

Крепление низового откоса выполняется сплошной одерновкой, одерновкой в клетку, посевом трав по слою (0,1-0,2 м) растительного грунта.

Противофильтрационные устройства

Противофильтрационные устройства предназначаются для уменьшения фильтрационного расхода, недопущения опасных фильтрационных деформаций тела и основания плотины, а также для повышения устойчивости низового откоса.

Фильтрация – прохождение жидкости через пористую среду. Плотина, сооружаемая на каком – либо водотоке, преграждает путь потоку воды в реке, создавая напор воды в верхнем бьефе.

Фильтрация – движение воды из верхнего в нижний бьеф через тело плотины и основание (если оно проницаемо) под влиянием напора воды (H).

Статистика показывает, что более половины всех аварий земляных плотин произошло вследствие фильтрации воды через плотину, вызвавших *суффозию* – вынос грунта.

Если сооружение фильтрующее (земляная плотина, дамба), то движение фильтрационного потока в нем будет безнапорным, ограниченным сверху свободной поверхностью, во всех точках которой давление постоянно – равно атмосферному. *Свободная поверхность грунтового потока называется депрессионной поверхностью*, а линия пересечения этой поверхности с вертикальной плоскостью – *депрессионной кривой или кривой депрессии*.

Ниже депрессионной поверхности грунт насыщается водой и оказывается взвешенным в воде, что снижает устойчивость плотины.

Выше депрессионной кривой находится зона капиллярного поднятия воды (для песчаных грунтов она соответствует 0,1-0,4 м, для глин и суглинков- 0,5-1,5 м, а для гравия – равна 0,0 м)

Выше капиллярной зоны грунт обладает естественной влажностью, зависящей от климатических условий, местности.

Противофильтрационные устройства следует выполнять из слабодопроницаемых грунтов (глинистых и мелкозернистых песчаных, глинобетона, а также торфа) или негрунтовых материалов (бетона, железобетона, полимерных или битумных материалов и пр.) *в виде верховой или центральной противофильтрационной призмы, экрана, диафрагмы, ядра, понура, шпунта, стенки*, в том числе и создаваемой методом «стена в грунте», цементационной и других завес, а при соответствующем обосновании – в виде комбинированной конструкции из грунтовых и негрунтовых материалов. Различают их различные конструкции. (см. Рис. 4)

Участки экрана или ядра, а также понура, на которых возможны промерзание и размыв, вследствие значительных скоростей течения воды, *следует покрывать защитным слоем*.

Минимальный размер экрана или ядра поверху назначают по условиям производства работ по их отсыпке, но не менее 0,8 м.

При глубоком залегании водоупора при экране предусматривают устройство понура, являющегося продолжением экрана и выполняемого из того же материала, что и экран. Длину понура назначают в зависимости от допустимых фильтрационных расходов с целью предотвращения опасных фильтрационных деформаций основания плотины при выходе потока в нижний бьеф. Минимальную конструктивную толщину понура принимают равной 0,5 м.

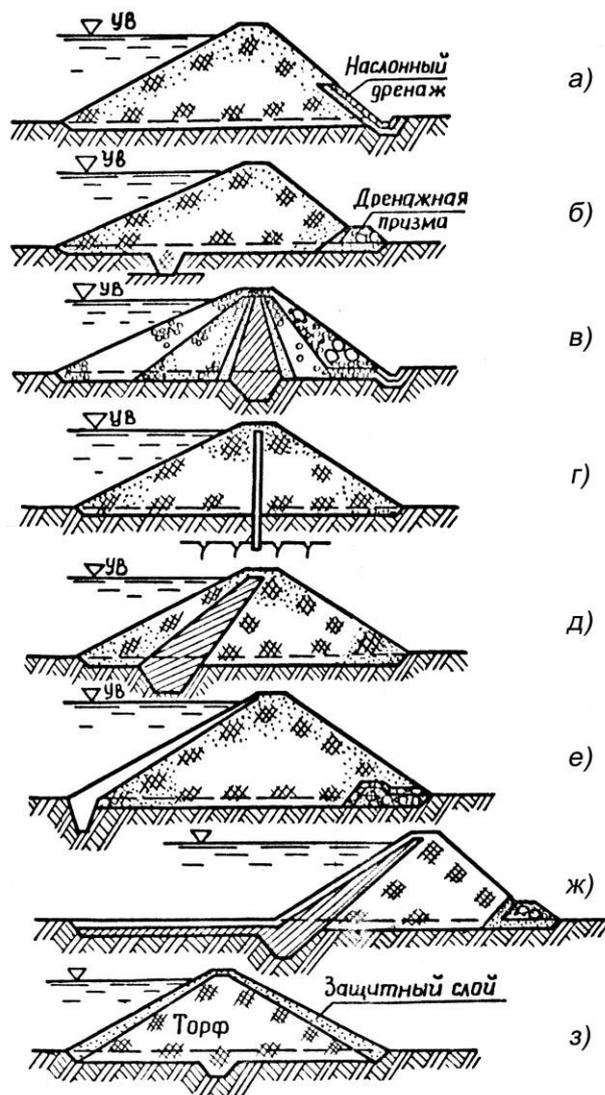


Рисунок 4 - Типы земляных плотин и противофильтрационных устройств.

а - однородная; б - однородная с зубом; в - из разнородных грунтов, крупность которых уменьшается при переходе от наружных слоев к ядру из глинистых грунтов; г - с жесткой диафрагмой; д - с экраном из пластичных грунтов; е - с жестким экраном; ж - с экраном и понуром из пластичных грунтов; з - из торфа.

Дренажные устройства

Дренаж в теле земляной плотины устраивают с целью недопущения выхода *фильтрационного потока на низовой откос* и выноса частиц грунта через низовой откос в зону, подверженную промерзанию, снижения депрессионной кривой для повышения устойчивости низового откоса, отвода в нижний бьеф воды, фильтрующей через тело и основание плотины, предотвращения возникновения фильтрационных деформаций.

Устройство дренажа исключает деформацию низового откоса вследствие фильтрации воды, повышает его устойчивость и уменьшает заложение откоса.

Дренажи различают по конструкции и расположению в теле плотины: наружные, внутренние и комбинированные (см. Рис. 5, Рис. 6).

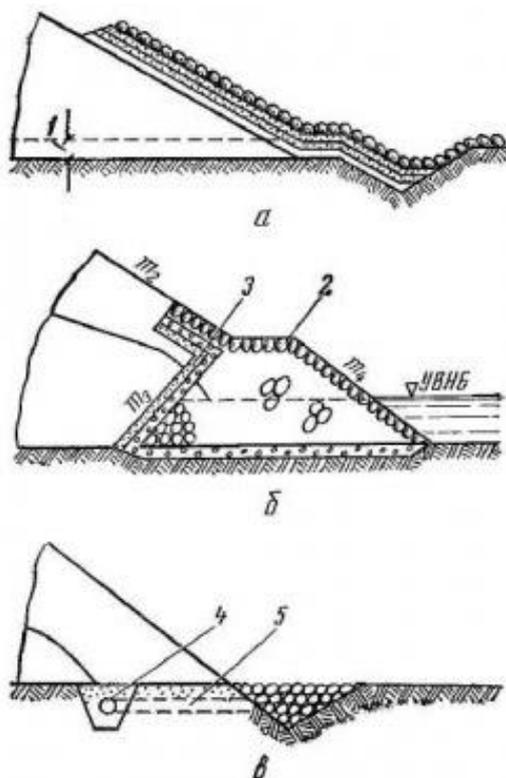


Рисунок 5 - Типы дренажных устройств:

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

При расчетном напоре до 5 м, плотины можно строить без дренажа (если пруды на зиму опорожняются).

Основные виды дренажных устройств, используемых в рыбохозяйственной практике:

- *наружные дренажи* - дренажный банкет и наклонный дренаж;
- *внутренний дренаж* – трубчатый горизонтальный или вертикальный дренаж и горизонтальный дренаж в виде сплошного слоя или дренажных лент (тюфячный дренаж);
- *комбинированный дренаж.*

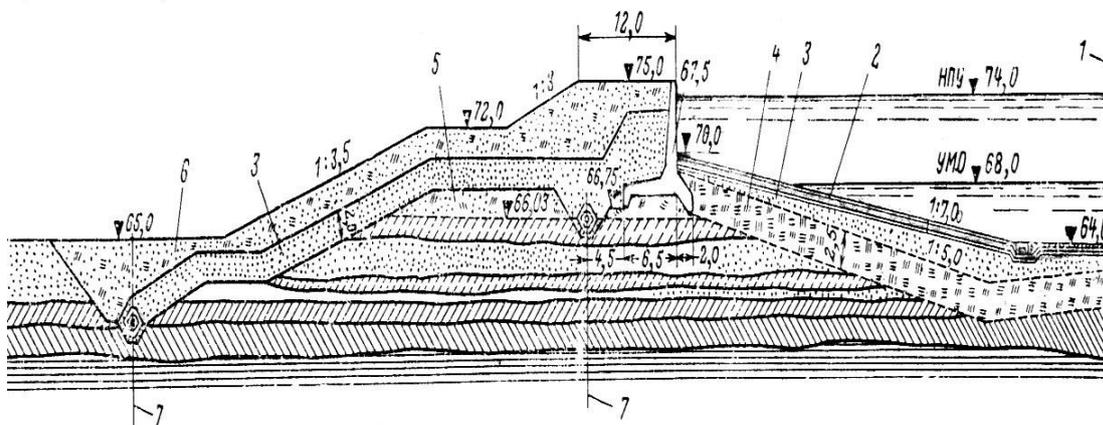


Рисунок 6 - Разные типы дренажных сооружений (Киевская ГАЭС. Верхний бассейн. Поперечное сечение подводящего канала):

1 - ось подводящего канала; 2 - железобетонная плита на слое щебня; 3 - русловый песок; 4 - глиняный экран; 5 - засыпка суглинком; 6 - обратная засыпка; 7 - ось трубчатого дренажа.

Конструкции плотин.

Каждая отдельная плотина представляет собой комплекс элементов воплощенный в конкретных условиях: климатической зоне, гидрологических условиях, рельефу местности, геологическому строению, наличию местных строительных материалов, творческого подхода проектировщика и многого другого. Ниже на рисунках 7 – 15 приведены эскизы реально построенных плотин. Обратите внимание на их сходство и отличия.

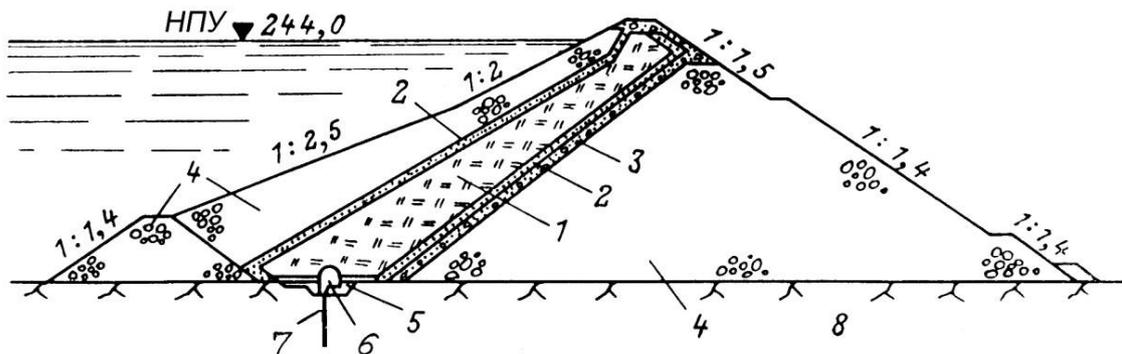


Рисунок 7 - Земляные плотины построенных гидроузлов. Вилойская плотина, на р. Вилой (бассейн р. Лены):

- 1 - щебенисто-дресвяный суглинок; 2 - 1-й слой переходной зоны; 3 - 2-й слой переходной зоны; 4- каменная наброска; 5 - бетонные открылки; 6 - потеряна; 7 - цементационная завеса; 8 - диабазы.

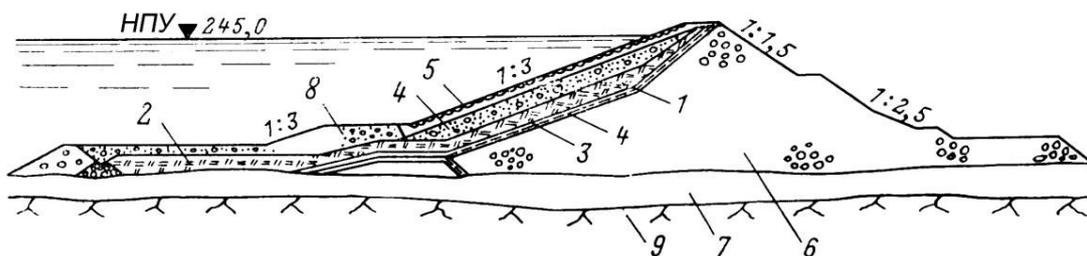


Рисунок 8 - Земляные плотины построенных гидроузлов (Ириклинская плотина на р. Урал):

- 1 - экран из суглинка; 2- понур из суглинка; 3 - слой песка; 4 - гравийно-песчаный грунт; 5 - крепление камнем; 6 - каменная наброска; 7 - аллювиальные отложения; 8 - каменная мелочь; 9 - туф.

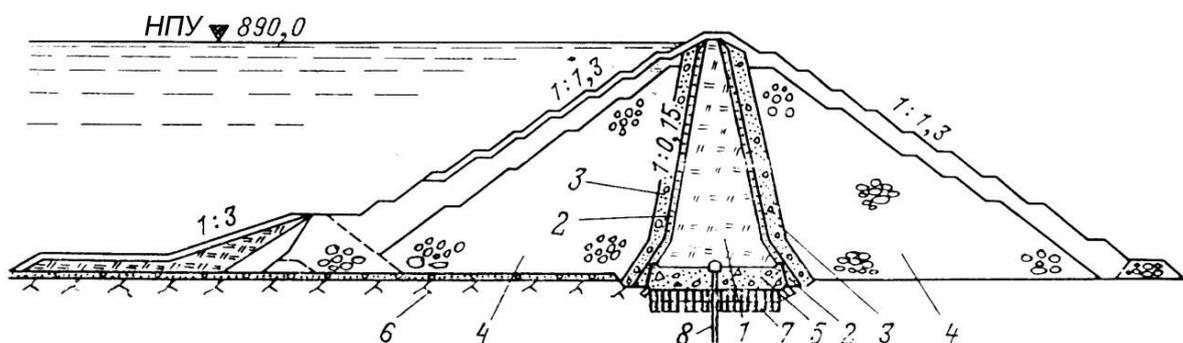


Рисунок 9 - Земляные плотины построенных гидроузлов (Чарвакская плотина на р. Чирчик):

- 1 - ядро из суглинка; 2 - 1-й слой переходной зоны; 3 - 2-й слой переходной зоны; 4- каменная наброска; 5 - бетонная подушка; 6 - известняки; 7 - площадная цементация; 8 - противодиффузионная завеса.

Рисунок 13 - Земляные плотины построенных гидроузлов (Нурекская плотина на р. Вахш):
 1 - ядро из суглинка; 2 - переходные зоны; 3 - гравийно-галечниковые призмы; 4 - бетонная пробка; 5 - каменная пригрузка; 6 - верховая перемычка; 7 - смотровые галереи; 8 - глубинная цементация; 9 - площадная цементация.

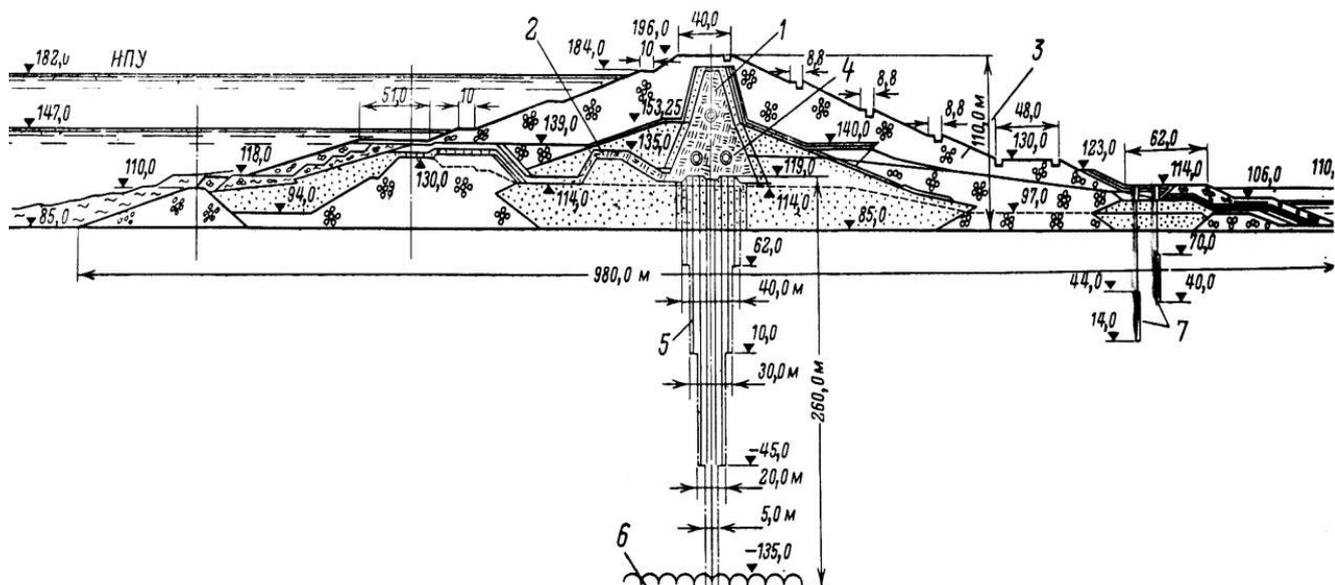


Рисунок 14 - Земляные плотины построенных гидроузлов (Асуанская плотина на р. Нил):
 1 - ядро из глины; 2 - понур из глины; 3 - каменная наброска; 4 - инспекционная галерея; 5 - главная противофильтрационная завеса; 6 - скала; 7 - глубинный дренаж.

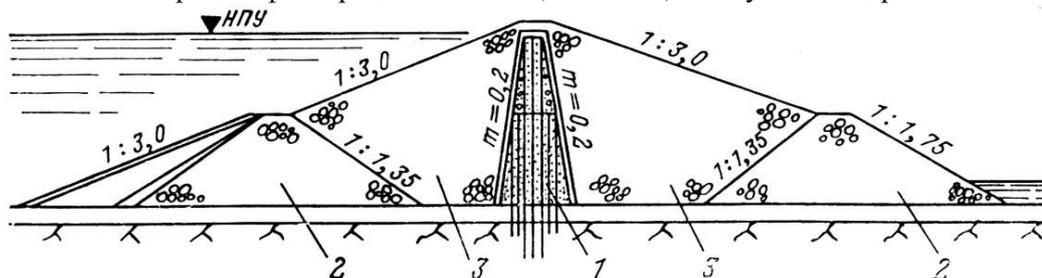


Рисунок 15 - Земляные плотины построенных гидроузлов (Каменнонабросная плотина с инъекционным ядром):
 1 - инъекционное ядро; 2 - каменные банкетты; 3 - боковые призмы, отсыпанные слоями.

Контурные и разделительные дамбы рыбоводных прудов

В рыбохозяйственной практике принято плотины (соприкасающиеся с водой одним откосом или обоими), используемые для создания прудов различных категорий и типов, называть дамбами.

Дамбы бывают разделительные и контурные.

Контурные дамбы проходят по границам прудов, отделяющих их от реки, водохранилища и поддерживают напор воды со стороны верхового (мокрого) откоса.

Разделительные дамбы устраивают между прудами, поэтому оба откоса плотины разделительной дамбы в воде, причем отметка уровня воды у верхового и низового откосов может быть одинаковой или различной (в зависимости от отметок уровня воды в соседних прудах).

Дамбы используются обычно при напорах – 1-2 до 4 м. Строят их из глинистых и песчаных грунтов без примесей разложившихся включений.

Если по дамбам предусматривается односторонний проезд автомашин, то ширина гребня назначается ~ 4,5 м. Минимальная ширина гребня непроезжих дамб по условиям производства работ принимается равной 1,25 м.

По конструкции дамба представляет из себя насыпь трапецеидального сечения. Типовыми проектами предусмотрено три типа дамб: *нормального, уширенного и распластанного профиля* (Таблица 2, Таблица 3).

Таблица 2 - Характеристика контурных дамб

Грунты Насыпи	Напор Н, м	Контурные дамбы					
		Нормального профиля		Уширенного профиля		Распластанного профиля	
		m1	m2	m1	m2	m1	m2
Глинистые	1,0-2,0	2,5	1,5	3,5	1,5	7,0	1,5
	> 2,0	3,0	1,75	4,0	1,75	7,0	1,75
Песчаные	1,0-2,0	3,0	2,0	4,0	2,0	8,0	2,0
	> 2,0	3,5	2,5	5,0	2,5	8,0	2,5

Дамбы нормального профиля без крепления откосов применяют в том случае, когда не происходит значительной деформации откосов (нерестовые, карантинные и др. мелкие пруды).

В выростных прудах применяют дамбы нормального профиля с креплением откосов засевом трав.

В нагульных прудах можно применять дамбы нормального профиля, но с креплением верхового откоса каменной наброской, монолитным или сборным (с омоноличиванием швов) бетоном.

Таблица 3 - Характеристика разделительных дамб

Грунты Насыпи	Разделительные дамбы							
	Напор, м		Нормального профиля		Уширенного профиля		Распластанного профиля	
	H1	H2	m1	m2	m1	m2	m1	m2
Глинистые	1,0-2,0	<1,0/ 1,0- 2,0	2,5	2,0/2,5	3,5	3,0/3,5	7,0	1,5
	> 2,0	<1,0/ 1,0- 2,5	3,0	2,0/2,5	4,0	3,0/3,5	7,0	1,5
Песчаные	1,0-2,0	<1,0/ 1,0- 2,0	3,0	2,5/3,0	4,0	3,0/4,0	8,0	2,0
	> 2,0	<1,0/ 1,0- 2,5	3,5	2,5/3,0	5,0	3,0/4,0	8,0	2,0

Дамбы уширенного профиля применяют с креплением верховых откосов посадкой кустарников, при этом первые годы эксплуатации устраивают временные волногасящие стенки из местных материалов.

Дамбы распластанного профиля позволяют исключить применение различных типов крепления.

Подсчет объемов работ

Запроектированное водоподпорное сооружение характеризуется объемом строительных работ, которые потребовались при его возведении, временем и трудозатратами, а также стоимостью строительства.

Объем работ по сооружению считается на стадии технико-экономических обоснований (ТЭО) проекта по укрупненным показателям или по характерным расчетным сечениям по сооружению с точностью до 10-15%.

Объемы работ считаются отдельно

по:

- видам работ;
- материалам.

Расчетное количество грунта для возведения насыпи определяется как сумма объемов, путем вычислений исходя из следующих промеров (см. Рис.16)

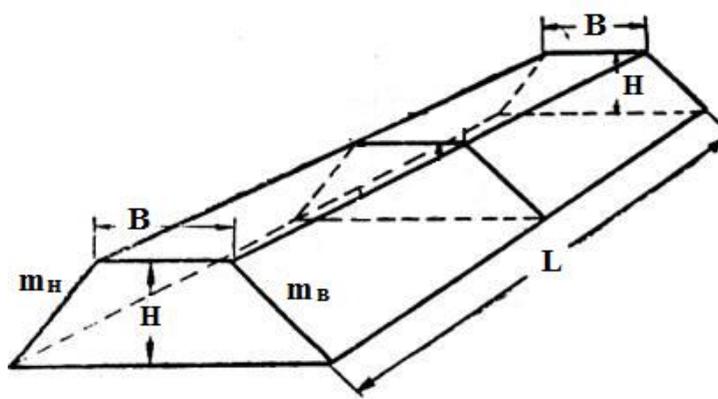


Рисунок 16 - Промеры для определения объема земляных работ при сооружении насыпи плотины (дамбы)

Основная формула для подсчета объемов работ плотины выглядит так:

$$V_{\Sigma} = \frac{W_1 + W_2}{2} \times H_1 + \frac{W_{n-1} + W_n}{2} \times H_{n-1},$$

где: V_{Σ} – суммарный объем по плотине, m^3 ,

W_1 и W_2 - площади соседних горизонтальных расчетных сечений дамбы, m^2 ,

H_1 - расстояния между соседними горизонтальными расчетными сечениями W_1 и W_2 , м,

При этом W рассчитывается по формуле:

$$W = \left(B + \frac{hm_b + hm_n}{2} \right) \times L,$$

где: L - длина плотины в м;

m_b , m_n – соответственно коэффициент заложения верхового и низового откосов;

B - ширина горизонтального расчетного сечения плотины поверху, м.

Вопросы для самоконтроля:

1. Низконапорные земляные плотины. Типы плотин, конструктивные элементы, технические характеристики.

2. Основные элементы земляной плотины.
3. Подошва земляной плотины, сопряжение тела плотины с основанием, берегами, сооружениями.
- 4 Крепление откосов. Противофильтрационные устройства. Дренажные устройства.
- 5 Контурные и разделительные дамбы рыбоводных прудов. Подсчет объемов земляных работ.
- 6 Каким образом можно подсчитать объем работ водоподпорного сооружения?
- 7 Сопряжение тела земляной плотины с основанием, береговыми и смежными сооружениями.

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [14], [15], [18], [22], [23], [25], [26], [27], [29], [30], [31], [32], [34], [35], [36], [37], [39], [40], [41], [42], [43].

1.2.3 Водопрпускные сооружения при плотинах.

Водопрпускные сооружения: определение, классификация, виды.

Паводковые водосбросные сооружения: назначение, типы (открытые и закрытые, автоматические и управляемые), расположение, составные части, принцип работы. Открытые регулируемые береговые поверхностные водосбросы: открытый паводковый водосброс, полузакрытый паводковый водосброс с затворами. Затворы гидротехнических сооружений: щитовой, шандорный, сегментный, секторный и клапанный типы; состав конструкции и условия применения. Открытые нерегулируемые (автоматические) береговые водосбросы: водосбросы с фиксированным порогом, ковшовые (полигональные) водосбросы, траншейные водосбросы, водосбросные земляные каналы. Закрытые автоматические водосбросы: трубчато-ковшовый водосброс, шахтный (башенный) водосброс, сифонный водосброс. Описание конструкции (составных частей), технические характеристики, условия применения.

Водопрпускные сооружения.

Водопрпускные сооружения – специальные гидротехнические сооружения служащие для пропуска воды через створ плотины пруда из верхнего в нижний его бьеф для каких либо целей.

Классификация водопрпускных сооружений. По их функциональному назначению различают: водосбросы сооружения для сброса из водохранилища излишков воды и льда в период прохождения паводков; водовыпуски сооружения для осуществления полезных попусков воды (на орошение земель, для санитарных, судоходных и прочих целей) из водохранилища в русло реки, канал, трубопровод; водоспуски сооружения для полного или частичного опорожнения водохранилища в целях трансформации паводка, осмотра и ремонта сооружений, промывки верхнего бьефа от наносов.

В составе гидроузлов также могут быть также *водозаборные сооружения*, предназначенные для забора и подачи воды водопользователям и водопотребителям: для подвода воды к турбинам ГЭС, подачи воды в систему водоснабжения или в оросительную систему. Для пропуска паводков редкой повторяемости устраивают резервные водосбросы типа «предохранительной пробки», включающиеся в работу только в чрезвычайных условиях повышения уровня воды в верхнем бьефе. По расположению в гидроузле водопрпускные сооружения делятся на плотинные (русловые) и береговые (пойменные) (Рис. 17).



Рисунок 17 - Водопускные сооружения гидроузла:

1 – поверхностный водосброс без затвора (гребень водослива на уровне НПУ пруда); 2 – поверхностный водосброс с затвором; 3 – поверхностный глубинный водосброс; 4 – глубинный водосброс; 5 – донный водосброс (или водовыпуск); 6 – туннельный водосброс; 7 – береговой водосброс.

При возведении гидроузлов предусматривают пропуск воды и льда, так называемых «строительных расходов», для чего устраивают временные (строительные) водосбросы, которые обычно стремятся совместить с какимлибо эксплуатационным водопропускным сооружением, например с водоспуском.

По расположению входного отверстия водопропускные сооружения могут быть поверхностными, через входные отверстия которых вода поступает в безнапорном режиме, глубинными, погруженными под уровень воды, и донными, входное отверстие которых размещено у дна.

По наличию затворов различают водопропускные сооружения с затворами регулируемые, и без затворов нерегулируемые (автоматические).

По условиям движения воды водопропускные сооружения могут быть: безнапорные с движением воды со свободной поверхностью; напорные и со смешанным гидравлическим режимом, когда в сооружении имеются участки с напорным и безнапорным движением воды.

Определение расчетных расходов и уровней воды. Расчетные расходы воды, подлежащие пропуску в процессе эксплуатации через водопропускные сооружения каждого конкретного гидроузла, определяются методами гидрологии с учетом водохозяйственного режима и возможности использования проектируемых и действующих водохранилищ для трансформации речного стока и уменьшения («срезки») паводкового расхода. Расчетные максимальные расходы воды назначают исходя из ежегодной вероятности превышения (обеспеченности), устанавливаемой в зависимости от класса сооружений для двух расчетных случаев основного и поверочного.

Паводковые водосбросные сооружения

Если не предусмотреть слив излишка воды, постоянно поступающей из реки или ручья, а также образующейся во время весеннего таяния снегов, то уровень воды в головном пруду будет повышаться, вода начнет переливаться через гребень и размывает плотину.

Чтобы этого не произошло, в теле плотины или вне её устраивают водосбросные сооружения. *Водосбросные сооружения* — устройства для сброса

излишка паводковых вод из головного пруда от весеннего половодья, дождевых паводков и других неиспользуемых излишков воды во избежание его переполнения, а также для частичного или полного сброса воды перед обловом рыбы и для регулирования уровня воды в головном пруду. Могут пропускать и лед. *Водосбросные сооружения (водосбросы)* – служат для пропуска расчетных максимальных расходов.

Водосбросные сооружения проектируют в соответствии со СНиП II – 50-74. При проектировании водосбросных, водоспускных и водовыпускных сооружений следует рассматривать возможность совмещения их с другими сооружениями гидроузла, а также учитывать возможность пропуска через них расчетных (10% обеспеченности) расходов воды в период строительства. Следует подчеркнуть, что водосбросные сооружения — наиболее дорогостоящая часть водоема. Их стоимость достигает 30-50 % от общей себестоимости пруда.

Сооружения головных гидроузлов рыбоводных хозяйств относятся к IV классу капитальности. Применяют водосбросы двух основных типов: *автоматические и управляемые (щитовые).* *Водосбросные сооружения подразделяют* на водосбросы автоматического действия (естественные водоотходы, водосбросные каналы, открытые, шахтные и сифонные водосбросы), управляемые водосбросы с затворами и комбинированные водосбросы.

Водосбросы автоматического действия (неуправляемые) выполняют свою функцию путем самопроизвольного отвода воды поднявшейся выше уровня НПУ. Вода просто уходит через сооружения перелившись через порог отметки порога водосброса. При падении уровня воды водосброс не работает.

Управляемые водосбросы позволяют осуществить сброс воды из водоема в нижний бьеф до любой отметки. При этом человек просто открывает запорное устройство на нужной глубине. При отсутствии необходимости запорное устройство закрывается и вода остается в водоеме

В отдельных случаях используют комбинированные сооружения, совмещающие черты автоматического паводкового водосброса и донного водоспуска (Рис. 18).

По расположению относительно глухой плотины, перекрывающей русло, водосбросы могут быть:

- непосредственно в теле плотины;
- вне тела плотины на берегу (береговые) или на пойме (пойменные)

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.

Автоматические водосбросы устраивают при максимальных паводковых расходах до 50 м³/с. При больших расходах, строят управляемые водосбросы.

Составные части паводкового водосброса

Водосброс состоит из флютбета, устоев, промежуточных бычков, затворов, служебного и проезжего мостов, а также ледозащитного устройства.

Порог водослива – часть водослива автоматического действия или комбинированного в верхнем бьефе водоема через которую переливается вода при повышении её уровня выше НПУ.

Флютбет – основание сооружения, по которому проходит поток воды из верхнего бьефа в нижний бьеф. Он состоит из: понура, сливной части, водобоя и рисбермы. Длину понура (участок перед щитом) обычно принимают равной $1,5-2,5 H$. Длину водобоя (участок флютбета за сливом) принимают равной $2-3H$.

Шахта водослива – вертикальная конструкция водослива круглого либо иного сечения установленная в верхнем бьефе водоема через которую вода отводится в нижний бьеф.

Устои – подпорные стенки, ограничивающие водосбросное сооружение с боков и воспринимающие давление грунта со стороны насыпи плотины. Конструкция устоев зависит от напора на пороге сооружения и характера грунта основания и насыпи плотины.

Затворы (щиты) – подвижные конструкции на границе между понуром и водобоем сооружения. Различают рабочие затворы, с помощью которых регулируется пропускаемый расход и уровень воды в верхнем бьефе, и ремонтные, устанавливаемые при осмотре и ремонте рабочих затворов, их подъемных механизмов и др.

Служебный мостик – предназначен для работы обслуживающего персонала по управлению подъемными механизмами и приспособлениями.

Льдозащитное устройство – необходимо для задержания в чаше пруда плавающего льда перед водосбросным сооружением, если оно не приспособлено для пропуска льда из верхнего бьефа в нижний. Простейшим льдозащитным устройством является плавучая запань из бревен, связанных между собой тросами. Применяют также льдозащитные стенки из деревянных или железобетонных свай.

Открытые регулируемые береговые поверхностные водосбросы.

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. 18).



Рисунок 18 - Открытый водосброс из дерева (вид со стороны нижнего бьефа плотины)

В больших прудах открытый водосброс автоматического действия устраивают в виде лотка из различного материала. Лоток тщательно соединен с грунтом шпунтовым рядом под полом и стенками. Особенно это важно для первых лет эксплуатации, когда происходит окончательная осадка плотины. Лотковый водосброс также заканчивается быстротоком. Для предупреждения размыва низового откоса от быстротока отводят канал.

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 быстротоком с водобойным устройством.

Расход воды через трубчатые водосбросы определяют по формуле:

$$Q = \sigma \times M \times B \times H,$$

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

M - коэффициент расхода (равный 1,86);

B - периметр (окружность) трубы, м;

H - напор воды над порогом водосброса, м.

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

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 (см. Рис. 19).

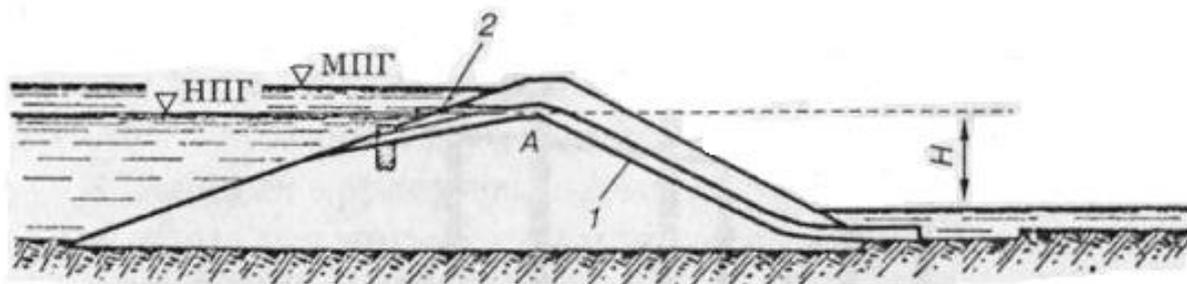


Рисунок 19 - Сифонный водосброс:
1 – труба сифона; 2 – воздушная трубка.

Водослив сифона располагают на отметке нормального уровня, передняя часть трубы имеет расширенный вход и для предупреждения захвата воздуха и мусора козырек заглубляется под уровень на 0,7—1 м; в козырьке или в отдельных стенках между трубами сифонов на уровне водослива делают так называемые воздушные отверстия, а на внутренней сливной стенке сифона — носик-отражатель.

Принцип действия сифона заключается в следующем; при поднятии уровня выше водослива затапливаются воздушные отверстия и тем самым полость сифона разобщается с наружным воздухом сверху; стекающая струя носиком-отражателем отбрасывается к противоположной стенке, образуется водяная пленка, которая разобщает полость сифона с наружным воздухом снизу. Струя воды постепенно всасывает воздух, и, когда вакуум достигает высоты водяного столба, равного

высоте трубы над водосливом, происходит внезапное включение (зарядка) сифона в работу полным сечением. Включение сифона происходит при поднятии уровня верхнего бьефа над гребнем водослива на 0,15—0,25 м.

По мере сработки уровня верхнего бьефа обнажаются воздушные отверстия в козырьке, происходит разрядка сифона, то есть прекращается его работа.

Чтобы не создавать большой волны попуска за сифоном, его делают из нескольких труб (батарея сифонов), у которых отметки водосливов, как и воздушных отверстий, разнятся на 5—10 см. При этом сифоны включаются в работу последовательно, сначала сифон с водосливом на отметке нормального подпорного уровня, затем с водосливом, отметка которого выше на 5 см, и т. д. Выключаются сифоны тоже постепенно, когда обнажаются воздушные отверстия.

Из недостатков сифонов следует указать на возможность замерзания воды над козырьком в воздушных отверстиях, относительную сложность конструкций, её закрытые формы, затрудняющие осмотр.

Пропускную способность сифонного водоспуска ($\text{м}^3/\text{с}$) определяют по выражению

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH_0},$$

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:

$$H_0 = H + V^2/2g,$$

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

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

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

К положительным сторонам сифонного водосброса относятся:

- обладание большой пропускной способностью при сравнительно небольшом сечении трубы и небольшой ширине водосливного фронта;

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

- простота в эксплуатации.

В то же время у них имеются и недостатки:

- более сложная конструкция;

- закругление входного конца сифона затрудняет его осмотр;

- вибрация в период работы;

- возможность обмерзания и закупорки льдом.

Управляемые (щитовые) водосбросные сооружения с затворами.

В щитовых (управляемых) водосбросах порог располагается ниже отметки НПУ. Регулирование уровня воды в пруду, а также пропускаемого расхода осуществляется с помощью передвижных щитов (затворов). Используемые напоры – 3-6 м.

Величины одного прямоугольного отверстия, перекрываемого щитом, колеблется в пределах: ширина отверстия – 0,4-6,0 м, высота отверстия – 0,6-6,5 м.

В рыбохозяйственном строительстве используют два типа щитовых водосбросов:

- закрытые, с водопроводящей частью в виде одно-, двух-, трех-, четырехочковой железобетонной трубы прямоугольного сечения;

- открытые, (в виде открытого лотка) с водопроводящей частью.

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 шандоров. 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. 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.

Нерегулируемые (автоматические) водосбросы.

Автоматические водосбросы — имеют порог сооружения (та часть, куда сливается вода из пруда) располагаемый на том уровне, на котором желательно сохранить уровень воды в пруду. При превышении уровня воды над этой отметкой вода автоматически сбрасывается (переливается) из верхнего бьефа в нижний. В отличие от автоматических водосбросов у регулируемых водосбросов порог сооружения располагается значительно ниже отметки НПУ пруда (водохранилища).

К водосбросам автоматического действия относят водосбросной земляной канал, открытый бетонный водослив, шахтный и трубчатый водосбросы и другие (см. Рис. 20).

Береговые водосбросные каналы (естественные водообходы). При постройке невысоких земляных плотин (3—5 м) на суходольной балке в качестве водосброса можно использовать естественные низины, староречья, суходольные балки, ручьи. Если отметка поверхности седловины совпадает с отметкой нормального подпорного уровня водохранилища, то паводковые воды будут стекать в обход плотины через задернованную седловину в соседнюю балку ниже плотины (см. Рис. 21, Рис 22). В других случаях по трассе сброса делают искусственный канал, дно которого соответственно заглубляют и укрепляют различными материалами: камнем, фашинами и др.

Для средних и крупных водохранилищ водосбросный канал располагают чаще всего вблизи или непосредственно в примыкании плотины к берегу. Наиболее благоприятны для этого водосброса пологие берега и широкие террасы.

Водосброс состоит из подводящего канала и водосливного порога, сбросного канала, сопрягающих сооружений и отводящего канала. Сопрягающие сооружения в конце сбросного канала в зависимости от рельефа местности делают в виде быстротока, перепада или консольного сброса.

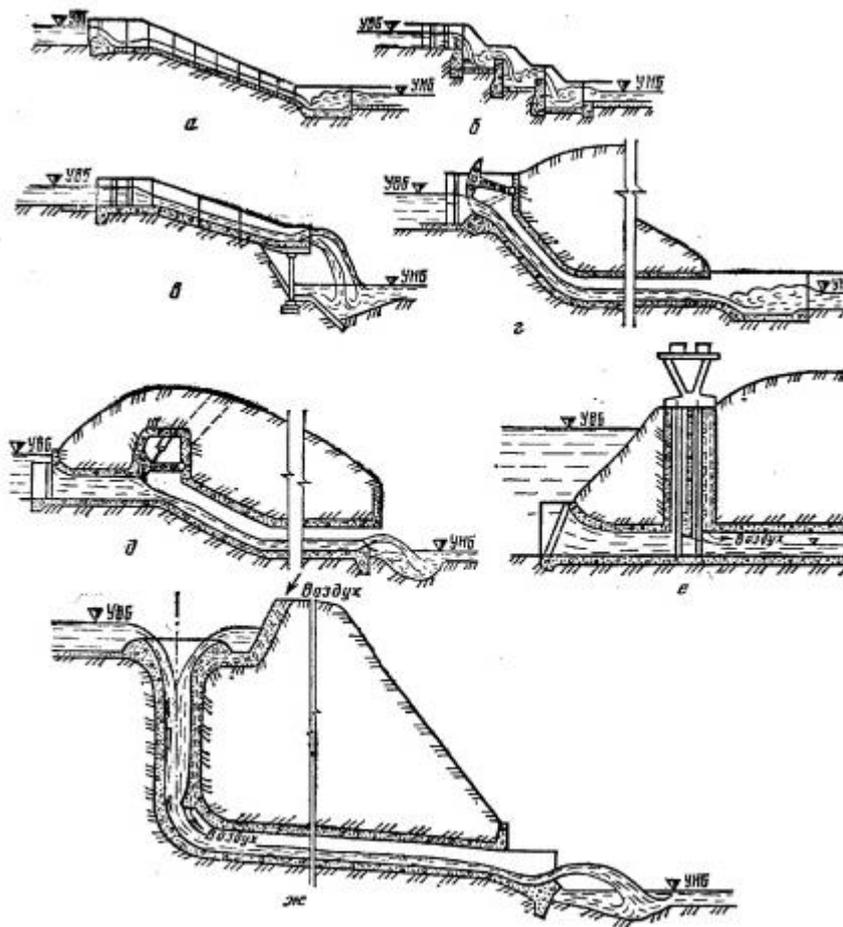


Рисунок 20 - Береговые водосбросы:

а, б, в – открытые водосбросы соответственно с быстотоком, со ступенчатым перепадом, с консольным перепадом; г, д, е – закрытый водосброс соответственно с поверхностным водоприемником, с глубинным водоприемником, с донным водоприемником и шахтой управления затворами, ж – шахтный водосброс с безнапорным отводящим туннелем.

Подводящий канал имеет большое сечение, обеспечивающее пропуск расчетных расходов воды при относительно небольших скоростях течений, что позволяет обойтись без крепления откосов и дна канала, за исключением сужающегося участка, прилегающего к водосливному порогу, где начинается увеличение скоростей потока. Дно подводящего канала горизонтально или имеет незначительный обратный уклон.

Водосливный порог выполняют из бетона или каменной кладки на растворе. Он представляет собой водослив с широким порогом или водослив практического профиля, плавно сопрягающийся с подводящим и сбросным каналами.

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.. 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.

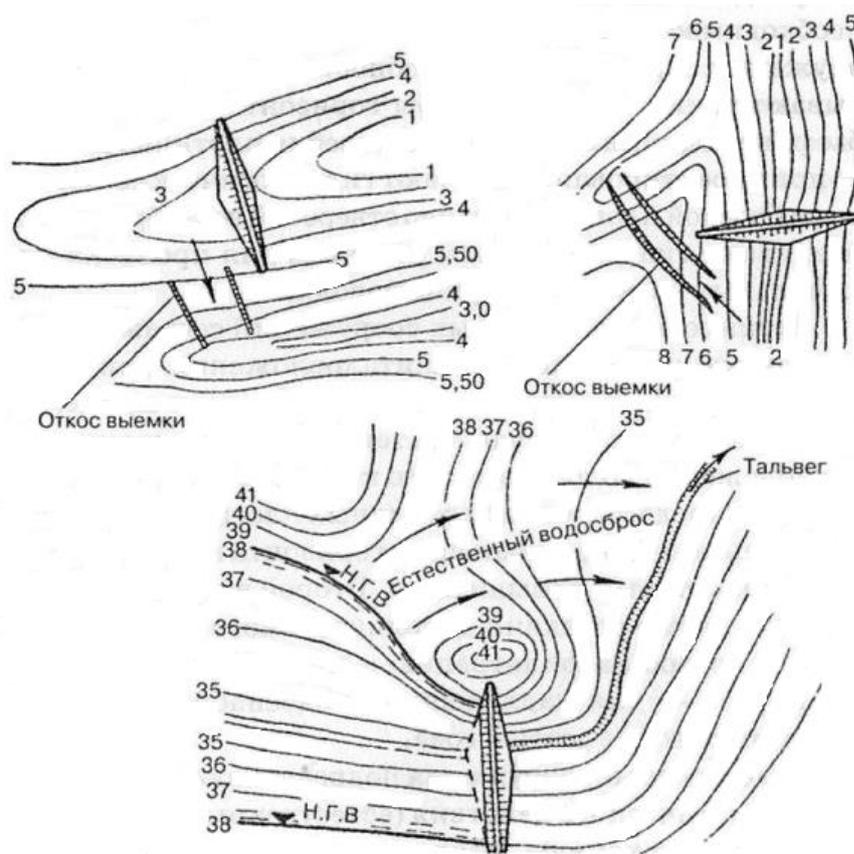


Рисунок 21 - Примеры обустройства поводковых водообходов

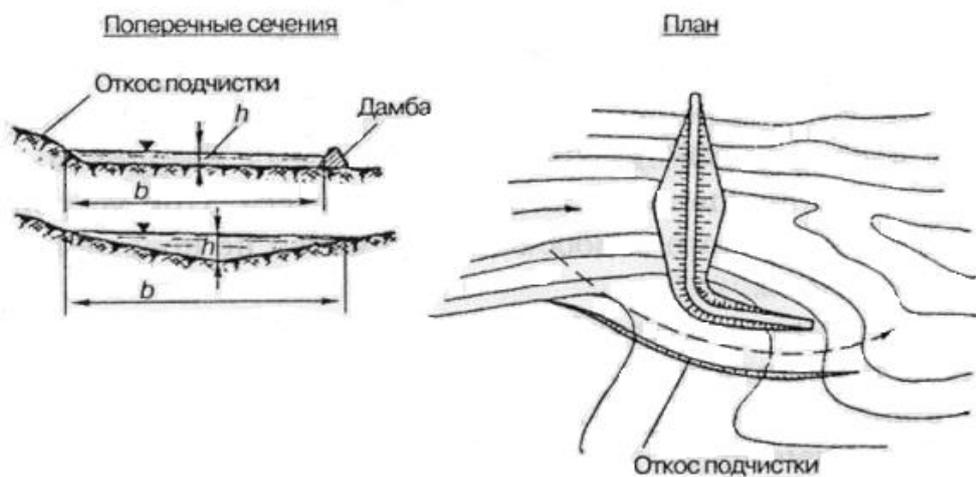


Рисунок 22 - Примеры обустройства поводковых водообходов

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

Водосбросные каналы (траншейный водосброс). При невозможности использования естественного водообхода, например при очень узкой пойме, либо при её отсутствии, 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. 23).

У таких водосбросов водосливной порог расположен вдоль горизонталей берегового склона, и на участке водослива поток движется с увеличением расхода вдоль пути. Из траншеи водный поток поступает в сбросной канал, по которому движется к сопрягающему сооружению и сбрасывается через отводящий канал в тальвег.

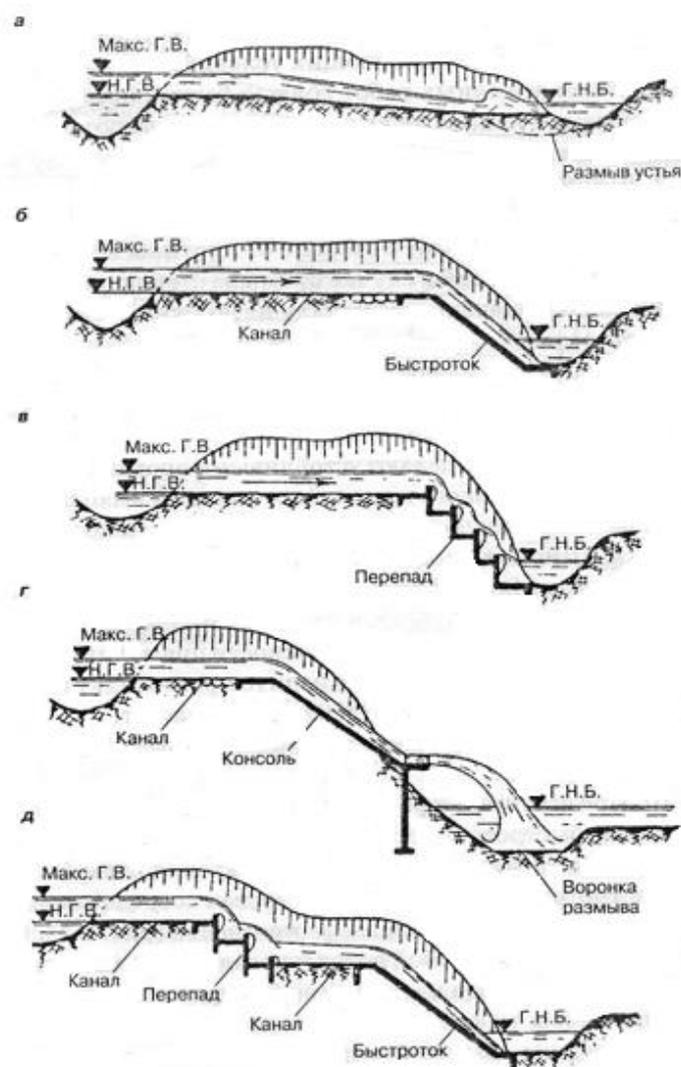


Рисунок 23 - Схемы водосбросных каналов:

а – канал с креплением русла; б – канал с быстротоком; в – канал с перепадом; г – консольный сброс; д – комбинированный тип (канал с перепадом и быстротоком).

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:

- 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;
- каналы с быстротоком в концевой части;
- каналы с многоступенчатым перепадом;
- каналы с консольным сбросом;
- каналы с несколькими сопрягающими сооружениями.

Быстроток. Его устраивают в местах сосредоточенного, но плавного падения рельефа местности. 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. (см. Рис. 24) Здесь скорость течения воды гасится, и вода плавно поступает в отводящий канал или русло реки.

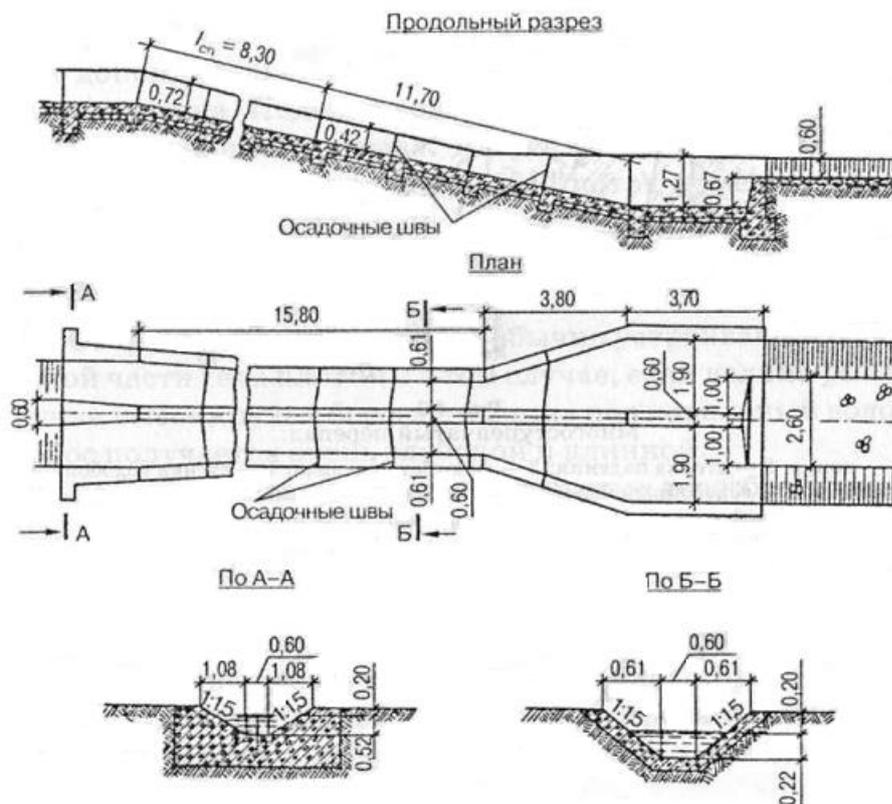


Рисунок 24 - Быстроток.

Ширину лотка быстротока определяют по формуле:

$$B_c = \frac{Q}{m\sqrt[3]{2gH}},$$

где Q - расход воды через быстроток прямоугольного сечения, $м^3/с$;

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

H - глубина воды в подводящем канале;

g - ускорение силы тяжести — 9,81 $м/с^2$.

Расход воды через быстроток прямоугольного сечения определяют по формуле:

$$Q = h_H B_C \sqrt{Ri},$$

где h_H — 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. 25).

Его устраивают при большом уклоне концевой части водосбросного канала, когда быстрое течение невозможно. 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.

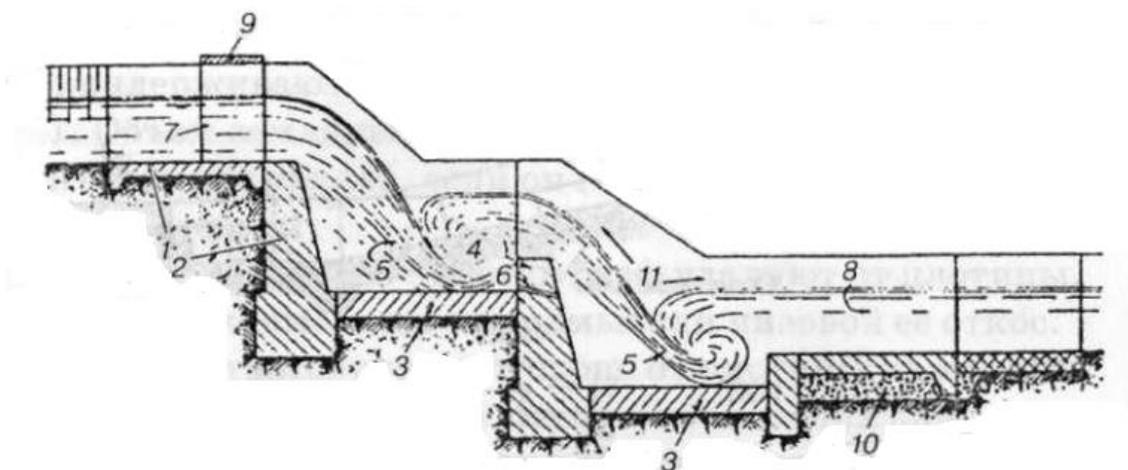


Рисунок 25 - Многоступенчатый перепад:

1 – пону́р; 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 быстрого течения.

Консольный перепад. Консольный перепад — это продолжение канала или быстрого течения в виде лотка. Его устраивают в месте резкого падения рельефа конца земляного канала (Рис. 26).

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 скорости воды под падающий поток помещают железобетонные плиты.

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

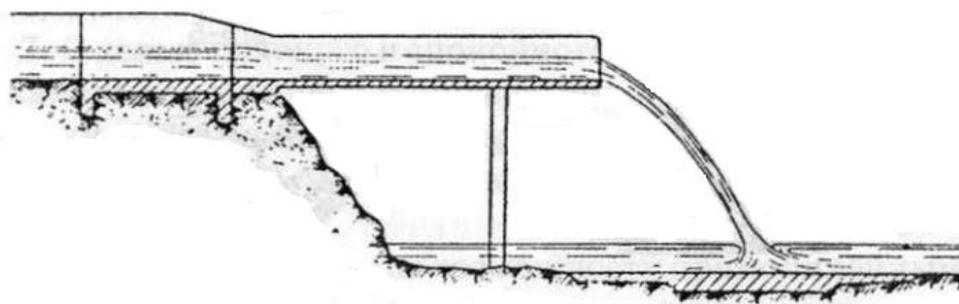


Рисунок 26 - Консольный перепад

Земляные водосбросы с боковым сливом. Сопрягающие сооружения (быстроходы, перепады и др.) — наиболее дорогая и сложная часть водосбросов, поэтому при невысоких плотинах стали применять земляной водосброс с боковым сливом, где отсутствует сопрягающее сооружение. Этот тип водосбросов получил широкое распространение при небольших прудах сельскохозяйственного назначения.

Земляной водосброс с боковым сливом основан на принципе рассредоточения потока, когда паводковый расход тонким слоем (10—15 см) выводится на естественный склон балки и затем с малыми скоростями при фронте слива сбрасывается в тальвег по естественно задернованному или облесенному склону.

Водосброс с боковым сливом состоит из входной части, подводящего канала, сливного порога и сливного склона. Концевую часть подводящего канала в пределах сливного порога делают переменной ширины с обратным уклоном дна. Сливной порог представляет собой горизонтальную площадку, размещенную параллельно горизонталям склона балки и закрепленную одерновкой или каменной отмосткой. По всей длине сливной порог имеет одинаковую отметку, равную отметке нормального подпорного уровня или немного меньше нее.

Длину сливных порогов назначают в пределах 20—80 м, в зависимости от поперечного уклона и задернованности сливного склона.

Земляные водосбросы с боковым сливом можно применять при прудах, имеющих разность бьефов не свыше 4—5 м; ровных и пологих, хорошо задернованных склонах с поперечными уклонами не свыше 0,15—0,2 и продольными — не более 0,01; сбросных расходах до 10—12 м³/сек. При водосбросах с боковым сливом обязательно устраивают при пруде донный водоспуск для сброса малых послепаводочных расходов и своевременного выключения из работы земляного водосброса.

Ковшовый водосброс. Этот тип водосброса работает в таких же условиях, как и траншейный водосброс. Водосливная кромка образуется устройством ковша, в который с трех сторон сливается вода. Водослив устраивают по типу тонкой стенки, чем обеспечивается больший коэффициент расхода, а следовательно и меньшую длину водослива. Вода отводится из ковша по напорным трубам или по быстротоку.

Сифонный водосброс. Сифонные водосбросы находят все большее применение в гидротехнике, так как обладают большей удельной пропускной способностью по сравнению с открытыми водосбросами. Сброс воды сифоном может осуществляться, как управляемо, так и автоматически, с фиксацией отметки уровня верхнего бьефа с точностью 10—20 см.

Шахтные водосбросы. Шахтные водосбросы обычно устраивают при узких скальных ущельях с крутыми склонами, их можно применять при значительных напорах и больших расходах.

Шахтный водосброс представляет собой кольцевой водослив (воронку), сбрасывающий воду в нижний бьеф через вертикальную шахту и отводящий туннель. Состоит из вертикальной шахты квадратного или круглого сечения и горизонтальной трубы прямоугольного или круглого сечения и водобойного устройства (см. Рис. 27).

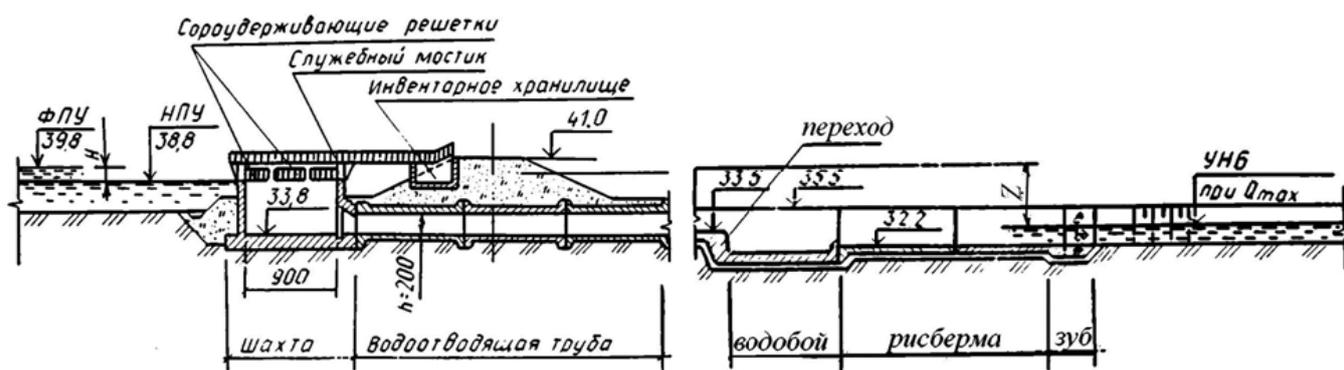


Рисунок 27 - Шахтный водосброс

Входную воронку в плане следует размещать так, чтобы был обеспечен плавный и равномерный подвод воды по всему периметру гребня кольцевого водослива. Лучше всего центр шахты располагать на естественной площадке берега водохранилища. Чтобы не допустить винтовое движение воды в шахте, на гребне воронки по радиусам ставят железобетонные, бычки, направляющие движение потока. В некоторых сооружениях между бычками на гребне устанавливают затворы, действующие обычно автоматически.

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 ($\text{м}^3/\text{с}$) определяют по формуле:

- для шахты многоугольной ($\text{м}^3/\text{с}$) -

$$Q = mb\sqrt{2g} \cdot \sqrt{H^3};$$

- для шахты круглой ($\text{м}^3/\text{с}$) -

$$Q = m \cdot 2\pi R \sqrt{2g} \cdot \sqrt{H^3},$$

где m — коэффициент расхода шахты с плоским гребнем (примерно 0,36-0,4);

R — радиус шахты, м;

g — ускорение силы тяжести, $9,81 \text{ м/с}^2$;

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 (комбинированный водосброс). Для этого внизу шахты делают отверстие, перекрываемое щитом.

Комбинированные водосбросы

Комбинированный водосброс 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. (Рис. 28).

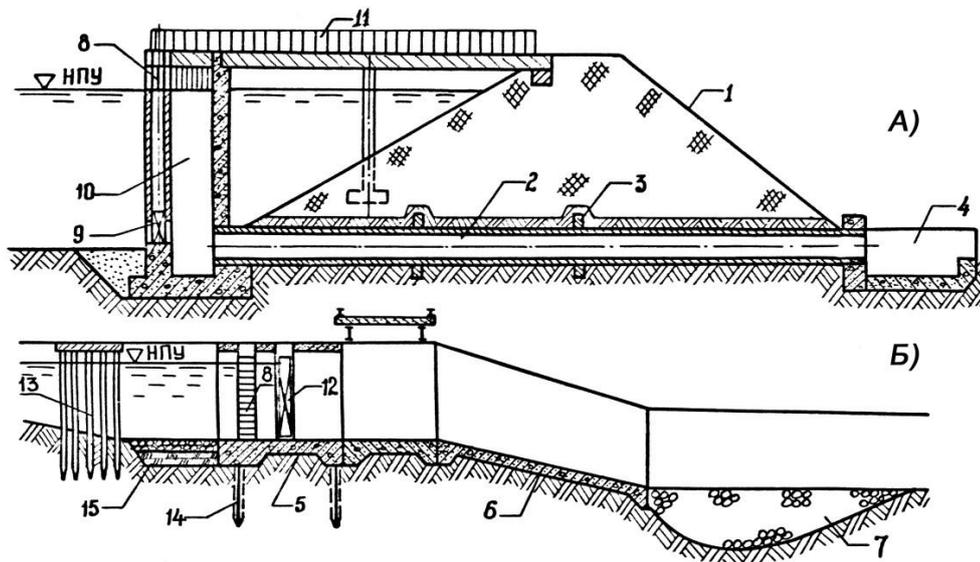


Рисунок 28 - Комбинированные паводковые водосбросы: А - шахтный; Б - лотковый.

1 - контурная дамба; 2 - водопроводящая труба; 3 - диафрагма; 4 - водобойный колодец; 5 - водобой; 6 - быстроток; 7 - ковш-гаситель; 8 - сороудерживающая решетка; 9 - затвор донного отверстия; 10 - шахта водосброса прямоугольного сечения; 11 - служебный мостик; 12 - затвор; 13 - льдозащитная стенка; 14 - шпунты; 15 - глиняная подушка.

В некоторых конструкциях водосброс шахтного типа, трубу донного водоспуска перекрывают задвижкой, находящейся в шахте. Возможны и две шахты. Одна — ближняя к плотине — служит водосбросом, удаленная — для задвижки донного водоспуска. Верхний ее край находится на отметке гребня плотины. При любом типе водосброса с гребня на него укладывают служебный мостик различного устройства.

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

Вопросы для самоконтроля:

1. Паводковые водосбросные сооружения: типы, назначение, техническая характеристика. Составные части паводкового водосброса.
2. Шахтные (автоматические) водосбросы. Конструкция шахтного водосброса, его основные элементы.
3. Щитовые (управляемые) водосбросы.
4. Паводковые водосбросные сооружения, их назначение, типы, основные отличия. Принцип выбора типа водосброса.
5. Водосбросные сооружения для пропуска больших паводковых расходов. Защита водосброса от льда.
6. Управляемые и неуправляемые водосбросные сооружения. Назначение, основные элементы.

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [14], [17], [18], [22], [23], [31], [32], [34], [37], [39], [40],

1.2.4 Сооружения водоснабжения и водоотведения.

Системы водоснабжения и водоотведения рыбоводных прудов и сооружения на них. Основные составляющие.

Водозаборные сооружения и насосные станции. Типы (безплотинные и плотинные, поверхностные и глубинные, по типу напорных и безнапорных труб, башенные и безбашенные), основные требования и признаки.

Головное заборное сооружение: типы (открытого типа - открытый и диафрагмовые шлюзы-регуляторы; закрытого типа – трубчатые водозаборные шлюзы-регуляторы, по типу напорных и безнапорных труб с затвором на выходе, башенные и безбашенные водозаборы), конструкции, условия применения. Водоснабжение с механическим подъемом воды. Условия применения, состав, типы водозаборов (стационарные береговые и плавучие, глубинные; передвижные). Устройство водозаборов, трубопроводов, насосных станций, насосное оборудование.

Водоподающая сеть: магистральные и отводные каналы. Водоподающие лотки и трубопроводы. Регулирующие сооружения на каналах: шлюзы-регуляторы, перегораживающие сооружения. Водовыпуски из каналов в пруды: открытые бетонные, лотковые, трубчатые водовыпуски. Переходные сооружения: акведуки (лотковый, трубчатый) и дюкеры (закрытые колодезный и криволинейный, открытый с напорным трубопроводом). Сопрягающие сооружения: перепады (ступенчатые, консольные, шахтные и щелевые) и быстротоки.

Внутренняя рыбоводно-осушительная сеть прудов. Водоспускные сооружения: открытые, закрытые (трубчатые), донные (типа «монах», безбашенный упрощенный) и башенные водоспуски. Внешняя водосбросная сеть: рыбоуловители, сбросные каналы. Дополнительное сооружение рыбоводных хозяйств: водоприемники и регулирующие сооружения на них (выправительные и водостеснительные сооружения, струнаправляющие и поперечные дамбы, полузапруды, оградительные дамбы). Технические характеристики сооружений, условия применения, устройство.

Водозаборные сооружения

Водозаборные сооружения классифицируют:

- по назначению — хозяйственно-питьевого или производственного водоснабжения;
- по роду водоисточника — речные, морские, водохранилищные;
- по месту расположения водоприемника — береговые и русловые;
- по производительности — малой, средней и большой производительности;
- по степени обеспеченности подачи воды — I, II и III категорий;
- по компоновке основных сооружений водозабора — совмещенные (компонуются в одном сооружении) и отдельные (комплекс сооружений);
- по степени стационарности — стационарные и нестационарные (плавучие, фуникулерные, передвижные);
- по характеру водозабора – плотинные (забор воды самотеком или насосами из искусственного водоема запруженного плотиной) и безплотинные (забор воды из естественных водоемов без сооружения подпорных плотин);
- по характеру водоисточника – поверхностные (поверхностный источник воды – озеро, река, море, ручей, пруд, водохранилище);
- по техническому характеру забора воды по трубопроводам – напорных труб (вода подается под напором созданным естественным напором или искусственно - механически) и безнапорных труб (вода движется самотеком при низком напоре);
- по техническому оснащению водозаборного сооружения – башенный и безбашенный водозабор.

Системы водоснабжения и водоотведения рыбоводных прудов и сооружения на них

Для водоснабжения рыбоводных предприятий могут быть использованы реки, ручьи, каналы, водохранилища, озера, артезианские скважины и прочие источники воды. *Водоснабжение прудов может быть самотечным или с механической подачей воды.* Самотечный способ наиболее употребим, поскольку более дешев и прост в эксплуатации.

Система водоснабжения рыбного хозяйства включает: водозаборное сооружение, систему водоподающих каналов и водорегулирующих сооружений на них, водоподающие сооружения на прудах. Система водоотведения включает: рыбосборно-осушительную сеть прудов, водовыпускные сооружения, рыбоуловители, систему водоотводящих и иных каналов. При этом, в зависимости от выполняемой функции, различают каналы: *водоподающей сети, внутренней рыбосборно-осушительной сети, внешней сбросной сети, нагорные каналы, дренажные каналы, рыбоходно-нерестовые каналы и пр.*

Водоподающая сеть

Водопадающая сеть состоит из:

- водозаборного устройства (открытого или закрытого типа);
- водоподающих каналов, разделяющихся на магистральные (главные), проводящие воду из водохранилища в район расположения прудов и распределителей, подводящих воду непосредственно к прудам;
- регулирующих устройств (шлюзов – регуляторов и вододелителей – для случая подачи воды из одной точки магистрального канала сразу в несколько прудов);
- водовыпусков (лотковых и трубчатых) в пруды.

Водозаборное устройство (сооружение) при самотечной подаче воды должно:

- обеспечивать выполнение графика наполнения прудов водой;
- предотвращать попадание в водоснабжающий канал сорной рыбы из источника водоснабжения;
- предохранять магистральный канал от попадания в него наносов, льда.

Существует два типа *водозбора воды для рыбохозяйственных целей* из источника водоснабжения: *плотинный и бесплотинный.* Тип водозабора выбирают в зависимости от расходов воды в реке и в водозаборе, а также от соотношения отметок уровня воды в реке и магистральном канале.

Бесплотинный водозабор применяют в случае, когда расход воды в канале составляет не более 20% от расхода водотока, а также когда уровень воды в канале ниже уровня воды в реке. В остальных случаях применяют плотинный водозабор

Плотинный водозаборный узел состоит из плотины, водозаборного сооружения и паводкового водосброса.

Водозаборное сооружение может быть: *открытым (типа шлюза) и закрытым (трубчатым)* (Рис. 29).

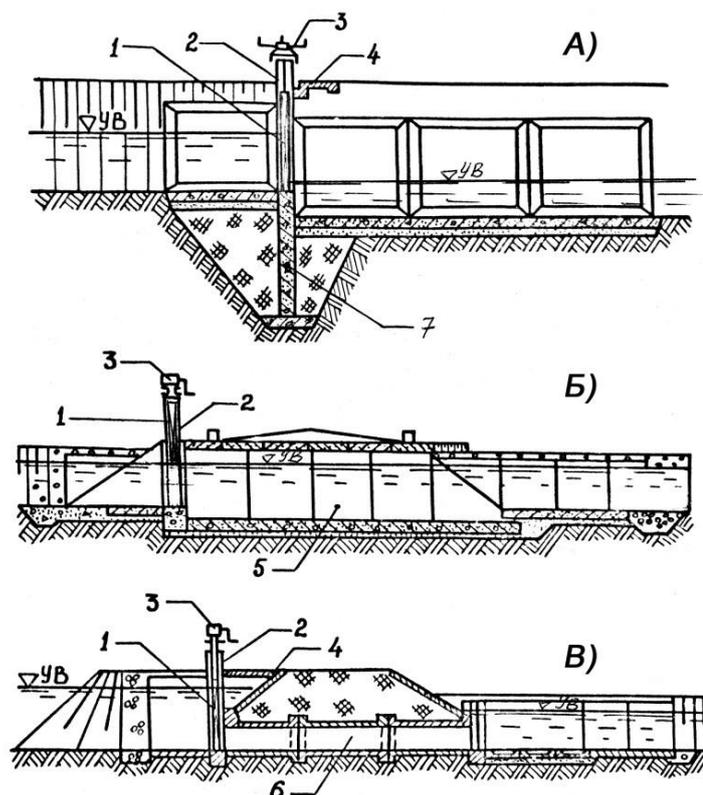


Рисунок 29 - Типы плотинных водозаборов:

А - открытый (диафрагмовый); Б - открытый (лотковый); В - закрытый (трубчатый):
 1 - затвор (металлический щит); 2 - рама; 3 - подъемник затвора; 4 - служебный мостик; 5 - железобетонный лоток; 6 - железобетонная секционная труба; 7 - диафрагма.

Основными элементами водозаборного сооружения являются: флютбет, устои, бычки промежуточные (в случае необходимости пропуска большого расхода), затвор (затворы), сопрягающие сооружения.

Рабочий элемент сооружения – плоский подвижной щит (затвор), позволяющий пропускать в водоподводящую сеть необходимое количество воды.

Водоподающие каналы, разделяются на *магистральные* (главные) и *ответвления*, подводящие воду к отдельным прудам или к группе прудов.

В рыбоводных хозяйствах обычно применяют самотечные каналы, в которых вода из источника водоснабжения движется под действием силы тяжести из-за наличия уклона дна.

Магистральные водоподающие каналы рыбоводного хозяйства обычно представляют из себя искусственное русло трапецидального сечения, выполненное без крепления дна и откосов. Трапецидальная форма канала является гидравлически наиболее выгодным сечением, при котором обеспечивается максимальная пропускная способность.

С боков канал ограничивается откосами с различными уклонами, в зависимости от грунта, в котором он расположен. Снизу канал (дно канала) ограничивается нижним основанием трапеции. Глубина канала складывается из глубины воды в канале (h) и сухого запаса (d).

При выборе размеров поперечного сечения канала необходимо обеспечить бесперебойную подачу воды в необходимое время к рыбоводным прудам. Одним из важнейших факторов, влияющих на работу канала, является скорость течения воды. Скорость течения воды в канале не должна вызывать размыва русла, т.е. не должна превышать предельную не размывающую скорость. В то же время скорость

течения воды в канале не должна вызывать его заилиние взвешенными наносами, т.е. должна быть больше предельной заиляющей скорости.

В некоторых случаях грунтовые магистральные каналы заменяют железобетонными лотками или трубопроводами.

Магистральные водоподающие каналы располагаются на высоком (обычно правом) берегу поймы реки таким образом, чтобы из магистрального канала можно было подавать воду во все пруды хозяйства *самотеком*.

Ответвления магистрального канала, подающие воды непосредственно в пруды, выполняются (в зависимости от топографии) в виде земляного канала, железобетонного лотка или трубы. Размеры поперечных сечений ответвлений магистрального канала к прудам значительно меньше размеров главного водоподающего канала и зависят от категории обслуживаемых ими прудов.

Водорегулирующие устройства (сооружения) устраиваются на магистральных водоподающих каналах. Служат для регулирования подачи расходов воды собственно в пруды.

Основные элементы регулирующего сооружения: затвор (щит), флютбет, устои, сопрягающие сооружения.

Водовыпуски из каналов в пруды служат для регулирования подачи воды из магистрального канала в пруды различных категорий и обеспечения их заполнения до проектных отметок в расчетные сроки (Рис. 30).

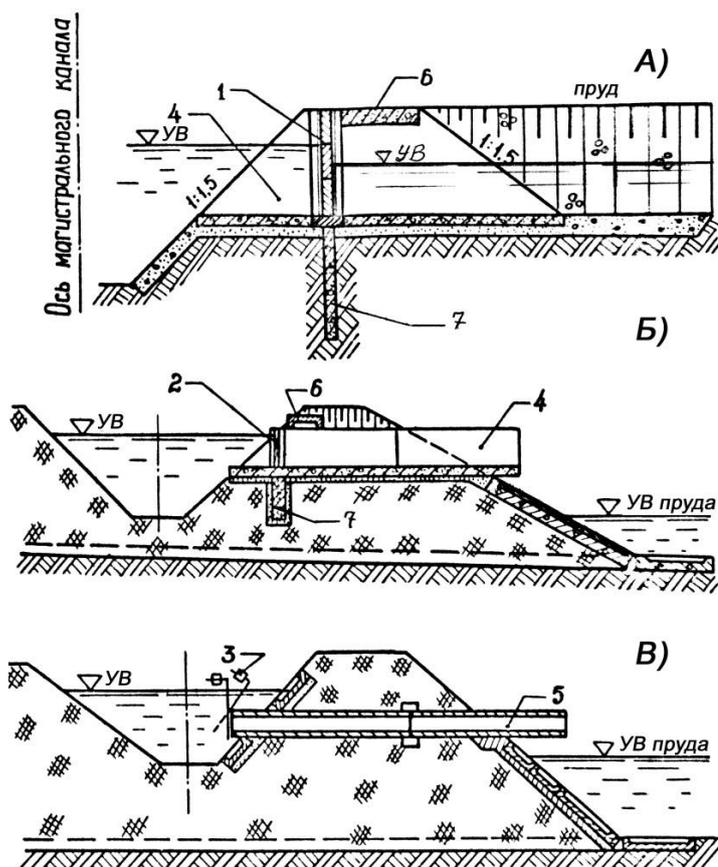


Рисунок 30 - Водовыпуски из каналов в пруды:

А - лотковый (с расположением флютбета водовыпуска на отметке дна пруда); Б - лотковый (с расположением флютбета водовыпуска выше отметки дна пруда); В - трубчатый:

1 - шандоры; 2 - металлический щит; 3 - клапан; 4 - железобетонный поток; 5 - железобетонная труба; 6 - служебный мостик; 7 - диафрагма.

Наиболее распространены в рыбоводных хозяйствах водовыпуски трубчатые различных типов и конструкций, но могут использоваться и открытые – в виде лотка.

Основные элементы: затвор (щит), водопроводящий элемент (труба или железобетонный лоток), сопрягающие элементы.

Сопрягающие сооружения – перепады и быстротоки – устраивают на каналах, проходящих по местности с уклоном, превышающим уклон дна канала.

Сопрягающие сооружения должны обеспечивать установленный режим работы канала, пропуск необходимо расхода воды, безопасность движения воды, как в самом сооружении, так и в канале, перед сооружением и ниже его, пропуск через сооружение плавающих предметов и шуги.

Выбор типа и конструкции сопрягающего сооружения зависит от гидрогеологических условий, наличия местных строительных материалов и производится на основании технико-экономических расчетов.

По длине магистрального водоподающего канала (в местах резкого возрастания уклона местности) устраивают обычно *быстротоки* или *ступенчатые перепады*.

Перепады (консольные, шахтные, щелевые) обычно устраивают на выходе водовыпусков в пруд либо весь водовыпуск (в зависимости от топографии участка) выполняют в виде перепада (Рис. 31).

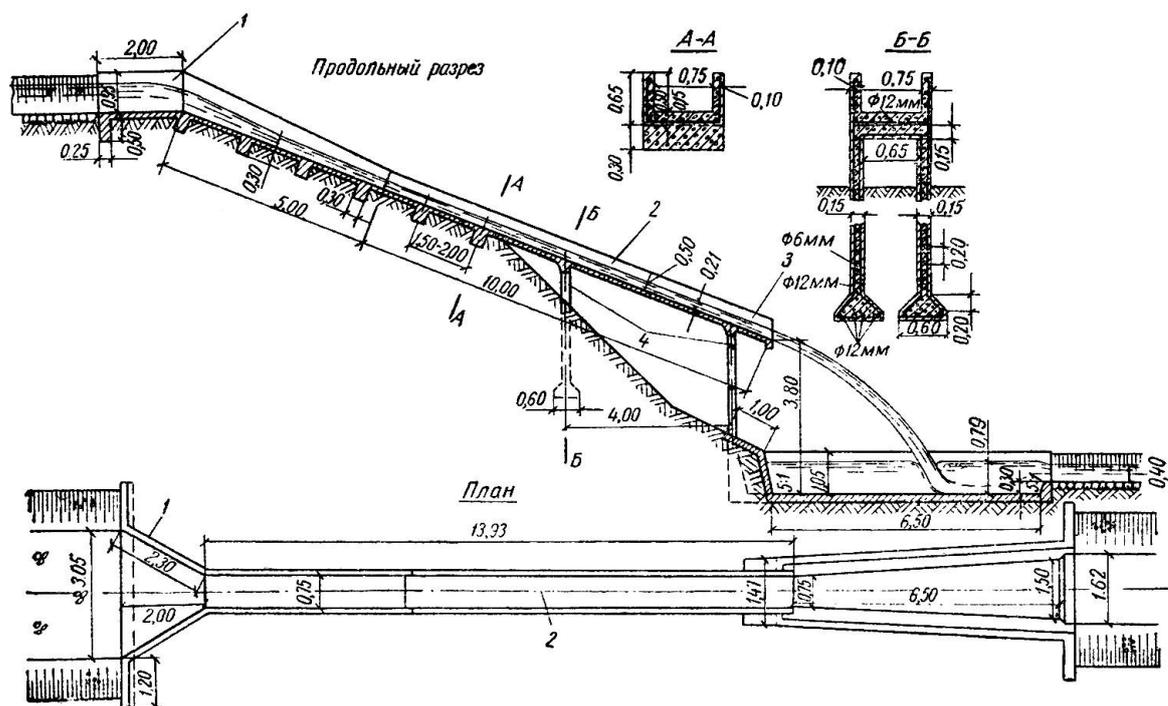


Рисунок 31 - Консольный железобетонный перепад:
1 - входная часть; 2 - быстроток; 3 - консоль; 4 - опоры сооружения.

Быстротоки – лотки, соединяющие два участка канала, расположенные на разных отметках.

Поскольку в лотке быстротока скорости выше, чем в канале, то дно его укрепляется дерном, одиночным мощением деревом, бутовой кладкой, бетоном, железобетоном.

Быстроток состоит из входной части, наклонного лотка и выходной части (водоуспокоительной). Входной участок – раструб – переходной участок от канала

к наклонному лотку. Наклонный лоток выполняется прямоугольного или трапецеидального сечения с продольным уклоном от 0,2 до 0,05.

Выходной участок устраивается в виде водобойного колодца или водобойной стенки, где происходит гашение энергии потока, выходящего из лотка быстротока. При значительных уклонах дна наклонного лотка на дне его создается «искусственная шероховатость» - ребра, зубья, шашки и пр. – для гашения энергии потока быстротока.

Перепады. Существуют перепады ступенчатые, консольные, шахтные и щелевые:

Ступенчатый перепад – ГТС, дно которого состоит из вертикальных и горизонтальных участков, образующих отдельные ступени. С боков сооружение ограничено вертикальными или наклонными стенками. Ступенчатые перепады могут быть одно и много ступенчатыми.

Сооружаются перепады из бетона, железобетона, бутовой и кирпичной кладки, дерева, а при малых расходах и малой разнице в отметках участков канала могут быть выполнены из хвороста и камня. Высота ступеней перепадов зависит от рельефа местности и от материала, из которого изготовлен перепад.

Консольный перепад состоит из входной части, быстротока, консольного выступа, опор выступа и водобойного колодца, обычно устраиваемого в пруде в месте падения струи воды.

Консольные перепады целесообразно строить из железобетона на глинистых или суглинистых грунтах.

Шахтный перепад состоит из вертикальной шахты и горизонтальной трубы. К шахте вода подводится по каналу или по трубе. При устройстве такого перепада резко сокращаются размеры перепада, нет необходимости в устройстве специальных переходов и мостов.

Щелевой перепад – стенка трапецеидального сечения с одной или несколькими щелями, установленная поперек канала. С низовой стороны стенки устраивается водобойный колодец, за колодцем – крепление камнем.

Переходные сооружения – *акведуки и дюкеры* – *устраивают в местах пересечения магистрального водоподводящего канала с какими – либо препятствиями: естественными (реками, лощинами, оврагами) или искусственными (каналами, дорогами).*

Переходное сооружение должно беспрепятственно обеспечить пропуск воды из одного участка канала в другой.

Выбор типа переходного сооружения зависит от: гидрологических и топографических условий местности, вида препятствия и материала, из которого будет возводиться переходное сооружение.

Акведук устраивается в виде, моста, пролетным строением которого является лоток или труба, по которой проходит расход канала (Рис. 32).

Акведук включает: входную часть, собственно акведук (лоток или труба и система опор, поддерживающих лоток), выходную часть.

Входная и выходная части обеспечивают плавное сопряжение переходного сооружения с частями канала, примыкающими к переходному участку, и отсутствие фильтрации в местах стыка отдельных частей сооружения. Обычно лоток (труба) акведука сопрягается с входным и выходным участками канала порталными стенками, обеспечивающими фиксацию лотка (трубы) на береговых участках и исключают возможность фильтрации в месте стыка.

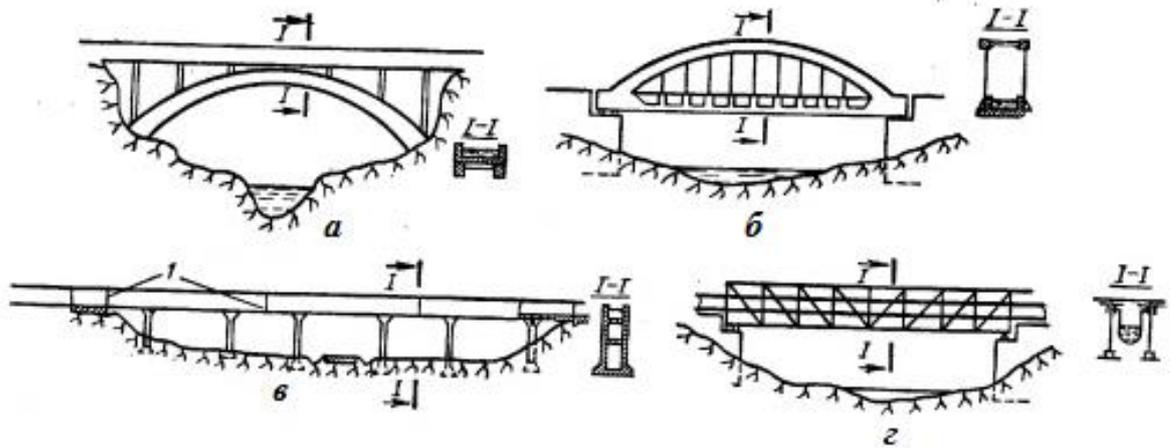


Рисунок 32 - Схемы акведуков различных типов:
 а – арочный; б – рамный; в – в виде фермы перекрывающей весь пролет; г – деревянный.

Дюкер устраивается на участке пересечения двух каналов, канала или дороги и т.д. Дюкеры бывают двух типов: засыпанные (при пересечении канала или дороги) и открытые при пересечении долин. Засыпанные дюкеры делятся на колодезные (шахтные) и криволинейные (Рис. 33). Дюкер должен быть водонепроницаемым и обеспечивать отвод фильтрационных вод за пределы сооружения.

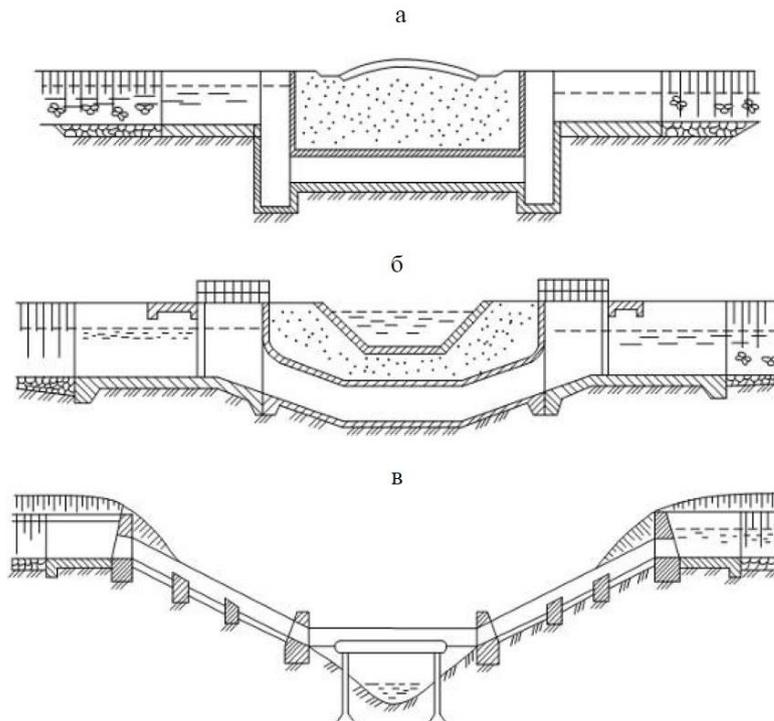


Рисунок 33 - Типы дюкеров:
 а – закрытый колодезного типа; б – закрытый криволинейный; в – открытый криволинейный.

Колодезный дюкер состоит из входного и выходного колодцев и напорной трубы, которая проходит от входного колодца к выходному. Во входном колодце обычно предусматривается устройство решеток, предотвращающих засорение дюкера. Сверху колодцы закрывают крышками. В нижних частях колодца иногда предусматривают устройство грязевиков для осаждения наносов.

Криволинейные дюкеры выполняют из круглых или прямоугольных железобетонных или металлических труб

Конструкция дюкера должна быть такой, чтобы его можно было осматривать, ремонтировать, очищать в период эксплуатации.

Водоснабжение с механическим подъемом воды.

Подается вода, как *из поверхностных*, так и *поземных источников воды*.

Включает в себя комплекс сооружений:

- устройство для забора воды – водозабор с рыбозащитным устройством;
- сооружение для транспортировки воды от водозабора к насосу – канал или трубопровод;
- водоприемное сооружение для подачи воды к всасывающей трубе насоса;
- насосная станция – непосредственно здание;
- напорный трубопровод;
- водовыпускное сооружение в виде напорного бассейна, из которого начинается магистральный канал.

Насосные станции по расположению *поверхностного водозабора* выделяют:

а) стационарного типа:

- береговая - расположена на крутом берегу при значительной глубине водотока;
- русловая - на пологом берегу при всасывающем оголовке водозабора не ниже чем 0,5 м. от дна водотока;
- раздельное размещение – на берегу водохранилища в верхнем его бьефе;
- совмещенное размещение – в теле плотины или в нижнем бьефе водоема;

б) передвижного типа (возможно их перемещение содной точки забора воды в другую).

в) плавучего типа (располагаются на понтонах непосредственно на поверхности водного объекта).

Здания насосных станций бывают:

- заглубленного типа (здание насосной станции расположено в специальном приямке, необходимом для уменьшения высоты напора вода на всасе);
- незаглубленного типа (насосная станция расположена без заглубления в грунт).

Насосные станции по конструкции *подземного водозабора* (глубины заглубления насоса ниже отметки грунта) выделяют:

1. глубинные;
2. неглубокие с каптажем.

В насосных станциях используют различные типы насосов:

- центробежные;
- осевые;
- поршневые;
- вибрационные;
- мембранные;
- плунжерные и др.

Кроме этого для механического подъема воды в рыбных хозяйствах используются *установки гидравлического тарана и эрлифты*.

Внутренняя рыбосборно–осушительная сеть

Рыбоводные пруды в зависимости от их назначения бывают залиты водой определенный отрезок времени. По окончании периода работы хозяйства вода из рыбоводного пруда должна быть полностью спущена, а ложе его очищено.

Для сбора воды с ложа пруда и подвода ее к донному водоспуску, а также для полного ската рыбы из пруда, на ложе пруда устраивают *рыбосборно – осушительную сеть*, собирающую воду и рыбу со всей площади пруда в *сбросные каналы*, куда она попадает через *донный водоспуск*.

Рыбосборно–осушительная сеть представляет собой сеть каналов по ложе пруда. При этом главным условием является наличие уклона их дна в сторону донного водовыпуска. Вид каналов и их взаимное расположение зависит от топографических особенностей ложа пруда. Расположение осушительных каналов на ложе пруда может быть различным (лучевое, елочное или сложное).

Центральный рыбосборный канал сети обычно имеет уклон 0,002-0,003. Размеры осушительной сети могут быть различными, зависящими от категории пруда: глубина каналов 0,5 – 1,0м, ширина по дну 0,3 – 1,0м.

Внешняя водосбросная сеть

Внешняя водосбросная сеть прудового хозяйства состоит из *донных водоспусков* из прудов и системы *сбросных каналов*, переводящих всю отработанную в хозяйстве воду из прудов в водоприемник (обычно русло реки ниже плотины).

Донные водовыпуски располагают в самых низких местах водоема (пруда) с таким расчетом, чтобы был обеспечен полный сброс воды, как из пруда, так и из осушительной сети. При устройстве в пойме реки их располагают не в русле реки, а в стороне от него.

Донные водоспуски предназначены для полного осушения рыбоводного водоема с целью вылова выращенной рыбы, освежения воды при сложном гидрохимическом режиме пруда, для расчистки рыбосборных канав на дне водоема и очистки его ложа 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 при больших расходах воды в период паводка или во время ливней водоспуски выполняют вспомогательную роль водосбросов.

Сбор рыбы со всей площади пруда производится либо накрепленном участке входного оголовка водоспуска, либо на выходном участке, выполненном в виде бетонного водобойного колодца, где она облавливается рыбаками сетью, либо из водоспуска рыба переводится в рыбоуловитель, где затем облавливается.

Выполняют водоспуски из бетона или железобетона, используя для водопроводящей части асбестоцементные, железобетонные или металлические трубы.

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

Открытые водоспуски. Подобные 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. Из-за сложности устройства открытые водоспуски устраивают редко.

Закрытые (трубчатые) водоспуски. Бывают четырех типов: *напорные, безнапорные, башенные, сифонные.*

Напорные водоспуски (см. Рис. 34) создают в том случае, когда затвор находится в концевой его части, перед рыбоуловителем. 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.

Работа без срывов напорного трубопровода обеспечивается плавно расширяющимся входом в него, с превышением уровня в ковше над входом в трубы на 30—50 см.

Безнапорные водоспуски имеют донную трубу (см. Рис. 34), закрывающуюся в начале (расположенную в мокром бьефе пруда). Это может быть щит или захлопка.

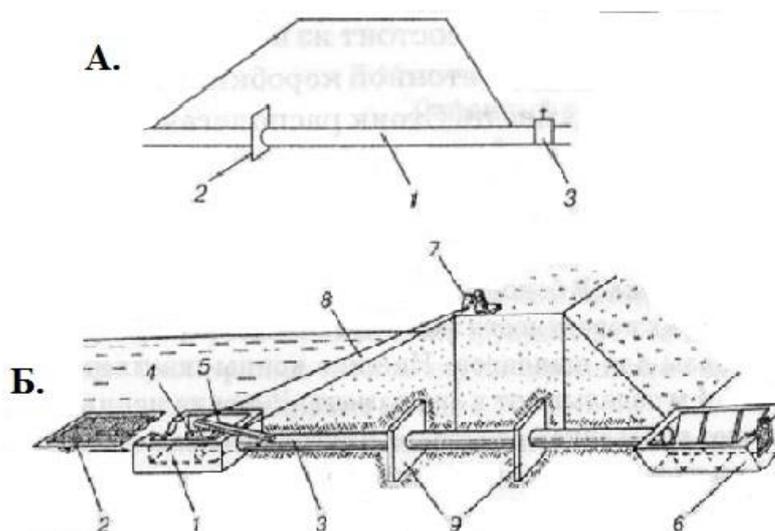


Рисунок 34 - Типы закрытых водовыпусков прудов.

А/ напорный закрытый водовыпуск: 1 – труба – лежак; 2 – диафрагма; 3 – запорный вентиль.
 Б/ безнапорный закрытый водовыпуск: 1 – приямок; 2 – решетка; 3 – труба – лежак; 4 – клапанный затвор; 5 – кронштейн; 6 – струегаситель; 7 – лебедка; 8 – трос; 9 – диафрагма.

При строительстве безнапорных закрытых водовыпусков применяют асбоцементные и металлические трубы. 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. 35).

Водоспуск состоит из входного оголовка, вертикальной башни для затворов, водопроводящей части в виде трубы, выходного оголовка, выполняемого обычно в виде водобойного колодца и служебного мостика.

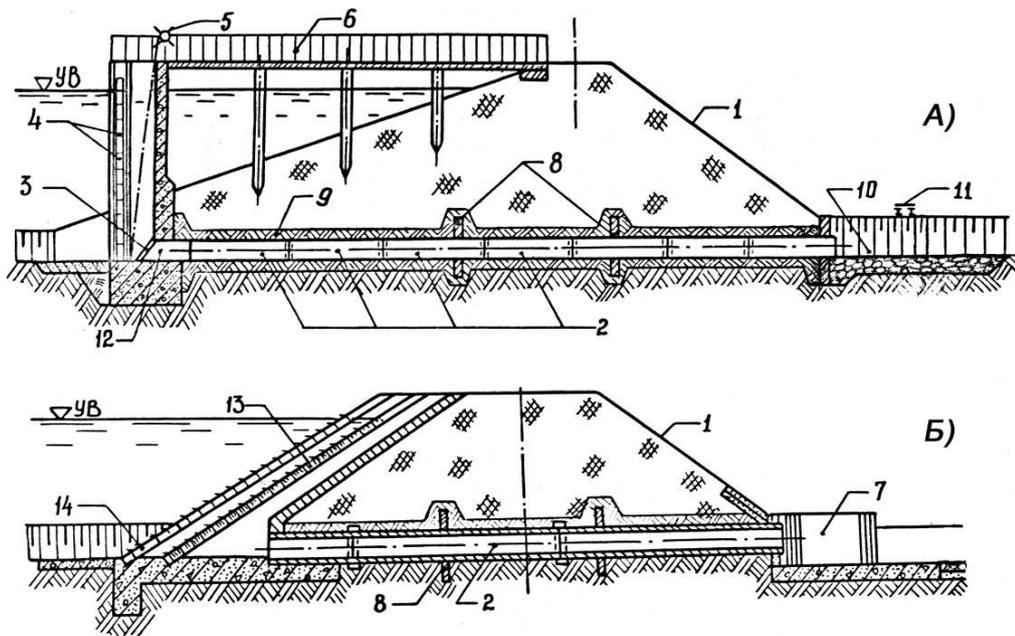


Рисунок 35 - Донные водоспуски закрытого типа рыбоводных прудов:

А - с вертикальной башней (типа «монах»); Б - с наклонной башней. 1 - контурная дамба пруда; 2 - асбестоцементные трубы; 3 - клапан; 4 - шандоры; 5 - ворот; 6 - служебный мостик; 7 - рыбоуловитель; 8 - ж.б. диафрагма; 9 - плотно утрамбованный суглинок; 10 - водобойный колодец; 11 - служебный мостик; 12 - металлический патрубок; 13 - рыбозаградительная решетка; 14 - сорозащитная решетка.

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 ($\text{м}^3/\text{с}$) определяют по формуле

$$Q = M_s \omega \sqrt{2gH},$$

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

M_s - коэффициент расхода системы;

ω - площадь сечения трубы, м^2 ;

g - ускорение силы тяжести, $9,81 \text{ м/с}^2$;

H - действующий напор для данного сооружения, м.

Коэффициента расхода системы M_s , рассчитываем по формуле:

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

Сифонные водовыпуски устраивают на нагульных прудах, плотины которых по разным причинам нельзя разрушать, или для последующего устройства донного водоспуска (Рис. 36). Их применяют в небольших прудах (до 10 га).

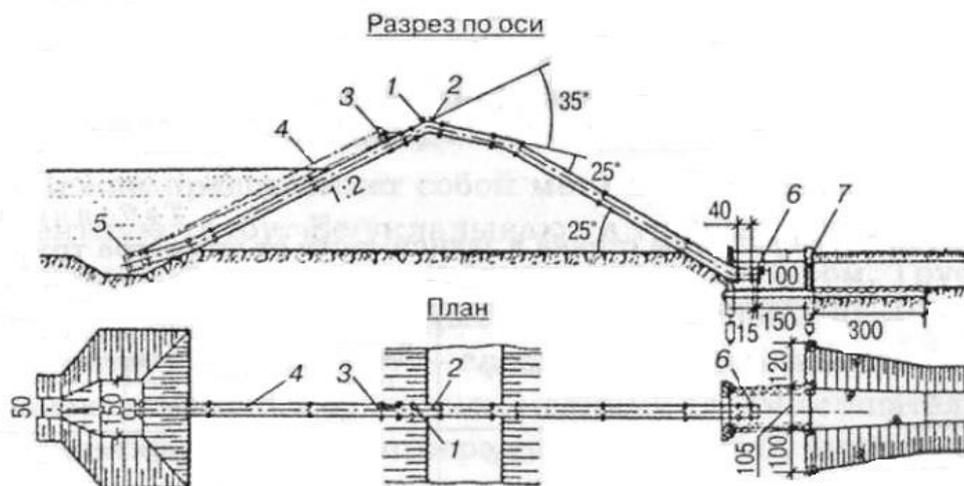


Рисунок 36 - Сифонный водовыпуск:

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 любой 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. При использовании для опорожнения пруда сифонного водовыпуска указанных проблем не возникает.

Сбросные каналы трассируют от донных водоспусков или рыбоуловителей к водоприемнику и рассчитывают на пропуск расходов, обеспечивающих своевременный спуск и облов прудов. Сбросным каналам придают уклоны дна 0,0005-0,002 из расчета их неразмываемости. Габариты каналов определяют из условия пропуска расчетных расходов за определенное время.

Дополнительное сооружение рыбоводных хозяйств

В прудовом рыбоводстве есть сооружения, не входящие непосредственно в цикл рыборазведения, но улучшающие работу хозяйства. К этим сооружениям относятся: рыбоуловители, нагорные каналы, ловчие или дренажные каналы, рыбоходно-нерестовые каналы.

Рыбоуловители предназначены для облегчения и ускорения вылова рыбы из рыбоводных прудов (выростных и нагульных). Рыбу с водой перепускают в камеру рыбоуловителя, где она некоторое время находится, и откуда ее затем вылавливают (Рис. 37, Рис. 38).

Рыбоуловитель – комплекс ГТС, включающий перегораживающее сооружение с рыбозаградительными решетками на сбросном канале, камеру рыбоуловителя, водовыпуск в нее и водовыпуск из нее.

Рыбоуловитель располагается ниже донного водоспуска и предназначен для концентрации, содержания и порционного отлова выращенной в прудах рыбы. Дно камеры рыбоуловителя обычно расположено на 0,8-1,2м ниже порога донного водоспуска, поэтому перегораживающее сооружение на сбросном канале проектируют с соответствующим перепадом. Камера рыбоуловителя может находиться непосредственно на сбросном канале, являясь как бы уширением

канала (прямоточная схема), или в стороне от канала, параллельно или перпендикулярно дамбе пруда.

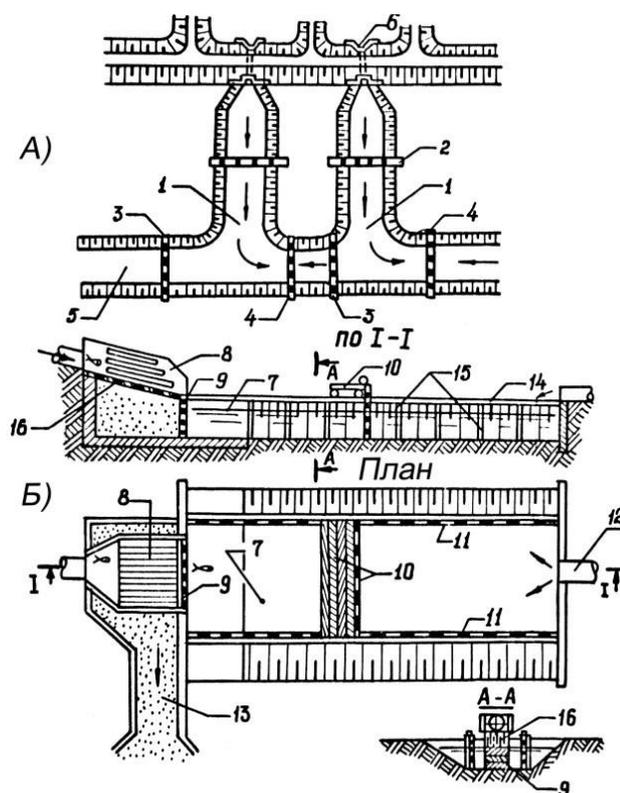


Рисунок 37 - Рыбоуловители:

А - Т-образный; Б - с водоотделителем: 1 - камера облова; 2 - передняя решетка; 3 - задняя решетка; 4 - решетка для задержания рыбы в камере облова; 5 - общий водосбросной канал; 6 - донный водопуск; 7 - рыбоуловитель; 8 - водоотделитель; 9 - щитовой затвор; 10 - самоходная концентрирующая решетка; 11 - продольные рыбозащитные решетки (сетки); 12 - патрубок для подачи свежей воды в рыбоуловитель; 13 - канал для отвода воды со взвесями; 14 - направляющие для самоходной решетки 10; 15 - стойки 14; 16 - рыбозащитная решетка.

Камера рыбоуловителя выполняется в виде прямоугольного бассейна трапецидального или прямоугольного сечения, дно и стенки которого облицованы монолитным или сборным железобетоном. Ширину по дну принимают не более 6-8 м, длина составляет несколько десятков метров, глубина воды в камере 1,0-1,2 м.

Нагорные каналы трассируют вдоль магистральных водоподающих каналов, проходящих по крутому склону надпойменной террасы реки. По этим каналам перехватываемые ими ливневые и весенние талые воды отводят за пределы хозяйства и сбрасывают в пониженные места, предотвращая разрушение и заиливание магистральных каналов, а следовательно, и заиливание рыбоводных прудов.

Ловчий канал трассируется выше водоподающего канала, если есть выход грунтовых вод, которые необходимо перехватить, чтобы не размывался и не заилялся магистральный водоподающий канал.

Нерестово-рыбоходные каналы представляют из себя трапецидальное русло, проложенное в обход гидроузла параллельно руслу реки, и имеющие бесперепадное сопряжение с верхним и нижним бьефами. Канал проектируют с

учетом требований биологии проходных и полупроходных рыб, для пропуска и нереста которых он предназначен.

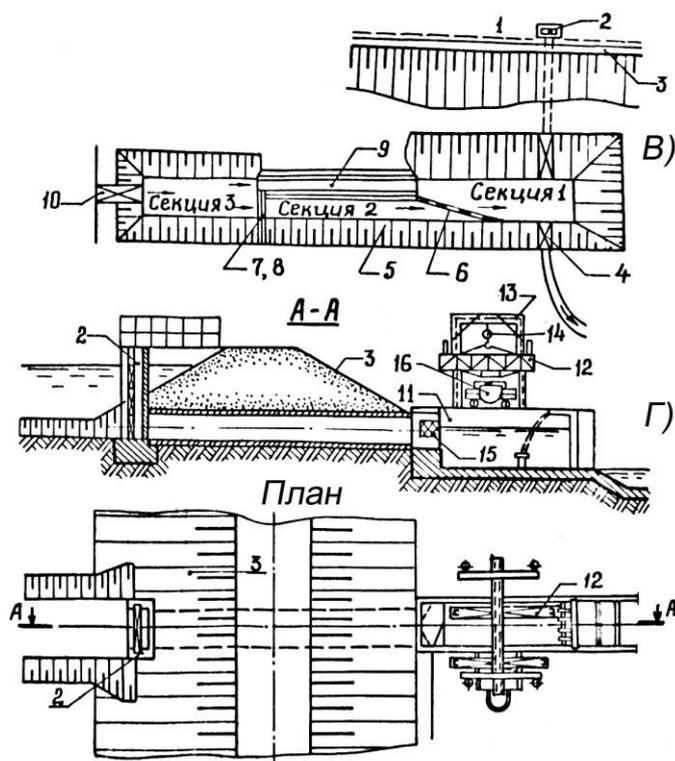


Рисунок 38 - Рыбоуловители (продолжение).

В - сортировочный рыбоуловитель; Г - контейнерный способ облова прудов.

1 - нагульный пруд; 2 - донный водопуск; 3 - контурная дамба; 4 - система отвода воды; 5 - участок канала из 3-х секций; 6 - направляющая рыбозащитная решетка, задерживающая двухлеток; 7, 8 - затвор и сетчатое заграждение для сеголетков; 9 - лоток-рыбоход; 10 - подача воды; 11 - камера облова; 12 - контейнер для рыбы; 13 - рама монорельсового пути; 14 - электротельфер; 15 - направляющие ворота; 16 - живорыбная машина.

Определяющим параметром при этом является скорость течения, которая не должна превышать скорость, преодолеваемую рыбами в период нерестовых миграций. В качестве нерестового субстрата и одновременно крепления канала можно использовать отсыпку из гравийно-галечной смеси с размером фракций 20-100 мм. Можно также использовать отсыпку из щебня аналогичного состава по фракциям.

Дренажные каналы в рыбных хозяйствах предназначены для удержания и отвода дренажных вод, предупреждая таким образом подтопление населенных пунктов или хозяйственных построек. Обычно они расположены в низинных участках, окаймляя пойменные пруды рыбных хозяйств.

Сооружения на водоприемниках – выделяют выправительные, водостеснительные, струенаправляющие дамбы, поперечные дамбы (буны, полузапруды), донные запруды, оградительные дамбы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Системы водоснабжения и водоотведения рыбоводных прудов и сооружения на них.
2. Сопрягающие сооружения. Виды, назначение, техническая характеристика.

3. Переходные сооружения водоподводящего канала. Виды. Назначение. Основные конструктивные элементы сооружений.
4. Внутренняя рыбосборно-осушительная сеть.
5. Внешняя водосбросная сеть.
6. Дополнительное сооружение рыбоводных хозяйств. Виды, назначение.
7. Приспособления и механизмы для принудительной подачи воды в рыбоводных хозяйствах.
8. Охарактеризуйте устройство основных типов насосных станций.

Рекомендованная литература:

[3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [11], [14], [15], [16], [18], [1], [2], [21], [22], [23], [27], [32], [40].

1.2.5 Специальные сооружения рыбоводных хозяйств

Ледозащитное устройство: ледорезы, ледозащитная стенка, плавучая запонь. Аэраторы: безприводные поверхностные – аэрационный столик, аэраторы Лукина и Соловьева; приводные поверхностные – аэратор «Ериш», водометы: приводные погружные – аэраторы, Решетникова, Парадня, Жачека, компрессоры. Причалы: эстакадного типа на сваях, эстакадного типа на стойках, типа подпорной стенки. Виды, конструкция, технические характеристики, условия применения.

Ледозащитное сооружение

В составе управляемого водосбросного сооружения (с затворами), предназначенного для сброса паводковых вод (если это сооружение не рассчитано на пропуск по нему льда), необходимо устройство *ледозащитного сооружения* непосредственно перед входом в водосброс.

Место расположения ледозащитного устройства, его тип и конфигурация в плане зависят от конструкции водосбросного сооружения, топографических, геологических условий и гидрологического режима водотока.

Наиболее простым и экономичным типом ледозащитного устройства является *плавучая запонь*, состоящая из отдельных, связанных между собой звеньев из бревен, не требует забивки свай, кроме опорных, гибка (по своей конструкции), поэтому удары льдин для нее не опасны. Плавучие запони применяют при толщине льда не более 0,5 м.

При толщине льда более 0,5 м применяют *ледозащитные стенки*, выполняемые в виде ростверка на свайных опорах, верх которого расположен на уровне верха льда.

Высота ростверка назначается в соответствии с возможной толщиной льда в этой климатической зоне. Свайные опоры, вертикальные или подкосные, выполняются деревянными, железобетонными или металлическими.

Аэраторы

Аэраторы – специальные сооружения и устройства для насыщения воды кислородом. Воду аэрируют при помощи аэраторов как в летних, так и в зимних прудах. Резкое снижение кислорода в воде наблюдается особенно часто в зимний период, когда воду в зимовальные пруды подают из водохранилища, покрытого льдом.

Аэраторы по принципу устройства можно разделить на две основные группы: аэраторы, которые разбрызгивают воду, поступающую в пруд, на мелкие струи,

при этом струи насыщаясь кислородом, падают в водоем (см. Рис. 39); - аэраторы, при помощи которых в водоем (или сначала в специальное устройство) подается сжатый воздух при помощи специально устроенных распылителей.

К первой группе аэраторов можно отнести: столик – аэратор, аэратор Лукина, Соловьева. Ко второй группе относятся: аэратор Решетникова, аэратор Парадня, аэратор Жачека и др.

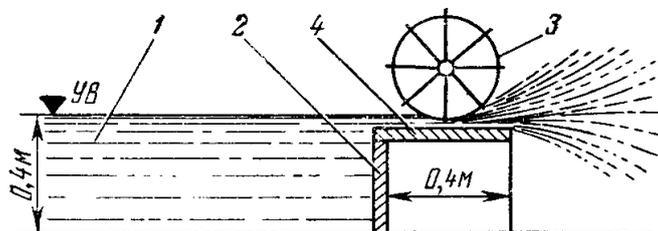


Рисунок 39 - Аэратор Лукина:
1 - подводящий лоток; 2 - щиток; 3 - барабан; 4 - настил.

Причалы

Причалы на рыбоводных предприятиях строят в местах подхода кормораздатчиков и судов с необходимыми грузами.

Типовыми проектами предусматривается устройство причалов для прудовых хозяйств трех типов (Рис. 40):

- эстакадного типа на сваях;
- эстакадного типа на стойках;
- типа подпорной стенки.

Причал эстакадного типа на сваях состоит из трех рядов свайных железобетонных опор с насадками, по которым уложено пролетное строение из плоских железобетонных блоков. На консольной части пролетного строения установлен металлических бункер для кратковременного хранения и самовыгрузки кормов в кормораздатчик.

В причале эстакадного типа на стойках сваи заменены стоечными опорами с насадками, а остальные конструктивные части такие же, как у причала эстакадного типа на сваях.

Причал типа подпорной стенки строится из плоских железобетонных блоков. Для погрузки кормов с причала в лодку используется металлический лоток.

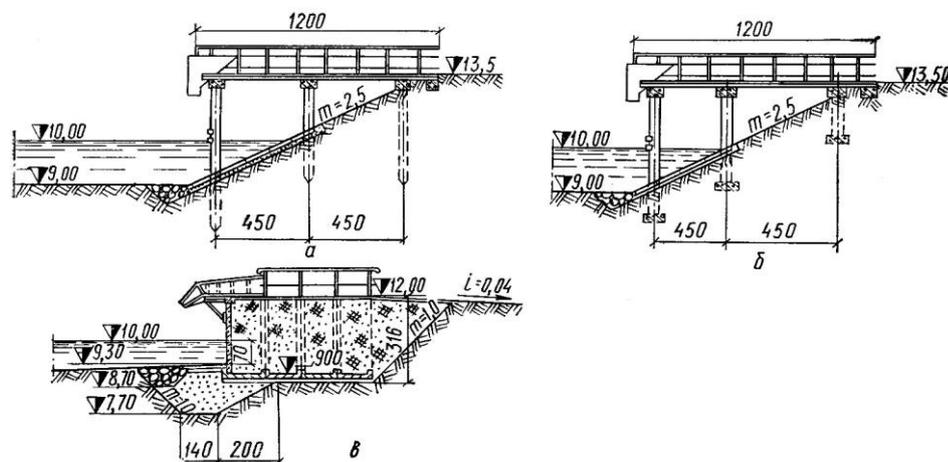


Рисунок 40 - Причалы:
а - эстакадного типа на сваях; б - эстакадного типа на стойках; в - типа подпорной стенки.

Вопросы для самоконтроля:

1. Специальные сооружения рыбоводных хозяйств.
2. Ледозащитное сооружение, устройство и назначение.
3. Аэраторы: назначение, виды и принцип действия.
4. Причалы: устройство и назначение.

Рекомендованная литература:

[3], [4], [11], [14], [1], [2], [21], [22], [23], [27], [40].

1.2.6 Рыбозаградительные сооружения

Рыбозаградительные сооружения: назначение, основные типы (верховина, сетчатые заграждения, решетки донных водоспусков), конструкции, условия применения.

Рыбозаградительные сооружения предназначены для предотвращения ухода рыбы из русловых рыбоводных прудов вверх по течению впадающих в них речек и ручьев или пассивного ската молоди и товарной рыбы через донные водоспуски в начальный период спуска прудов.

К рыбозаградительным сооружениям относятся: *верховина, сетчатые заградители и решетки донных водоспусков.*

Верховина – специальное гидротехническое сооружение (ГТС) постоянной или разборной конструкции в виде решетчатого заграждения на сваях или стойках, возводимое в верховьях пруда на всех, впадающих в него водотоках (при наличии постоянного расхода воды), препятствующее не только уходу выращиваемой рыбы, но и заходу хищной и сорной рыбы из рек и ручьев.

Простейшие верховины сооружают из дерева. Это свайная конструкция с несущей частью в виде маячных свай, диаметром 22 – 24 см, забиваемых через 2 м и соединяемых попереху насадками с настилом. В сваях предусматривают двойные пазы для сменных решеток.

Дно и откосы закрепляют камнем для предотвращения размыва грунта дна. Весной при пропуске паводка решетки верховины снимают.

Сетчатые заградители предназначены для предотвращения *выноса молоди рыб* из прудов через донные водоспуски в период опорожнения прудов перед обловом и представляют из себя свайную конструкцию со служебным мостиком и съемными рамками со вставленными в них штампованными металлическими сетками с отверстиями от 1 до 10 мм.

Сооружение устанавливают перед башней донного водоспуска. Иногда в качестве несущей конструкции сетчатого заградителя используют ледозащитную стенку, у которой пролеты между свайными стенками заполняют рамками с сетками.

В выростных и нагульных прудах вместо сетчатых заградителей применяют решетки, устанавливаемые в пазы башен донных водоспусков.

Простейший рыбозаградитель – железобетонная стенка с отверстием, в пазы которого вставлена решетка. Такие сооружения проектируют на рыбосборных коллекторах с шириной по дну 1,0-1,5 м. Они имеют обычно один пролет.

В донных водоспусках, кроме шандор и затворов, предусматривается устройство *решеток*, которые преграждают путь рыбе из пруда во время спуска воды из него, для создания проточности в пруде в период эксплуатации пруда, при сбросе через пруд летних паводковых вод и пр.

Решетка донных водоспусков представляет из себя деревянную или металлическую рамку высотой 30-50 см с горизонтальными или вертикальными прутьями. Просветы между прутьями зависят от категории пруда, в котором устанавливаются донный водоспуск. Так, например, в нерестовых прудах просветы – 1 мм, а в нагульных – 1 см.

Вопросы для самоконтроля:

1. Для чего нужны и из каких узлов состоят рыбозаградительные сооружения?
2. Какие существуют специальные сооружения на рыбоводных хозяйствах?
3. Какие специальные гидротехнические сооружения устанавливаются на рыбоводных заводах? Для чего они предназначены?
4. Рыбозаградительные сооружения: верховина, сетчатые заградители, решетки донных водоспусков.

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [5], [6], [19], [21], [23], [27], [38], [40].

1.2.7 Рыбозащитные сооружения (РЗС)

Рыбохозяйственное и биологическое обоснование проектирования и строительства РЗС на данном гидроузле. Поведение молоди рыб в потоке воды. Принципы и способы защиты рыб на водозаборах. Общие положения проектирования РЗС. Типы РЗС: механические РЗУ (плоские сетки, механические сетчатые заградители, сетчатые барабаны), гидравлические заграждения (запони, отбойные козырьки, рыбозащитный оголовок с потокообразователем (РОП), жалюзийный экран с гидросмывом (ЖЭГС)), физиологические заграждения (электрические РЗУ, воздушно-пузырьковая завеса). Виды, конструкции, технические характеристики, условия применения. Рыбоотводящие устройства (РЗУ). Рыбозащитные устройства фильтрующего типа на водоподающих каналах при подаче воды в рыбоводные пруды (сетчатые фильтры, салазочного типа и др).

Рыбохозяйственное и биологическое обоснование проектирования и строительства РЗС на данном гидроузле

Все усиливающееся влияние деятельности человека на окружающую среду, в данном случае – на гидросферу, проявляется, в частности, на изъятии из водоемов и водотоков, большого количества воды, возвратного и безвозвратного, вместе с которым в водозаборные сооружения энергетических, промышленных предприятий, ирригационных систем, водоснабжения городов и других водопотребителей попадает значительное количество рыб, главным образом молоди.

В действующем с 1958г. «Положении об охране рыбных запасов и о регулировании рыболовства в водоемах СССР» предусматривается, что «забор воды из рыбохозяйственных водоемов для нужд предприятий и для орошения может производиться только при условии выполнения по согласованию с органами рыбоохраны, специальных мер для предотвращения попадания рыб в водозаборные сооружения.

Из примерно 18 тысяч водозаборных сооружений России в настоящее время оборудовано РЗС порядка 4 тысяч, из которых только около 400 – защищают молодь рыб, причем эффективность этих РЗС не всегда достаточна.

При проектировании водозаборов на рыбохозяйственных водоемах или водотоках в каждом конкретном случае необходимо устанавливать *экологическую целесообразность и экономическую эффективность* применения средств рыбозащиты.

Наиболее важные показатели здесь следующие:

- величина общей или рыбопромысловой продуктивности сообществ рыб в водоеме;
- относительная численность молоди рыб (неповрежденных), которые могут быть отведены РЗС от водозабора;
- дополнительная рыбопродуктивность водоема, достигаемая за счет спасенных рыб.

Целесообразность строительства РЗС может устанавливаться по тому влиянию, которое оно оказывает на динамическую устойчивость сообществ рыб в водоеме.

Следует также принимать во внимание экономическую эффективность капитальных вложений в строительство РЗС.

В некоторых случаях оказывается, что строительство РЗС можно заменить другими мероприятиями, более эффективно компенсирующими ущерб рыбному хозяйству от строительства водозабора.

Обоснование принимаемых к проектированию и строительству решений производится на основании рыбоводно-биологических изысканий, по которым составляется ихтиологическая записка, включающая:

- видовой и размерный состав рыб с указанием минимального размера и количества защищаемых рыб;
- период покатной и других миграций рыб;
- вертикальное и горизонтальное распределение рыб в районе проектируемого гидроузла или водозабора;
- места расположения нерестилищ и зимовальных ям; величину сносящей скорости потока для защищаемых рыб.
- сезонные и суточные изменения горизонтального и вертикального распределения рыб под воздействием гидрологических, температурных и других факторов;
- адаптивную изменчивость распределения рыб в зависимости от указанных факторов.

Поведение молоди рыб в потоке воды

С началом работы водозаборных сооружений на участке водоема, где ощущается влияние скоростей, направленных в сторону водозабора, формируются новые гидравлические условия.

Взаимодействием молоди рыб с новой структурой потока и определяется попадание их в водозабор. Поэтому наиболее важным для проблемы защиты рыб являются особенности поведения рыб в потоке воды. Основная поведенческая реакция, связанная с обитанием рыб в потоке воды, - *реореакция*.

Реореакция появляется у личинок рыб уже в первые часы после выклева. Она имеет врожденный характер и заключается в том, что находясь в потоке воды,

рыбы движутся (как правило) против течения воды. Такое движение препятствует их сносу вниз по течению.

В процессе жизни многие виды рыб совершают миграции из одних мест обитания в другие. Миграционный цикл рыб обычно состоит из нерестовой, нагульной (кормовой) и зимовальной миграций.

Покатная миграция молоди рыб – одна из форм кормовой миграции. Миграция проявляется в движении рыб вниз по течению от мест размножения к местам нагула. Адаптивное значение таких миграций в том, что они, используя «транспортную силу течения», способствуют расселению молоди по водоему.

Принципы и способы защиты рыб на водозаборах

История создания рыбозащитных устройств и сооружений (РЗУ и РЗС) включает различные подходы к этой проблеме. К сожалению, долгое время к проблеме защиты рыб подходили как к проблеме защиты водозаборов от мусора.

Принципы защиты – высшая категория понятий рыбозащиты, отражающая методологический подход к решению проблемы.

Способы защиты базируются на отдельных принципах или их комбинации.

Способы защиты – решения, определяющие характер воздействия на объект защиты (механизм управления).

Мероприятия и устройства экологического принципов защиты рыб, использование которых при строительстве и эксплуатации водозаборов позволяет снизить в десятки и даже сотни раз попадание молоди рыбы в водозаборы без строительства специальных рыбозащитных устройств или сооружений:

- размещение водозаборов только вне районов нерестилищ, поскольку именно в этих районах, хотя и короткое время, наблюдаются наиболее высокие концентрации икры и выклюнувшейся молоди;

- ограничение водопотребления в местах концентрации молоди на путях ее миграций;

- ограничение потребления воды в темное время суток.

Общие положения проектирования РЗС

Далее даются рекомендации по вопросам проектирования РЗС в соответствии со СНиП 2.06.07.-87

Рыбозащитные сооружения следует проектировать для предупреждения травмирования и гибели рыб у различных конструкций гидротехнических сооружений, а также для направления рыб в рыбопропускные сооружения.

Выделяют несколько основных типов рыбозащитных устройств (далее РЗУ) отличающиеся в между собой принципом предупреждения гибели молоди рыб:

- 1) *фильтрующие РЗС* – представляют собой фильтры установленные перед оголовками насосов предупреждающие попадание рыб в опасную зону. Основные конструкции указаны на рисунке 41.

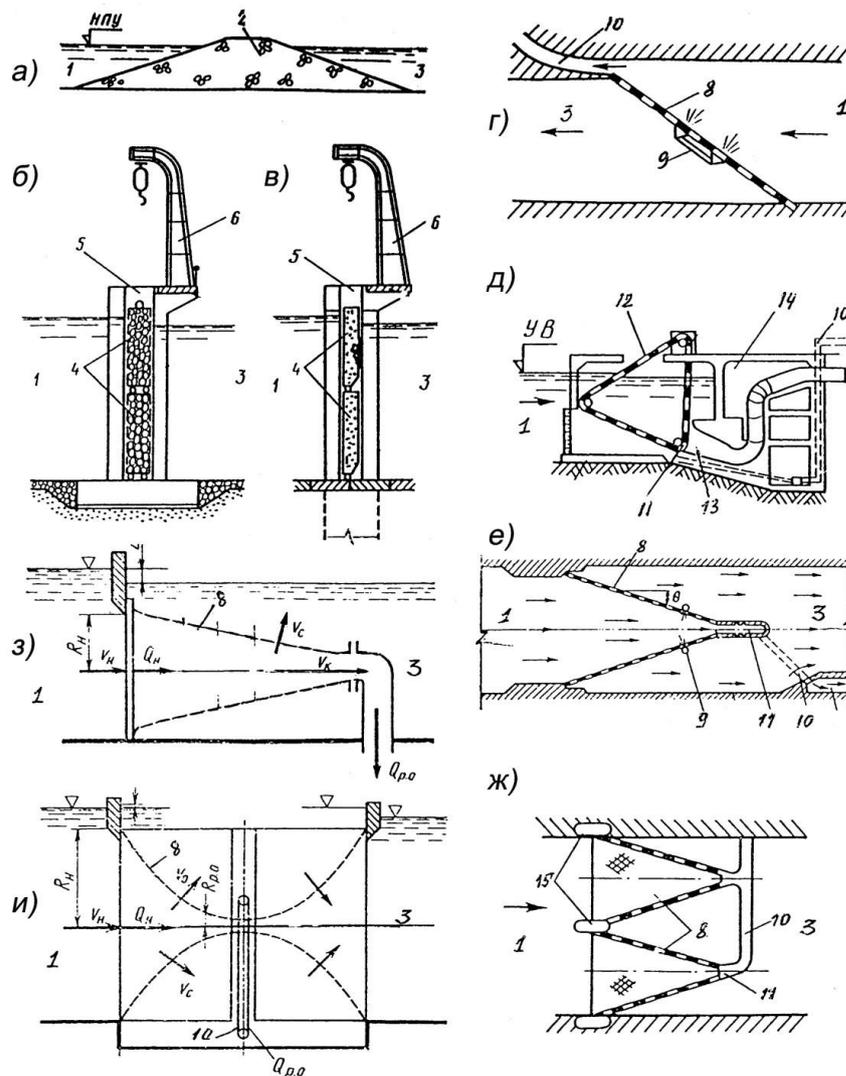


Рисунок 41 Фильтрующие рыбозащитные устройства (РЗУ):

а - фильтрующая дамба; б - кассеты с загрузкой; в - плиты из фильтрующего материала; г - плоские сетки с рыбоотводом; д - ленточные вращающиеся сетки с рыбоотводом; е - V-образно расположенный в плане сетчатый экран с рыбоотводом; ж - секционный W-образный в плане сетчатый экран с рыбоотводом в каждой секции; з - конусный сетчатый экран с рыбоотводом; и - многосекционный конический экран с рыбоотводом.

1 - водоем (канал); 2 - фильтрующая дамба из каменной наброски; 3 - водозаборный канал; 4 - кассеты; 5 - опорный паз; 6 - опоры тельфера; 7 - плиты из фильтрующего материала; 8 - сетчатый экран; 9 - промывное устройство; 10 - рыбоотводящий тракт; 11 - оголовок рыбоотводящего тракта; 12 - непрерывная вращающаяся сетка; 13 - водозабор насосной станции; 14 - насосная станция; 15 - опорные бычки.

2) *Отгораживающие РЗС* – представляющие для рыб непреодолимое механическое препятствие для предупреждения попадания их в опасную зону. Основные конструкции указаны на рисунке 42.

3) *Направляющие РЗС* (рыбозащитные устройства – РЗУ) – создающие непреодолимое воздействие (препятствие) заставляющее рыб перемещаться в иную безопасную зону водоема. Основные конструкции указаны на рисунке 43.

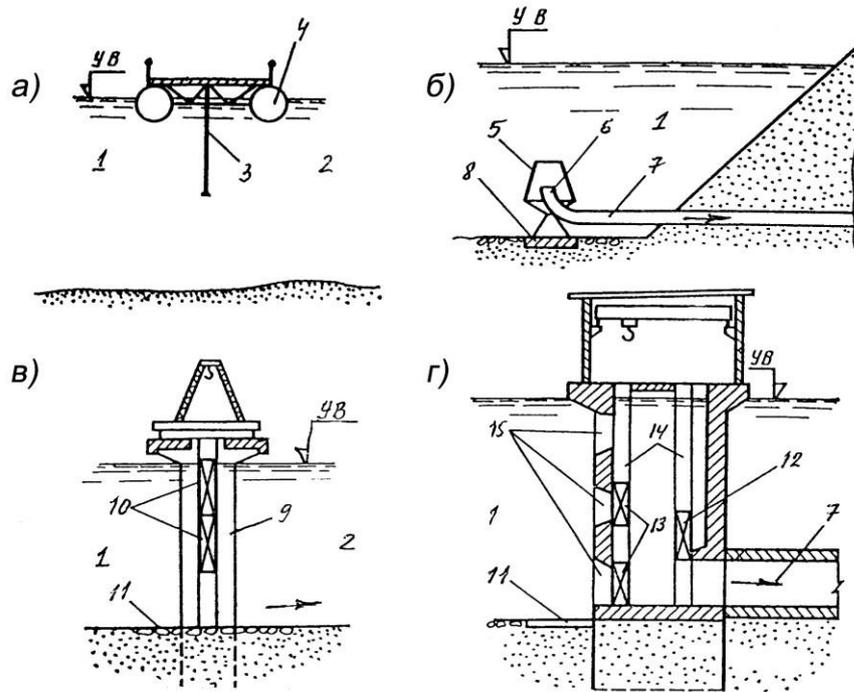


Рисунок 42 - Отгораживающие РЗУ:

- а - запань; б - зонтик; в - вертикально перемещающееся ограждение; г - водозабор с переменной по высоте оголовка подачи расхода воды в насосную водозабор:
 1 - водоотводящий канал; 2 - водозаборный канал; 3 - запань; 4 - поплавки несущих конструкций;
 5 - зонтичный оголовок; 6 - оголовок водозабора; 7 - водозаборная труба; 8 - опорная конструкция зонтика; 9 - опорная свая-оболочка; 10 - секция зонного ограждения; 11 - крепленое дно; 12 - затвор оголовка водозаборной трубы; 13 - секции затворов водозаборных окон; 14 - пазы затворов; 15 - водозаборные окна.

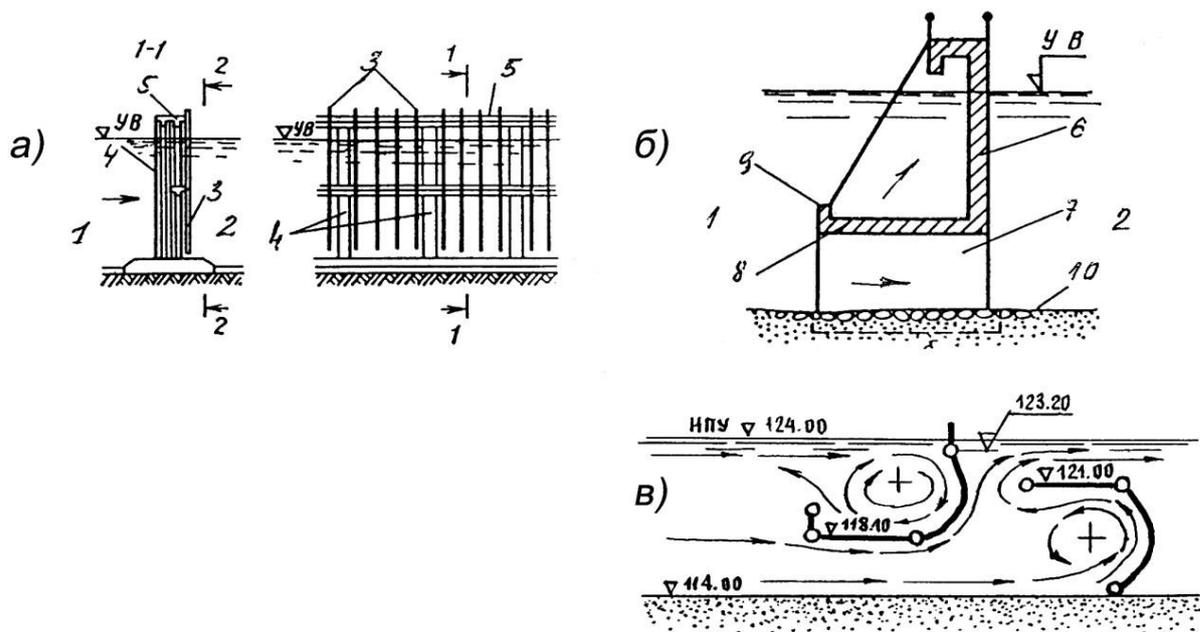


Рисунок 43 - Направляющие РЗУ:

- а - электрорыбозаградитель ЭРЗУ-1; б - забральная стенка; в - двухъярусный экран:
 1 - водоподводящий канал; 2 - водозаборный канал; 3 - электроды ЭРЗУ - 1; 4 - опорные бычки; 5 - мост; 6 - забральная стенка; 7 - бычок несущий; 8 - козырек; 9 - порожек; 10 - крепленое дно; 11 - низовой экран; 12 - верховой экран.

В зависимости от способов предупреждения травмирования и гибели рыб, рыбозащитные сооружения подразделяются на следующие основные типы, приведенные ниже в таблице 4.

Таблица 4 - Типы рыбозащитных сооружений

Рыбозаградительные		Рыбоотводящие (инженерно – экологические)	Рыбоотгоражи- вающие (экологические)
экранные	физиологические		
Жалюзи	Электрические	Обходные тракты (каналы)	Запани
Плоские сетки с рыбоотводами	Пневматические		Стационарные зонные ограждения
Ленточные вращающиеся сетки с рыбоотводами	Зрительно – световые	Обходные тракты (каналы) с бассейнами для накопления рыб	Перемещающиеся зонные ограждения
Сетчатые барабаны с рыбоотводами	Звуковые		Зонтичные оголовки водозаборов
Конусные с рыбоотводами			Глубинные водозаборы
Многоконусные с рыбоотводами			Поверхностные водозаборы
Фильтрующие			

Минимальные размеры (длину тела) рыб, которых необходимо защищать, следует устанавливать с учетом получения наибольшего эффекта воспроизводства рыб при осуществлении на водоеме мероприятий компенсационного и рыбоводного характера.

Для защиты молоди рыб на водозаборных сооружениях надлежит проектировать РЗС следующих типов:

- при расходах воды до $10 \text{ м}^3/\text{с}$ - *экранные* (жалюзи, ленточные вращающиеся сетки, сетчатые барабаны с рыбоотводами) и *рыбоотгораживающие* (зонтичные оголовки водозаборов),

- при расходах воды до $50 \text{ м}^3/\text{с}$ - *экранные* (плоские сетки с рыбоотводами, конусные и многоконусные с рыбоотводами, фильтрующие), *рыбоотгораживающие* (запани, стационарные и перемещающиеся зонные ограждения, глубинные и поверхностные водозаборы);

- при расходах воды свыше $50 \text{ м}^3/\text{с}$ - *экранные* (W – образные плоские сетки с рыбоотводами), *рыбоотводящие* (обходные тракты), *экологические* (стационарные и перемещающиеся зонные ограждения);

В зависимости от способа забора воды через рыбозащитное сооружение, как оголовок водозабора, РЗС можно подразделить на: фильтрующие, отгораживающие, направляющие и рыбоотводящие.

Экранные рыбозаградительные сооружения следует предусматривать на водозаборных сооружениях при обеспечении отведения молоди рыб заданных размеров с поверхности экранов в рыбоотвод без их травмирования и гибели.

При проектировании *экранных рыбозаградительных сооружений* площадь экрана и сечение подводящего канала следует устанавливать *из условия обеспечения скорости течения в плоскости экрана не более половины от сносящей*

скорости для защищаемых рыб. Диаметр отверстия в экранах рыбозаградительных сооружений следует принимать по данным, приведенным ниже в таблице 5.

Таблица 5 - Зависимость диаметра отверстий в экранах рыбозаградительных сооружений от длины рыбы

Длина тела рыб, мм	До 10	20	30	40	50	60	70	90
Диаметр отверстия в экранах, мм	2	3	4	6	7	8	9	10

Примечание. При квадратных отверстиях в экране, указанные в таблице размеры соответствуют диагонали ячейки.

Рыбоотводящие сооружения следует предусматривать в виде обходных трактов (каналов) для принудительного отвода рыб. Входной оголовок рыбоотводящего сооружения надлежит размещать выше водозабора. Скорости течения воды в оголовке обходного тракта и в самом тракте следует назначать более сносящих скоростей для всех видов защищаемых рыб (Рис. 44, Рис. 45).

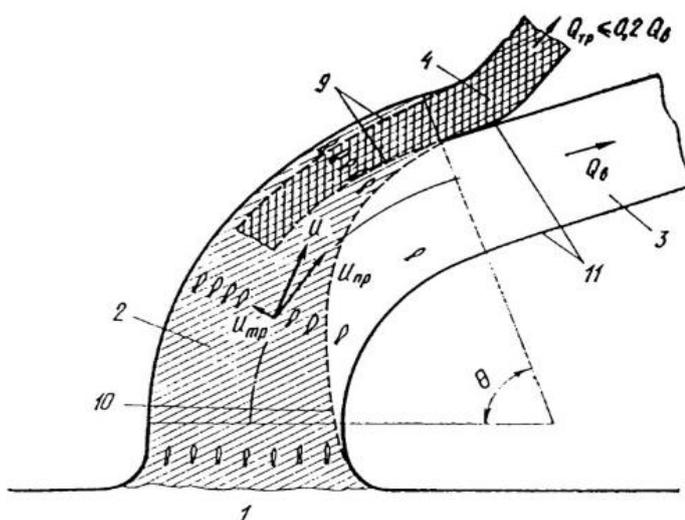


Рисунок 44 - Отводящее РЗУ, использующее горизонтальное перераспределение рыб: 1 - водозаборный водоем; 2 - криволинейный водоподводящий канал; 3 - водозаборный канал, 4 - рыбоотводящий тракт; 9 - зона повышенной концентрации рыб; 10 - зона с нормальной концентрацией рыб; 11 - зона с незначительной концентрацией рыб.

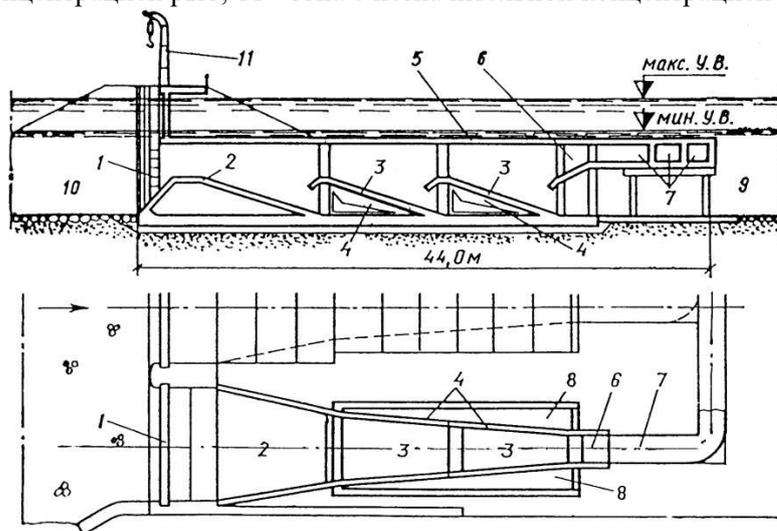


Рисунок 45 - Отводящее РЗУ, использующее вертикальное распределение рыб. Отводящее рыбозащитное сооружение водоприемника Севанской ГЭС в виде трехниточной приставки с рыбоотводом:

а - продольный разрез; б – план: 1 - входное отверстие с сороудерживающей решеткой; 2 - конфузор с порогом; 3 - лотки- концентраторы рыб; 4 - водозаборные отверстия; 5 - перекрытие рыбозащитной приставки; 6 - оголовок рыбоотводящего тракта; 7 - рыбоотводящий тракт; 8 - водозаборный канал; 9 - водоприемник ГЭС; 10 - оз. Севан; 11 - грузоподъемное устройство.

Рыбоотгораживающие сооружения следует предусматривать в случаях, когда по материалам ихтиологической записки установлены вертикальные и горизонтальные границы участков обитания рыб, положение которых не меняется во времени, или определены закономерности этих изменений с учетом следующих факторов:

- сезонного и суточного ритма ската и миграции рыб;
- адаптивной изменчивости распределения рыб;
- возможности самозахода рыб в водозабор.

При проектировании рыбоотгораживающих сооружений (запаней, стационарных и перемещающихся зонных ограждений) их высоту следует устанавливать из условия заграждения всего слоя обитания защищаемых рыб в водоеме (Рис. 46).

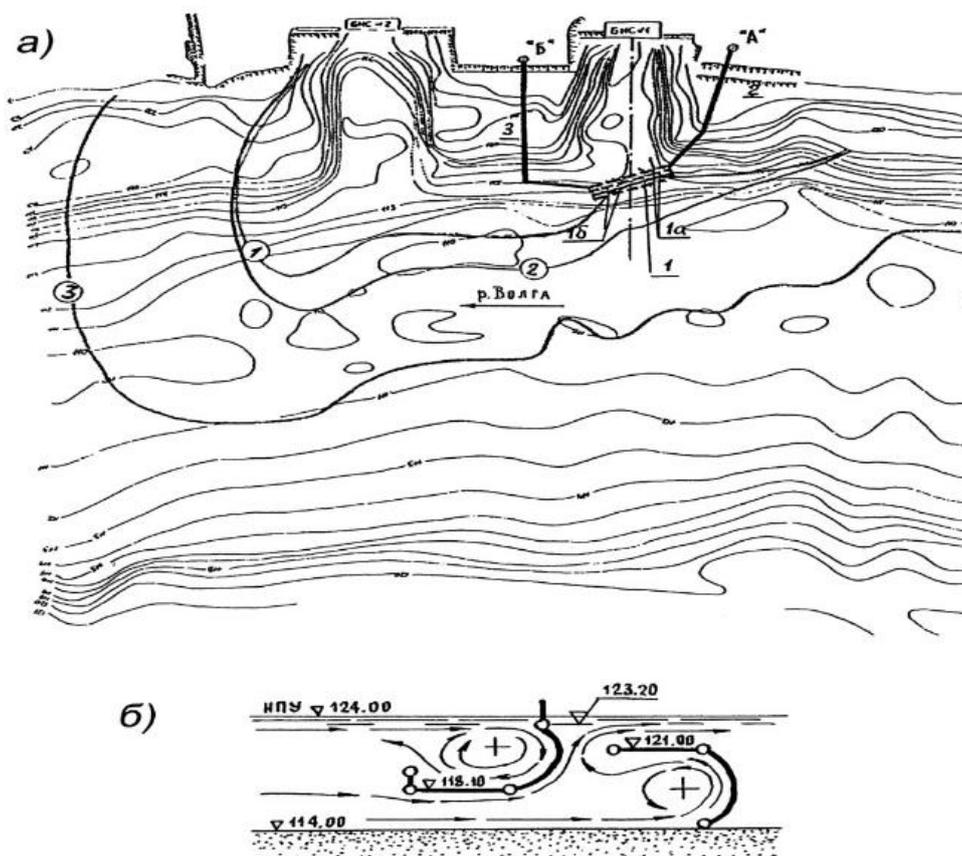


Рисунок 46 - РЗУ экологического принципа действия из прорезиненной ткани Конаковской ГРЭС (Иваньковское водохранилище, басс. р. Волга);

а - план участка Иваньковского водохранилища в месте расположения БНС Конаковской ГРЭС с принятым к строительству РЗУ экологического принципа действия; 1 - расход в Волге - $300 \text{ м}^3/\text{с}$, расход БНС - $25 \times 2 \text{ м}^3/\text{с}$; 2 - расход в Волге - $300 \text{ м}^3/\text{с}$, расход БНС - $40 \times 2 \text{ м}^3/\text{с}$; 3 - расход в Волге - $120 \text{ м}^3/\text{с}$, расход БНС - $40 \times 2 \text{ м}^3/\text{с}$; б - поперечный разрез по водопропускной секции (1 2 3- границы зоны влияния береговой насосной станции Конаковской ГРЭС при разных расходах воды в Волге и разных режимах работы насосных станций ГРЭС): 1 - водопропускная секция; 1а - низовой экран; 1б - верховой экран; 2 - верховая водонепроницаемая дамба; 3 - низовая водонепроницаемая дамба.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое рыбозащитные сооружения?
2. На каких принципах построено проектирование РЗС
3. Как обосновывается строительство РЗС?
4. Рыбозащитные сооружения (РЗС). Рыбохозяйственное и биологическое обоснование проектирования и строительства РЗС на данном гидроузле.
5. Поведение молоди рыб в потоке воды. Принципы и способы защиты рыб на водозаборах. Общие положения проектирования РЗС.
6. Отводящие рыбозащитные устройства (РЗУ).

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [5], [6], [15], [19], [21], [23], [27], [38], [40].

1.2.8 Рыбопропускные сооружения (РПС)

Из истории создания рыбопропускных сооружений. Рыбохозяйственное и биологическое обоснование проектирования и строительства РПС на данном гидроузле. Особенности поведения идущих на нерест рыб. Условия привлечения рыб в рыбопропускное сооружение. Общие положения проектирования РПС. Рыбоходы (свободные лотки, лотки с неполными перегородками, лотки с повышенной шероховатостью, прудковые рыбоходы, лестничный рыбоход, угреход) и рыбоподъемники (гидравлические рыбоподъемники, рыбопропускной иллюз, плавучая установка, механические рыбоподъемники). Рыбонаправляющие сооружения (РНС).

Наша страна располагает значительным фондом внутренних водоемов и водотоков, имеющих важное рыбохозяйственное значение. Это почти 500 тыс. км рек, около 25 млн. га озер и свыше 6 млн. га искусственных водохранилищ.

В современных условиях комплексного использования водных ресурсов формирование запасов рыб происходит на основе частичного сохранения естественного размножения и искусственного (промышленного) воспроизводства.

Обеспечение естественного воспроизводства рыб – одно из основных направлений поддержания на достаточном уровне рыбных запасов регионов. Теория и практика рыбного хозяйства показали, что без сохранения естественного нереста рыб невозможно обеспечение качественного воспроизводства большинства видов рыб. Полная замена естественного воспроизводства на искусственное приводит к резкому обеднению генофонда популяции.

При разработке и внедрении комплекса рыбохозяйственных мероприятий и сооружений можно компенсировать неблагоприятное воздействие энергетического и водохозяйственного строительства на рыбные запасы внутренних водоемов.

В состав комплекса по сохранению естественного воспроизводства рыб входят: строительство рыбопропускных и рыбозащитных сооружений, строительство искусственных нерестилищ и техническая мелиорация, искусственное воспроизводство ценных видов рыб на рыбоводных заводах и нерестово-выростных хозяйствах, а также проведение работ по акклиматизации рыб и кормовых организмов и т.д.

Из истории создания рыбопропускных сооружений

Одним из первых РПС, построенных в мире, был рыбоход для морской форели на р. Карнач в Торболе (Шотландия). Рыбоход в виде лестницы с

перепадами ступеней в 0,6м на общий напор 21,0 м и длиной 340м был построен в 1865г.

В 1876г. на реке Нарве, на водопаде был построен рыбоход с бассейнами, расположенными на уступах скал: 14 бассейнов деревянных и еще 17 – кирпичных.

В 1881г. в Норвегии, на р. Сир, у водопада Лочь для прохода лосося был построен лестничный рыбоход общей длиной 70м, на напор 8,5м, с перепадом на ступени 0,33м и расходом – 7,0 м³/с.

В 1898г в Германии на р. Рейн (Рейнфельден) был построен рыбоход для лосося на напор 5,0м.

В 1937г, в России, на Нижне – Туломской ГЭС был построен рыбоход для лосося: общий напор на гидроузле – 15-20 м, перепад ступеней – 0,30 м, длина – 513м, расход воды на привлечение рыб – 1,0 м³/с, вливные отверстия – поверхностные и донные.

В 1938г. в США, на Бонневильской ГЭС (р. Колумбия) для пропуска лосося, сига и сельди было построено сразу 4 лестницы. Напор сооружений - 18м, перепад ступеней – 0,3м, длина лестницы - 360м, расход воды на привлечение – 27,0 м³/с, вливные отверстия – донные.

В середине прошлого столетия строится значительное количество рыбоходов в Европе и Канаде. В СССР в эти годы были построены рыбоходы на р. Буг (Черное море) и р. Тулома (Баренцево море).

В 1940 г. вышли монографии по рыбопропускным сооружениям: инж. Г.Н. Харчева «Рыбопропускные сооружения» и проф. М. Тихого и инж. П. Викторова «Запасы рыб и гидростроительство».

Следующим активным этапом в создании РПС были 60-80 гг. двадцатого столетия. В этот период на создаваемых каскадах гидроузлов на реках Волга и Дон энергетиками совместно с АН и Минвузом изучалась проблема сохранения воспроизводства проходных и полупроходных рыб на реках Волге, Дону, Кубани. Совместными усилиями исследователей и разработчиков созданы РПС, которые могут обеспечить решение этой проблемы.

В работе приняли участие: АН СССР - Институт биологии внутренних вод (ИБВВ) и Институт эволюционной морфологии и экологии животных (ИЭМЭЖ), Минрыбхоз под эгидой Главрыбвода АзНИИРХ, КаспНИИРХ, БалтНИРХ, рыбводы всех регионов, где проводились исследования и строительство РПС, и другие коллективы исследователей; Минвуз - Калининский политехнический институт (КПИ) и Калининградский Госуниверситет (КГУ); Минсельхоз - Новочеркасский инженерно - мелиоративный институт (НИМИ) и др.

Координацию работ всех участников осуществлял отдел Гидропроекта им. С.Я. Жука, которому была поручена разработка РПС для разных напоров и схем гидроузлов.

Результатом этих совместных комплексных работ по рыбопропускным и рыбозащитным стал первый СНиП по РПС (СН 349-66); главы, посвященные разработке рыбопропускных и рыбозащитных сооружений в СНиПах П-55-79 и 2.06.07-87, альбом типовых решений по всем типам РПС, статьи и книги специалистов по проблеме сохранения рыбных запасов ценных видов рыб.

Рыбохозяйственное и биологическое обоснование проектирования и строительства РПС на данном гидроузле

Рыбопропускные сооружения предназначаются для пропуска проходных, полупроходных, а в некоторых случаях и жилых рыб из нижнего бьефа гидроузла в верхний бьеф *в целях сохранения на необходимом уровне и регулирования их естественного воспроизводства* с помощью контроля за пропускаемыми производителями, их количеством, видовым и качественным составом.

При проектировании рыбопропускных сооружений целесообразность их строительства должна быть основана биолого-инженерными изысканиями и исследованиями. *Для обоснования принимаемых проектных решений должна быть составлена ихтиологическая записка*, включающая следующие данные:

- рыбохозяйственное обоснование необходимости строительства рыбопропускных сооружений в створе проектируемого или построенного гидроузла;

- видовой состав промысловых рыб, размеры производителей и покатной молоди;

- видовой состав малоценных сорных рыб, пропуск которых нежелателен через створ данного гидроузла;

- количество рыб каждого вида, проходящих в створе гидроузла, время их хода и ската;

- места концентрации и трассы движения в нижнем бьефе основных видов промысловых рыб, установленные по результатам телеметрических и гидроакустических исследований и контрольных обловов;

- расчетное увеличение промыслового возврата и экономическая эффективность строительства рыбопропускного сооружения;

- необходимость отбора из рыбопропускного сооружения рыб для целей рыбоводного и промышленного использования.

Особенности поведения идущих на нерест рыб

Работоспособность рыбопропускного сооружения обеспечивается лишь при учете взаимодействия мигрирующих рыб с потоком воды на входе РПС и особенностями поведения рыб в самом РПС.

При проектировании РПС необходимо учитывать особенности поведения и ориентации рыб в зонах гидроузлов.

Для ориентации рыб в пространстве и во времени служит комплекс рецепторов (органов чувств).

Рецепторы можно использовать для регулирования движения рыб и управления их поведением в зонах гидротехнических сооружений водотоков.

Одним из этих рецепторов является реореакция – основная поведенческая реакция, связанная с обитанием рыб в потоке воды. Она имеет врожденный характер и заключается в том, что рыбы, находясь в потоке воды, двигаются, как правило, против течения. Реореакция, свойственная всем изученным рыбам независимо от их видовой принадлежности и экологических особенностей.

Наиболее ярко она проявляется у проходных и полупроходных рыб в период их нерестовых миграций. Ориентация рыб против течения происходит по неподвижным ориентирам при помощи зрения, осязания и органов боковой линии. Отсутствие соответствующих условий ориентации, приводит к сносу рыб течением.

Для придонных рыб (осетровые) основной является тактильная ориентация. Их движение и распределение в водоеме не зависит от уровня освещенности. В

большинстве случаев путь рыб проходит вдоль склонов русел рек, минуя его ровные участки. Так, для осетра и севрюги характерно движение вдоль изобат.

В то же время в мутной воде р. Кубани самым надежным ориентиром является направление и величина потока.

С особенностями и способами ориентации рыб связано их вертикальное распределение в реке. Установлено, что вертикальное распределение рыб в реке различно и имеет видовую специфику.

Так, *рыбы с максимальной сумеречно – ночной активностью, перемещаются в потоке в основном в придонном слое воды (осетр, сом, судак). Рыбы с выраженной дневной активностью, перемещаются в поверхностных слоях или толще воды (сельдь, вобла, сазан).* В рыбонакопителях РПС особенности ориентации и распределения рыб по глубине потока сохраняются.

При проектировании РПС необходимо учитывать ритм движения рыб. Графиком работы РПС в режиме привлечения рыб *должна быть предусмотрена работа РПС только в период наибольшей суточной двигательной активности привлекаемых рыб.*

Наблюдения на Волгоградском рыбоподъемнике за поведением рыб, прошедших рыбоподъемник, показали, что производители рыб, выведенные из рыбоподъемника в период их низкой суточной активности, длительное время не могут сориентироваться, блуждают вдоль водосливной плотины и некоторые из них, затянутые потоком, скатываются через водосливные отверстия в нижний бьеф.

Производители тех же видов рыб, пропущенные в верхний бьеф в период их суточной двигательной активности, не задерживаются перед плотиной и практически сразу после выхода из рыбоподъемника начинают движение вверх по водохранилищу.

Во всех случаях миграционного движения рыб их основным рецептором является *реореакция*, проявляющаяся при определенных скоростях потока. При проектировании РПС необходимо знать величины пороговой, привлекающей, сносящей и бросковой скоростей. СНиПом 2.06.07-87 предлагается при проектировании РПС ориентироваться на следующее значение скоростей потока (см. Табл. 6).

Пороговая – минимальная скорость течения воды, при которой у рыб появляется реакция на поток.

Привлекающая – скорость течения воды, при которой реореакция рыб на поток может проявляться неограниченно долго.

Сносящая – скорость течения воды, при превышении которой рыб сносит потоком.

Бросковая – наибольшая скорость течения, которую может преодолеть рыба в течении короткого промежутка времени.

В период нерестового хода при движении вверх по реке мигранты, подходя к гидроузлам, встречают непреодолимое для них препятствия (сооружения гидроузла или линию непреодолимых скоростей потока). После безуспешных попыток преодолеть препятствие, рыбы сносятся вниз по течению потока реки. Снос рыб происходит до некоторого условного створа в реке, в котором скорости потока таковы, что рыбы находят силы преодолеть сносящее действие потока и остановиться.

После некоторого периода отдыха производители рыб повторно устремляются вверх по реке в поисках прохода к местам нереста и вновь

подходят к непреодолимому препятствию. Через некоторое время происходит повторный скат, отдых и новый подъем рыб к гидроузлу. Так повторяется многократно. Такое поведение рыб было положено в основу гипотезы о зоне поисков.

Таблица 6 - Значение скоростей потока, для различных видов рыб, необходимых для проектирования рыбопропускных сооружений, м/с

Вид рыб	Значение скоростей, м/с			
	пороговая	привлекающая	сносящая	бросковая
<i>Проходные:</i>				
<i>осетровые (осетр, севрюга, белуга и др.):</i>				
взрослые особи	0,15-0,2	0,6-0,9	0,9-1,2	-
молодь	-	-	0,15-0,2	-
<i>лососевые (лосось, семга, горбуша и др.):</i>				
взрослые особи	0,20-0,25	0,8-1	1,1-1,6	1,5-1,7
молодь	-	-	0,25-0,35	-
<i>Полупроходные:</i>				
<i>Лещ, судак, сазан, вобла и др.:</i>				
взрослые особи	0,15-0,2	0,5-0,7	0,9-1,2	-
молодь	-	-	0,15-0,25	-

Согласно этой гипотезе производители рыб при подходе к гидроузлу совершают многократно повторяющееся возвратно – поступательное движение, то, подплывая к верхней границе зоны поисков (сооружениям гидроузла или линии непреодолимых скоростей), то скатываясь до ее нижней границы (где скорости потока таковы, что рыбы могут преодолеть сносящее действие потока и остановиться).

Зона поисков – участок реки, на котором рыбы активно ведут поиски прохода через препятствие – сооружение гидроузла. Именно в этой зоне (от верхней границы) и рекомендуется располагать вход в рыбопропускное сооружение.

Распределение рыб в зоне поисков неравномерно, зависит от режимов работы водосбросных сооружений гидроузла, от сезона и времени суток. Биотелеметрические исследования поведения рыб в период нерестового хода позволили получить данные о фактической скорости перемещения, ритмике движения, трассах движения и местах концентрации рыб.

Сопоставление этих данных с параметрами среды дает представление о механизме поведения и закономерностях ориентации и распределения рыб в зонах поисков гидроузлов и позволяет прогнозировать поведение рыб при изменениях гидравлической структуры потока и деформации русла водотока. С этой целью можно формировать определенную гидравлическую структуру потока, организовывать «привлекающий шлейф» в РПС с заданными параметрами.

Предсказать, замоделировать поведение рыб в нижнем бьефе будущего гидроузла, определить оптимальное местоположение РПС в системе гидроузла помогает биолого-гидравлическое моделирование (использование на гидравлических моделях гидроузлов мелкой молодежи рыб, т.е. рыб разных видов, реакция которых на разные факторы среды (поток, рельеф дна и пр.) аналогична реакции моделируемых рыб, но размеры которой согласуются с геометрическим масштабом модели.

Условия привлечения рыб в рыбопропускное сооружение

Для проходных, полупроходных и туводных рыб основным стимулом и ориентиром для их продвижения по водотоку является течение со скоростями ниже сносящих, но выше пороговых. Для большинства рыб величина этих скоростей находится в пределах 0,15-1,5 м/с.

Привлечение рыб к входу в рыбонакопитель может быть реализовано с помощью привлекающего потока – шлейфа, который четко выделен в потоке зоны поисков (Рис. 47, Рис. 48, Рис. 49, Рис. 50).

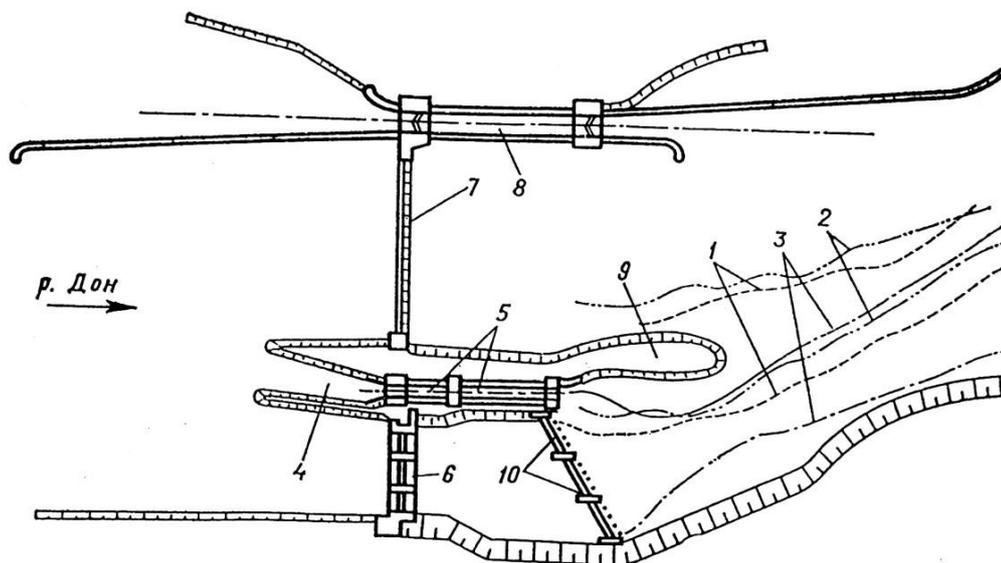


Рисунок 47 - Трассы подхода мигрирующих рыб к Кочетовскому гидроузлу на р. Дон (по результатам биометрических исследований и контрольных ловов). Ориентировочные границы подхода рыб:

- 1 - осетровых; 2 - полупроходных; 3 - сельдевых; 4 - верховой выходной лоток рыбопропускного шлюза; 5 - рыбопропускной шлюз; 6 - бетонная водосливная плотина; 7 - разборчатая плотина с фермами Поаре; 8 - судоходный шлюз; 9 - раздельная дамба; 10 - электрорыбозаградитель.

Привлекающий поток – шлейф, организуется блоком питания рыбопропускного сооружения.

Шлейф – река в реке, поток, имеющий определенную форму, протяженность и скоростные параметры, отличающиеся по величине от скоростей течения в зоне поисков.

Скорости в шлейфе на глубине движения рыб в потоке реки должны быть больше пороговых и ниже сносящих и отличаться от скоростей потока на смежных участках на величину пороговой скорости.

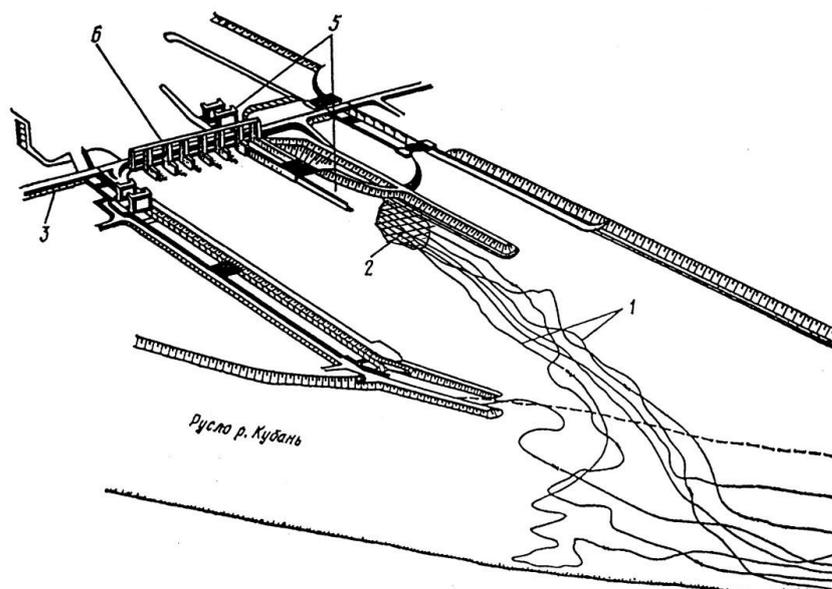


Рисунок 48 - Трассы движения рыб в нижнем бьефе Федоровского гидроузла:
 1 - трассы движения рыб; 2 - места концентрации рыб; 3 - глухая плотина; 4 - ГЭС; 5 -
 рыбопропускное сооружение; 6 - водосливная плотина

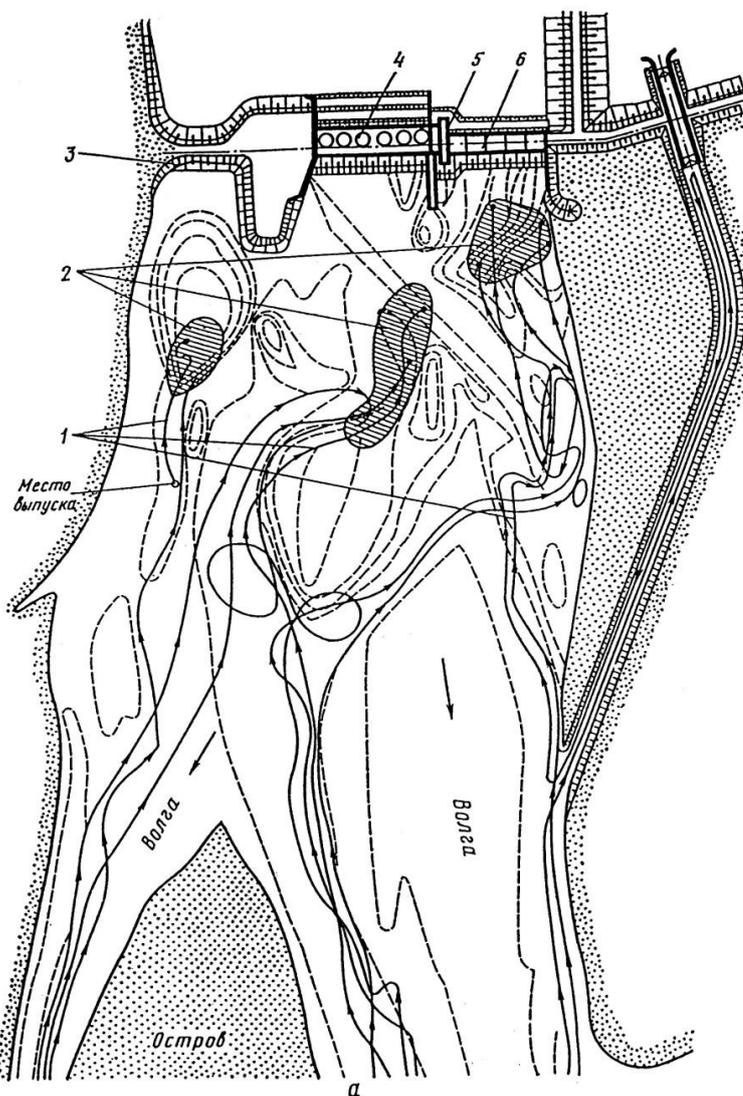


Рисунок 49 - Трассы движения рыб в нижнем бьефе Волгоградского гидроузла на р. Волга:
 1 - трассы движения рыб; 2 - места концентрации рыб; 3 - глухая плотина; 4 - ГЭС; 5 -
 рыбопропускное сооружение; 6 - водосливная плотина.

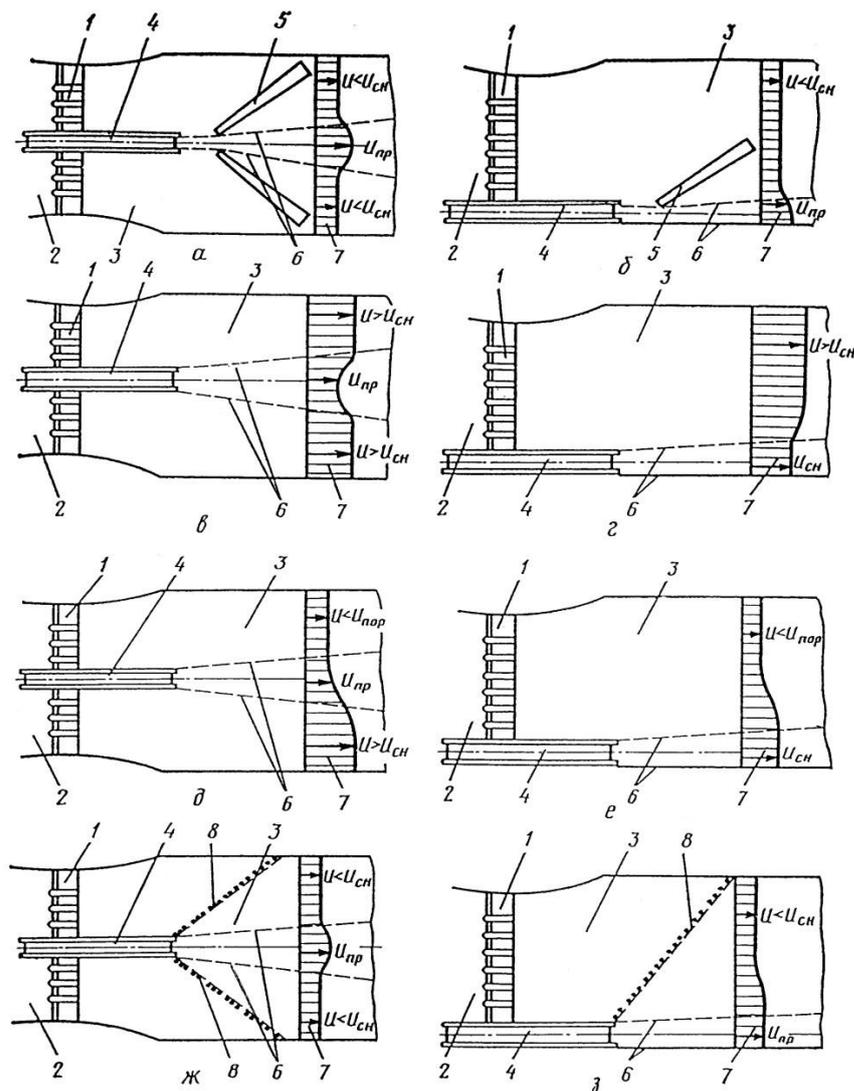


Рисунок 50 - Схемы привлечения рыб:

а, в, д, ж - при расположении рыбопропускного сооружения в центре водосбросного фронта; б, г, с, з - при расположении рыбопропускного сооружения у берега:

1 - водосбросное сооружение; 2 - верхний бьеф гидроузла; 3 - зона поисков в нижнем бьефе гидроузла; 4 - рыбопропускное сооружение; 5 - направляющее тактильное устройство; 6 - границы привлекающего шлейфа; 7 - эпюра скоростей в зоне поисков; 8 - рыбонаправляющее устройство.

При проектировании гидроузлов, в составе которых есть РПС (см. Рис. 51), необходимо располагать РПС в системе гидроузла таким образом и так задавать режим работы водосбросных сооружений гидроузла, чтобы обеспечить необходимые условия привлечения рыб в рыбоаккумулятор РПС (Рис. 52).

Важным элементом проектирования РПС является вопрос гидравлического сопряжения зоны поисков с нижележащим участком водотока и входным участком в рыбоаккумулятор РПС.

Общие положения проектирования РПС

Общие положения проектирования РПС даются здесь в соответствии с рекомендациями СНиП 2.06.07.-87 по вопросам:

- где (в условиях конкретного гидроузла);
- в каком количестве;

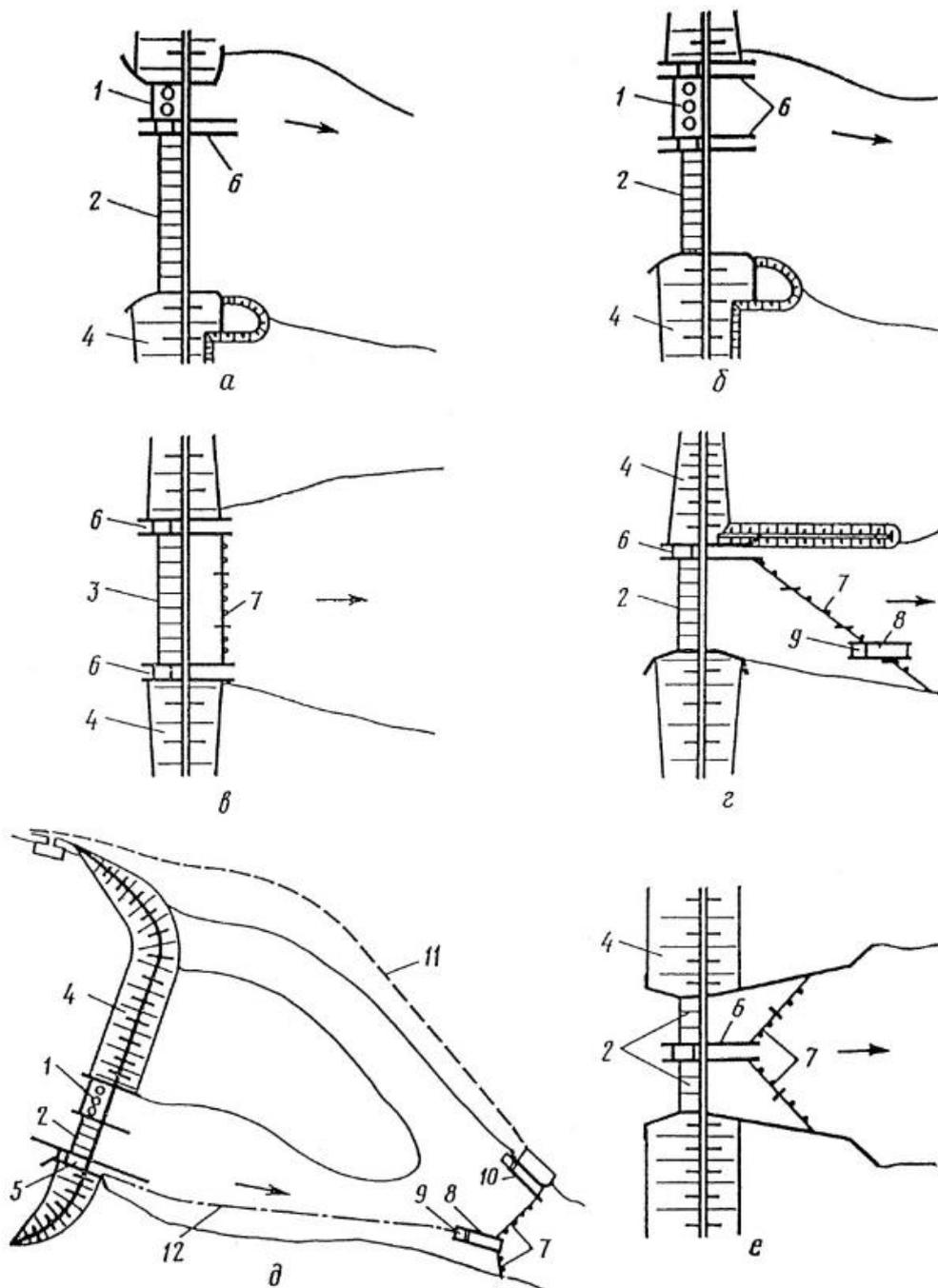


Рисунок 51 - Расположение рыбопропускного сооружения в системе гидроузла:
 а - при наличии ГЭС обычного типа и водосливной плотины с одним рыбопропускным сооружением; б - то же, с двумя рыбопропускными сооружениями; в - при наличии ГЭС совмещенного типа; г - для мелиоративных гидроузлов с прибрежным расположением рыбопропускного сооружения; д - при проектировании рыбохозяйственного створа в нижнем бьефе гидроузла; е - при центральном, вписанном в пролет плотины рыбопропускном сооружении: 1 - гидростанция; 2 - водосливная плотина; 3 - совмещенное здание ГЭС; 4 - глухая плотина; 5 - судоходный шлюз; 6 - рыбопропускное сооружение, 7 - электрорыбозаградитель; 8 - плавучий рыбоаккумулятор; 9 - самоходный контейнер 10 - стационарный рыбоаккумулятор; 11 - трасса движения автоконтейнера с рыбой, 12 - трасса движения плавучего контейнера с рыбой.

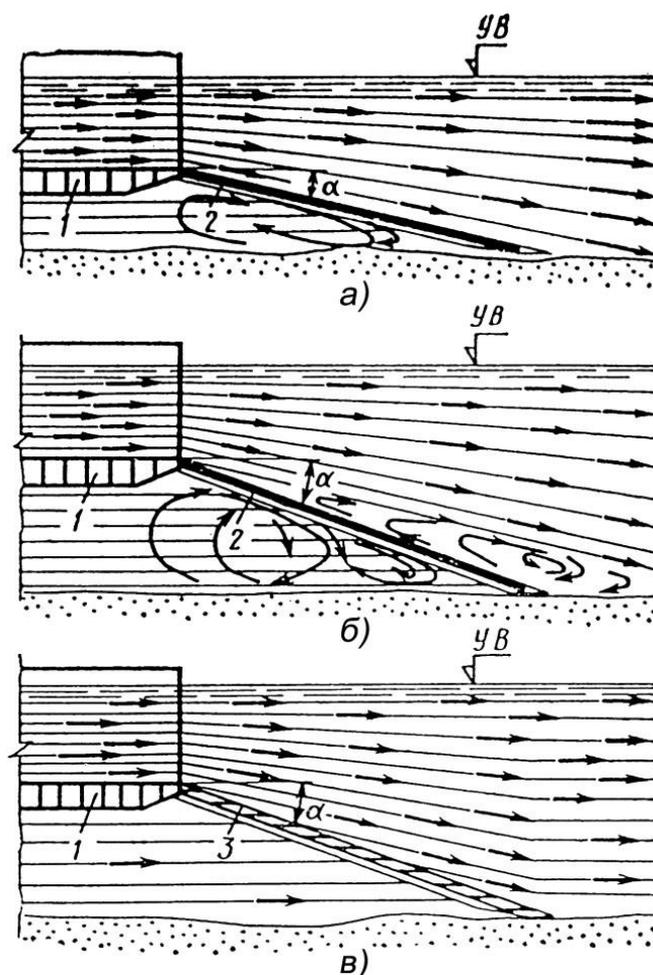


Рисунок 52 - Гидравлическая схема привлечения рыб в рыбоуловитель:
 а - при применении, водонепроницаемого устройства с малыми углами сопряжения; б - то же, с большими углами сопряжения; в - при применении щелевого сопрягающего устройства и при больших углах сопряжения: 1 - рыбоуловитель; 2 - водонепроницаемое сопрягающее устройство; 3 - щелевое сопрягающее устройство.

- какого типа РПС мы должны запроектировать для пропуска данных видов рыб и их количества.

Рыбопропускные сооружения следует проектировать, исходя из условия их эксплуатации при уровнях воды, соответствующих паводковым расходам с вероятностью превышения 5%. Рыбопропускные сооружения подразделяются на две группы, приведенные ниже (см. Табл. 7).

Рыбоходы (рыбоходные сооружения) – группа рыбопропускных сооружений, в которых рыба самостоятельно за счет своей мускульной энергии преодолевает напор при передвижении из нижнего бьефа в верхний. Основные типы рыбоходов представлены на рисунке 53.

Основные элементы рыбохода: входной оголовок, тракт рыбохода, устройства для регулирования расхода и гашения скорости воды в тракте рыбохода, верхняя голова, блок питания, ихтиологическое устройство.

Рыбоподъемники (рыбоподъемные сооружения) – группа рыбопропускных сооружений, в которых перемещение рыб из нижнего в верхний бьеф осуществляется путем ее шлюзования или транспортирования в специальных емкостях (Рис. 54, Рис. 55, Рис. 56).

Таблица 7 - Рыбопропускные сооружения

Напор на гидроузел, м	Группы рыбопропускных сооружений		
	рыбоходные	рыбоподъемные	
		входящие в напорный фронт гидроузла	не входящие в напорный фронт гидроузла
До 10	Каналы обходные лотковые прудковые лестничные	Рыбопропускной шлюз	Стационарные и передвижные рыбонакопители
Св. 10 до 40	Лестничные каналы	Гидравлический рыбоподъемник	
Св. 40		Механический рыбоподъемник	

Основные элементы рыбоподъемника: рыбонакопитель (низовой лоток), рабочая камера или контейнер, верховой (выходной) лоток, блок питания и ихтиологическое устройство.

На крупных равнинных реках при разнообразной по видовому составу ихтиофауне, а также при наличии каскада гидротехнических сооружений и сравнительно близком расположении гидроузлов по реке, следует, как правило, проектировать рыбоподъемные сооружения.

Рыбоходные сооружения следует проектировать для пропуска преимущественно лососевых рыб.

На важных рыбохозяйственных водоемах в качестве дополнительных устройств к специальным рыбопропускным сооружениям целесообразно приспособлять к пропуску рыбы судоходные шлюзы и донные водосбросы гидроэлектростанций.

Количество рыбопропускных сооружений и их местоположение необходимо определять из условия обеспечения привлечения рыбы со всех основных, установленных изысканиями и обоснованных ихтиологической запиской, участков концентрации рыб в нижнем бьефе.

При проектировании рыбопропускных сооружений вход в рыбонакопитель следует располагать на таком удалении от водосбросного фронта, чтобы «привлекающий шлейф» рыбонакопителя достигал зон концентрации рыб или трасс их движения; при этом сопряжение рыбонакопителя с дном реки следует выполнять без образования водоворотных зон и обратных течений.

Стационарные рыбопропускные сооружения (рыбоходы, рыбопропускные шлюзы, рыбоподъемники и рыбонакопители) следует проектировать в случаях, когда места концентрации рыб перед гидроузлом сосредоточены и не меняются в зависимости от режима работы гидроузла или рыбу можно сконцентрировать с помощью направляющих устройств вблизи привлекающего шлейфа рыбопропускного сооружения.

Передвижные (плавучие) рыбопропускные сооружения необходимо проектировать в следующих случаях, когда:

- из-за сложных гидрологических условий в нижнем бьефе гидроузла затруднен выбор местоположения стационарного рыбопропускного сооружения;

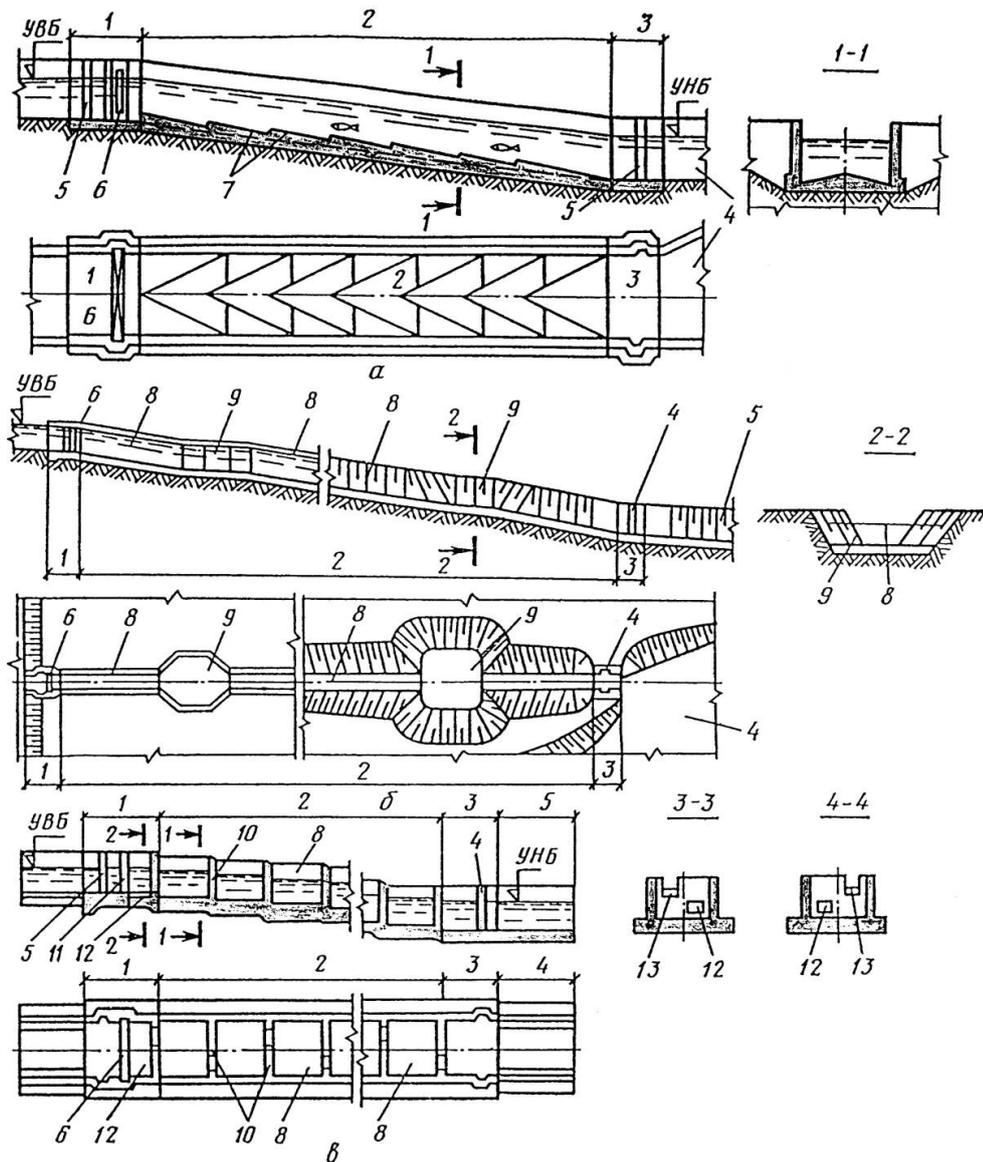


Рисунок 53 - Рыбоходные сооружения:

а - лотковые; б - прудковые; в – лестничные:

1 - верхняя голова; 2 - тракт; 3 - входной оголовок; 4 - подходный участок; 5 - ремонтные ограждения; 6 - устройство для регулирования расхода воды; 7 - устройство для гашения скорости воды в тракте; 8 - камеры тракта; 9 - прудки для отдыха рыб; 10 - раздельные стенки; 11 - блок питания; 12 - ихтиологическое устройство; 13 - вливные отверстия.

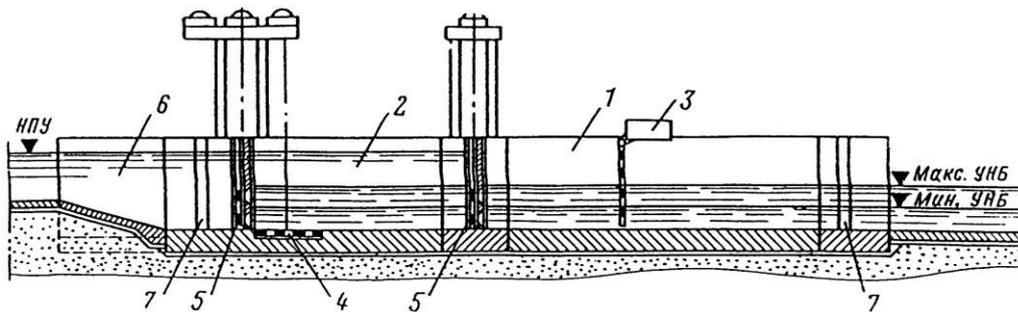


Рисунок 54 - Рыбопропускной шлюз:

1 - рыбоаккумулятор; 2 - рабочая камера; 3 - побудительное устройство; 4 - ихтиологическая площадка; 5 - рабочий затвор с клинкетными отверстиями; 6 - верховой выходной лоток; 7 - паз ремонтного заграждения.

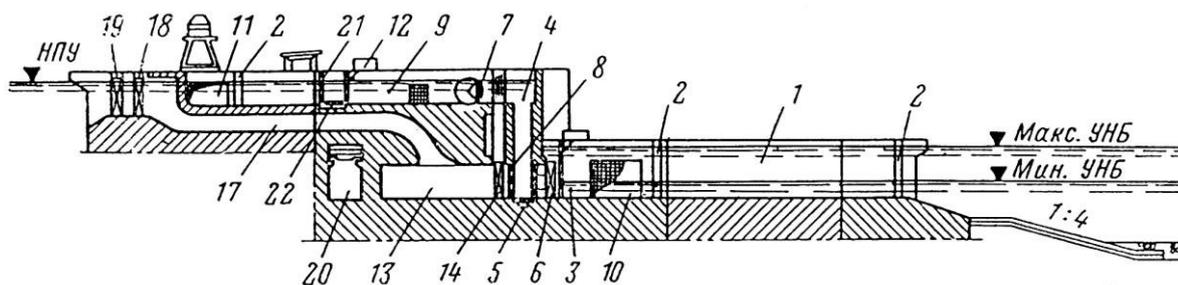


Рисунок 55 - Гидравлический рыбоподъемник:

1 - рыбоаккумулятор; 2 - паз ремонтного заграждения; 3 - побудительное устройство рыбоаккумулятора; 4 - рабочая камера; 5 - побудительное устройство рабочей камеры; 6 - рабочий затвор с рыбоводным приспособлением; 7 - рабочий затвор верхового лотка; 8 - стационарная рыбозащитная решетка; 9 - верховой выходной лоток; 10 - рыбозащитная решетка обходной галереи; 11 - выплывное отверстие; 12 - побудительное устройство верхового лотка; 13 - блок питания; 14 - рабочий затвор блока питания; 15 - ремонтное заграждение водозабора; 16 - обходные галереи блока питания; 17 - галереи холостого водосброса; 18 - рабочий затвор галерей холостого водосброса; 19 - аварийно-ремонтный затвор галереи холостого водосброса; 20 - помещение задвижек; 21- поворотный затвор; 22 - ихтиологическая площадка.

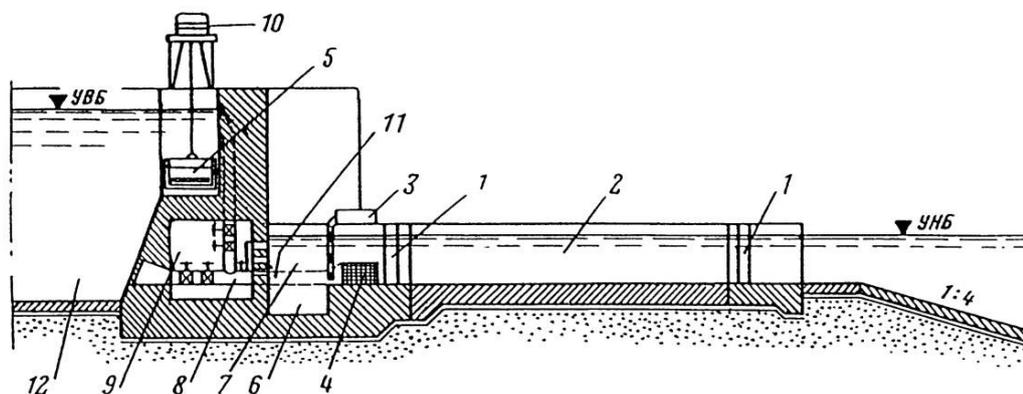


Рисунок 56 - Механический рыбоподъемник:

1 - паз ремонтного заграждения; 2 - рыбоаккумулятор; 3 - побудительное устройство; 4 - рыбозащитная решетка обходной галереи блока питания; 5 - контейнер для подъема рыбы с ихтиологической площадкой; 6 - ниша для установки контейнера; 7 - рабочая камера; 8 - блок питания; 9 - помещение механизмов и затворов блока питания; 10 - кран для подъема и передвижения контейнера; 11- обходные галереи блока питания; 12 - верховой выходной лоток.

- места концентраций рыбы рассредоточены и периодически меняются в зависимости от режима работы гидроузла;

- необходимо рыбопропускное сооружение на действующем гидроузле, где оно не было предусмотрено.

Например, водохранилище Рижской ГЭС (Рис. 57) на реке Даугаве частично затопило нерестилища прибалтийской проходной рыбы - рыбаца.

Созданный на этом гидроузле рыбохозяйственный комплекс предусматривает сбор идущей на нерест рыбы в 5,5 км ниже гидроузла в плавучем рыбоаккумуляторе и перевод ее в плавучий контейнер.

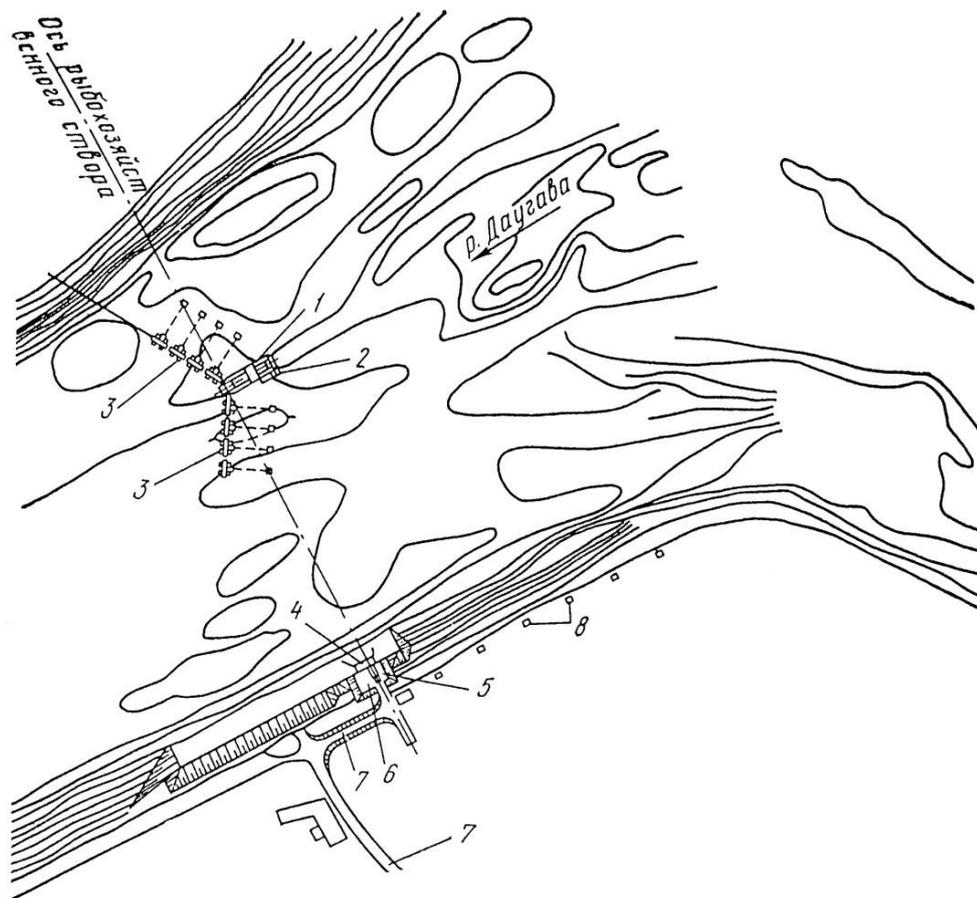


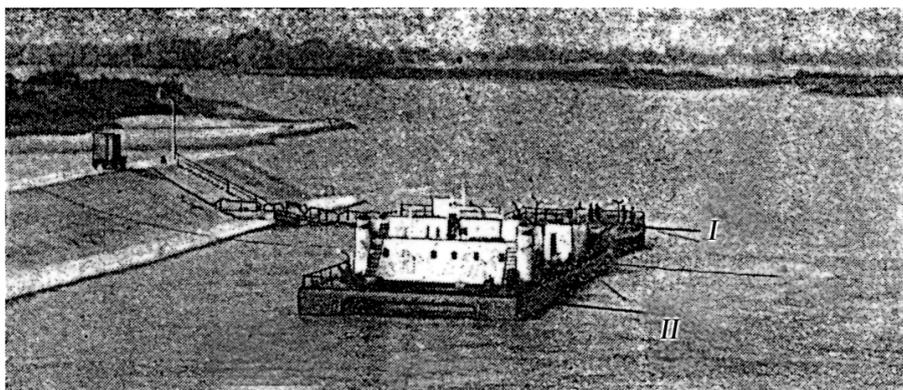
Рисунок 57 - Рыбохозяйственный комплекс Рижской ГЭС:

1 - передвижной (плавающий) рыбоаккумулятор "Нерест"; 2 - судно-рыбовоз; 3 - электрическое рыбоуправляющее устройство; 4 - береговой причал; 5 - автоконтейнер с системой жизнеобеспечения для транспортирования производителей рыб к местам нереста; 6 - береговая площадка; 7 - подъездная дорога; 8 - шкафы подключения.

В плавучем контейнере производители рыб либо транспортируются через шлюз гидроузла к незатопленным нерестилищам, расположенным в верховье водохранилища (Рис. 58), либо доставляются к перегрузочному береговому комплексу, где рыба из плавучего контейнера в специальной емкости краном переводится на автоприцеп, где подключается «система жизнеобеспечения» (Рис. 59), емкости и рыба доставляется на нерестилища незарегулированной реки Огре.

В мировой практике известны живорыбные машины для транспортировки рыб в торгующие организации и для перевозки на небольшие расстояния производителей лосося. Разработанный Гидропроектом автоконтейнер существенно отличается от известных в мировой практике машин для перевозки рыбы.

В емкости, разработанной Гидропроектом, для перевозки производителей рыб, идущих на нерест, запроектирована «система жизнеобеспечения» создающая равномерно распределенный по глубине и ширине контейнера поток воды, насыщенный кислородом, что позволяет рыбе (держась против тока воды) равномерно распределяться по всему контейнеру. Это дает возможность увеличивать плотность посадки производителей и перевозить рыбу на значительные расстояния (5-10 часов пути).



а)

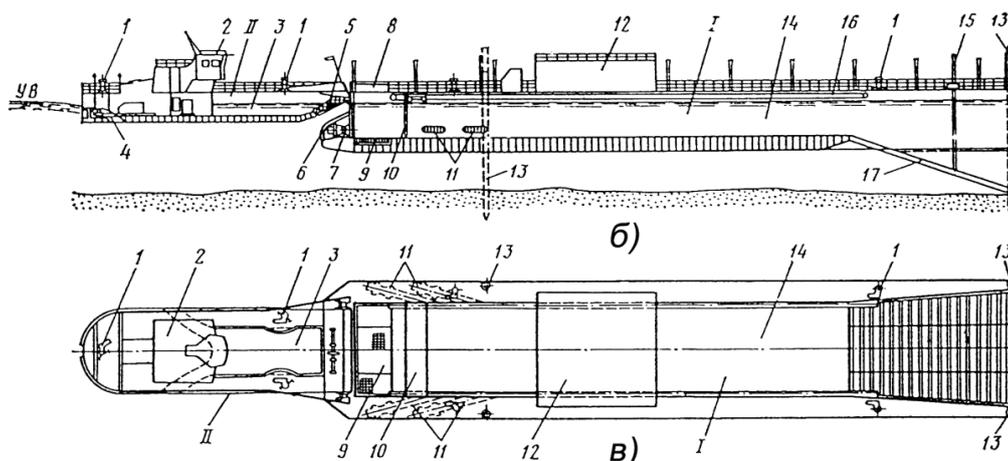


Рисунок 58 - Плавающая установка для накопления и транспортирования рыбы:
 а - общее расположение в нижнем бьефе Федоровского гидроузла на р. Кубань; б - продольный разрез; в - план (вид сверху). I - рыбнонакопитель; II - контейнер: 1 - электрошпиль; 2 - пульт управления контейнера; 3 - лоток для транспортирования рыбы; 4 - двигатель контейнера; 5 - аппарат; 6 - защитная решетка; 7 - насосы блока питания (торцовые); 8 - привод ихтиологической площадки; 9 - подъемная (ихтиологическая) площадка; 10 - побудительное устройство; 11 - насосы блока питания (бортовые) рыбнонакопителя; 12 - пульт управления и лаборатория ихтиологов; 13 - свайные опоры рыбнонакопителя; 14 - лоток рыбнонакопителя; 15 - механизм подъема сопрягающего устройства; 16 - привод побудительного устройства; 17 - сопрягающее устройство.

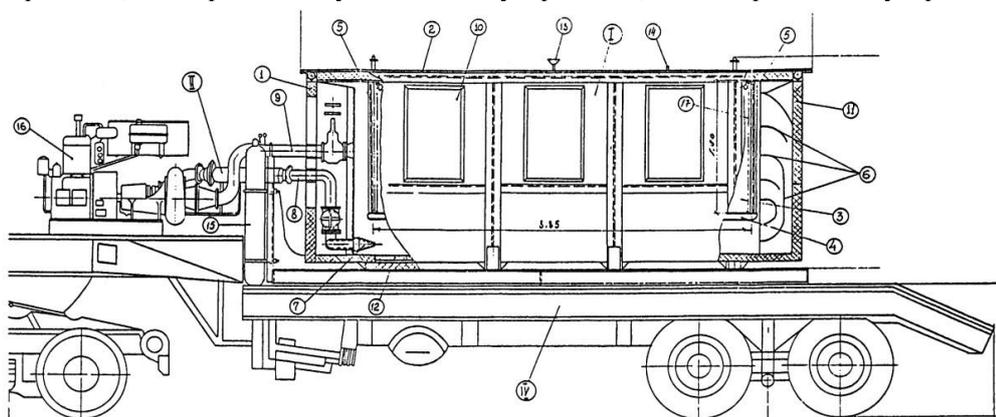


Рисунок 59 - Автоконтейнер для транспортировки рыбы с системой жизнеобеспечения: 1 - корпус; 2 - крышка; 3 - полезная емкость для содержания рыб объемом 13 м³; 4 - ихтиологическая площадка; 5 - сетчатая диафрагма; 6 - диффузор; 7 - насадка; 8 - трубопровод напорный; 9 - трубопровод всасывающий; 10 - окно смотровое; 11 - панель утепления; 12 - пористые аэрирующие плитки; 13 - заливочная воронка с обратным клапаном; 14 - трубка для выпуска воздуха; 15 - баллон для кислорода 40-150 ГОСТ 949-57; 16 - дизель-насосная установка ДН-У180-1; 17 - тросы для подъема ихтиологической площадки.

Рыбонаправляющие сооружения (РНС)

В практике проектирования РПС нередки случаи, когда «шлейф» привлекающих скоростей от РПС не доходит до основного потока реки или не выделяется в потоке реки, или основной поток реки имеет несравнимую с шириной шлейфа ширину.

В этих случаях для увеличения возможного захода идущих на нерест половозрелых рыб в рыбоаккумулятор РПС используют так называемые «усы рыбоаккумулятора», увеличивающие зону (возможного) захода рыб в рыбоаккумулятор РПС в несколько раз.

Таким рыбонаправляющим устройством, типа «усов рыбоаккумулятора», воспользовались, например, при строительстве РПС на Краснодарском гидроузле (см. Рис. 60) и на Рижском рыбохозяйственном комплексе.

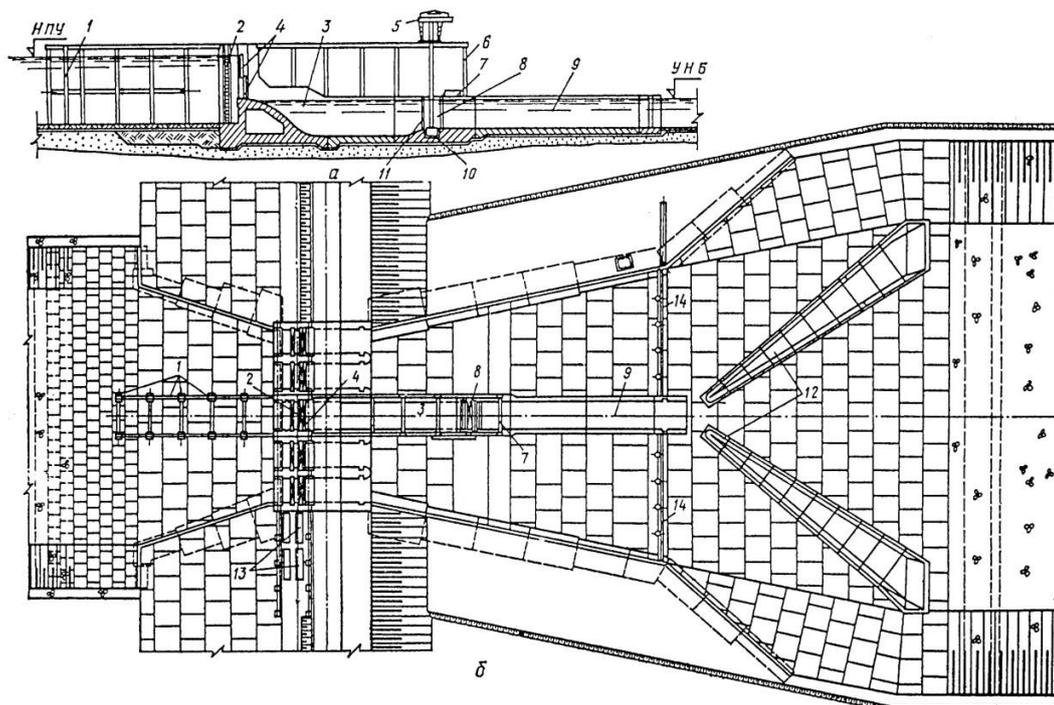


Рисунок 60 - Механический рыбоподъемник Краснодарского гидроузла на р. Кубань.

а - продольный разрез по рыбоподъемнику; б - план:

- 1 - эстакада; 2 - сороудерживающая решетка и ремонтное ограждение; 3 - блок питания; 4 - рабочие затворы блока питания; 5 - кран-контейнеровоз; 6 - эстакада крана-контейнеровоза; 7 - побудительное устройство; 8 - рабочая камера; 9 - рыбоаккумулятор; 10 - контейнер для подъема рыбы; 11 - рыбозащитная решетка; 12 - рыбонаправляющие канавки; 13 - щитохранилище; 14 - электрорыбонаправляющее устройство.

Такое РНС (или устройство) в основном выполняется в виде системы ЭРЗУ-I ГОСНИОРХа, в котором преграда для прохода взрослых особей идущих на нерест рыб мимо рыбоаккумулятора РПС и стимул для поисков новых (иных) проходов вверх по течению реки рыбами создается системой электродов постоянного тока в виде тонкостенных полых трубок, перекрывающих всю глубину потока и расположенных друг от друга на расстоянии 2-3,5м. Эта система электродов создает электрическое поле, непроходимое для взрослых особей рыб и практически неощутимое молодью рыб. Электроды удерживаются в заданном положении понтонами, опорами моста или каким - либо иным способом.

В качестве рыбонаправляющего сооружения (РНС) СНиП рекомендует использовать физиологические рыбозащитные сооружения (РЗС) (всевозможные завесы).

При проектировании РНС в виде электрических рыбозаградительных сооружений следует рассматривать следующие конструкции электродов:

- жесткие (трубы, стрелы, полосы со стабилизаторами);
- гибкие (тросы, шарнирно соединенные отрезки труб, стрелы и полосы).

Электроды надлежит проектировать из условия их установки на всю глубину заграждаемой зоны, причем их нижний конец должен быть расположен не более 0,15 м от дна водоема.

При подвеске электродов к стационарным или наплавным мостам для обеспечения стабильного положения их относительно друг друга необходимо предусматривать объединение электродов в секции при помощи гибких или жестких связей.

Вопросы для самоконтроля:

1. Для чего необходимы рыбопропускные сооружения? Как они функционируют?
2. Как обосновывается проектирование и строительство РПС? Какими параметрами?
3. Назовите базовые положения проектирования РПС.
4. Для чего нужны рыбоподъемники?
5. Что такое рыбонаправляющие гидротехнические сооружения? Как они функционируют?
6. Рыбопропускные сооружения (РПС). История создания РПС. Рыбохозяйственное и биологическое обоснование проектирования и строительства РПС на гидроузле.
7. Особенности поведения идущих на нерест рыб. Условия привлечения рыб в рыбопропускное сооружение. Общие положения проектирования РПС.
8. Рыбоподъемники.

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [5], [6], [15], [19], [21], [23], [27], [38], [40].

1.2.9 Специальные гидротехнические сооружения рыбоводных заводов

Типы сооружений и их назначение. Водоснабжающая система рыбоводных заводов, типы водоснабжения, её состав (напорный бассейн, отстойник, фильтры, водоводы, сбросная система). Садки для выдерживания производителей на осетровых, лососевых и сиговых заводах (садки Казанцева и куринского типа, земляные садки, каналы, пруды). Бассейны для выращивания молоди на осетровых и лососевых заводах (грунтовые бассейны, системы ВНИРО, Улановского, Бакгидрорыбпроекта). Бассейны для разведения дафний. Оборудование инкубационных цехов. Сооружения промышленных бассейновых хозяйств. Сооружения садковых хозяйств.

Водоснабжающая система рыбоводных заводов

Водоснабжающая система рыбоводного завода (магистральный канал, ответвления от канала в виде трубопроводов или каналов меньшего размера) должна обеспечивать подачу воды во все производственные цехи завода: в здание рыбоводного завода, где расположен инкубационный цех, в пруды и садки для

выдерживания производителей, в пруды и бассейны для выращивания молоди, в дафниевые бассейны.

Вода подаваемая на рыбоводный завод, должна быть без взвесей, что особенно важно при водоснабжении инкубационного цеха и бассейнов для выращивания молоди.

При подаче воды на рыбоводный завод независимо от системы подачи воды (из водохранилища или с помощью насосной станции) в начале магистрального канала необходимо предусмотреть устройство отстойного бассейна.

Бассейн-отстойник – бассейн с медленно текущей водой, предназначенный для осаждения взвешенных наносов перед подачей воды в отдельные цехи рыбоводного завода. Назначение отстойного бассейна – предохранить магистральный канал и трубопроводы от попадания в них наносов.

Для более тщательной очистки воды от взвешенных наносов в магистральном канале устраивают съемные фильтры. Фильтры применяют песчано-галечные и фланелевые. При устройстве фланелевого фильтра в лоток вставляют рамки, затянутые фланелью, для задержания всех мелких взвешенных частиц грунта, находящихся в воде. По мере загрязнения фильтры меняют.

Садки для выдерживания производителей на осетровых, лососевых и сиговых заводах

Производителей на рыбоводном заводе выдерживают в специальных садках.

На сиговых заводах сбор и оплодотворение икры производится на специальных пунктах, расположенных на месте лова производителей, там же могут размещаться садки для выдерживания производителей.

Для выдерживания производителей *осетровых рыб* применяют садковое хозяйство системы Казанского, которое состоит из двух земляных прудов для выдерживания самок и самцов и бетонных садков – бассейнов (Рис. 61).

Пруд для самок общей длиной по дну 116 м расширен у донного водоспуска и сужен к месту подачи воды. Уклон откосов по всей длине 1:3. Глубина воды в расширенной части 2-2,5м, в суженной – 0,4м. Ширина по дну от 5 до 1м.

Общая длина по дну пруда для самцов 122м, ширина по дну – 5м, глубина 2,5м, уклон откоса 1:3.

Рядом с земляными садками размещают бетонные садки – бассейны размером 5х3 м, глубиной 1,0м для кратковременного выдерживания производителей после гипофизарной инъекции.

Вода в земляные садки подается по водовыпускам из канала и сбрасывается из них по донным водоспускам в сбросной канал.

В садки – бассейны вода подается по трубопроводам, отходящим от распределительного колодца, а сбрасывается - в бетонный сбросной лоток.

На Волгоградском осетровом рыбоводном заводе, например, вода в садки Казанского подается из напорного бассейна.

Кроме садков системы Казанского, для выдерживания производителей строят земляные пруды прямоугольной формы размером 15х70м, глубиной 2,8м, с уклоном откосов 1:3. В такие пруды вода подается при помощи водовыпусков, а сбрасывается через донные водоспуски.

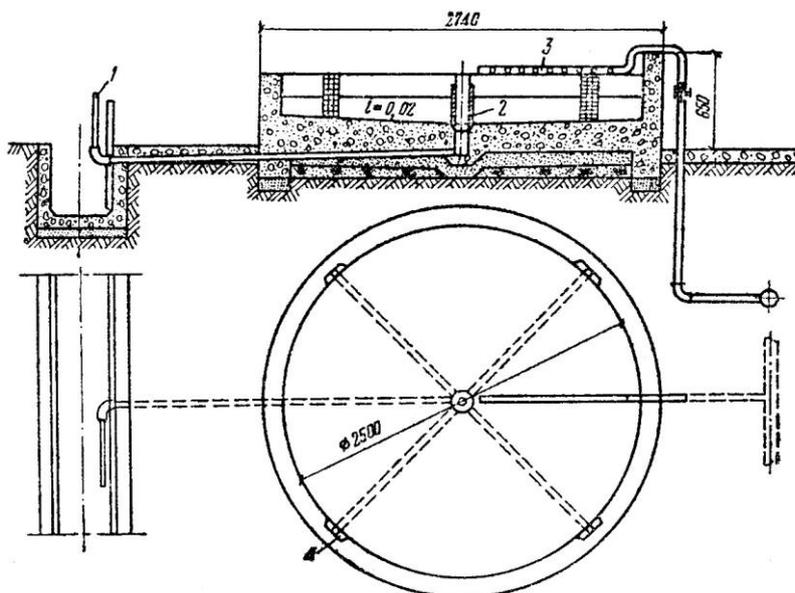
Через центральный сброс воду выпускают во время очистки бассейна, через периферийный сброс – в рабочее время. Концы четырех периферийных сбросов расположены в нишах, сделанных в стенке бассейна, и с внутренней стороны затянутых латунной сеткой. Другие концы сбросов соединены с центральным

Над центральным сбросом помещен сетчатый цилиндр, предохраняющий вымыв личинок и молоди во время чистки бассейна. Бассейны Улановского удобны в эксплуатации. Корм в них распределяется равномерно по дну бассейна, молодь доступна для наблюдения, площадь бассейна ~ 5м². Эти бассейны с успехом применяют на разных рыбоводных заводах.

Выращивают молодь, например на Волгоградском осетровом рыбоводном заводе, в выростных прудах, числом 59 и общей площадью 120 га.

Иногда бассейны изготавливают из различных полимерных материалов, используемых для пищевых продуктов. Делают их квадратной формы с закругленными краями или круглой формы.

Площадь дна обычно ~ 4 м², высота стен – 50 см, глубина слоя воды в бассейне - 10-25 см. Вода в бассейн подается через насадку, расположенную параллельно стенке бассейна (квадратного), в результате чего образуется



кругообразное течение воды.

Рисунок 62 - Бассейн Улановского для выращивания молоди:

1 - сброс; 2 - сетчатый цилиндр; 3 - флейта; 4 - периферийный сброс.

Дно бассейна имеет уклон к центру, где расположено отверстие для стока, перекрытое съемной сетчатой крышкой. Подача и спуск воды регулируются специальным регуляционным устройством, расположенным перед насадкой.

Бассейны для разведения дафний

На рыбоводных заводах молодь осетровых и лососевых рыб в течение 16- 18 месяцев кормят живыми кормами, поэтому потребность в живых кормах очень велика. Большое количество дафний выловить из близлежащих водоемов нельзя, поэтому на каждом осетровом и лососевом рыбоводном заводе имеются **специальные бассейны для выращивания дафний**. Количество бассейнов для выращивания дафний на рыбоводном заводе зависит от мощности завода и достигает 30- 50 шт.

Дафниевые бассейны удлиненной формы площадью примерно 50м², шириной 4 м, длиной 12,5м и глубиной 0,8м. Устраивают из бетона Ширина разделительной стенки поверху 40-50 см.

На рыбоводных заводах в северных районах дафниевые бассейны из бетона и железобетона размером 3х4 м с глубиной 0,9м размещают в специальном здании.

При сооружении земляных дафниевых бассейнов применяют меры против фильтрации воды; для этого дно и откосы бассейнов очищают от растительности и корней.

Подача воды в дафниевые бассейны и сброс ее должны быть независимыми.

Вопросы для самоконтроля:

1. Для чего нужны и из каких узлов состоят рыбозаградительные сооружения?
2. Какие существуют специальные сооружения на рыбоводных хозяйствах?
3. Какие специальные гидротехнические сооружения устанавливаются на рыбоводных заводах? Для чего они предназначены?
4. Специальные гидротехнические сооружения рыбоводных заводов.
5. Водоснабжающая система рыбоводных заводов.
6. Садки для выдерживания производителей на осетровых, лососевых и сиговых заводах. Бассейны для выращивания молоди на осетровых и лососевых заводах. Бассейны для разведения дафний.

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [4], [11], [14], [15], [21], [22], [23], [27], [28], [40].

1.3 Рыбохозяйственное строительство. Порядок проектирования, биологическое и техническое обоснование, состав проектной документации, объемы работ, затраты на строительство

1.3.1 Техническое обоснование рыбохозяйственного строительства

Стадии и виды проектирования. Общие положения технико-экономического обоснования (ТЭО). Состав и содержание ТЭО. Изыскательские работы. Виды и порядок проектирования. Разработка проектно-сметной документации. Задание на проектирование. Материалы к заданию на проектирование. Разработка рабочих проектов. Рабочая документация.

Стадии и виды проектирования

Проектирование рыбохозяйственных объектов в соответствии с существующими нормативными положениями и документами ведется в две или три стадии: первая (или предварительная, основная) - разработка технико-экономических расчетов (ТЭР) или технико-экономического обоснования (ТЭО), *обосновывающая хозяйственную необходимость и экономическую целесообразность* строительства, расширения, реконструкции, технического перевооружения прудового рыбоводного хозяйства.

В ТЭО и ТЭР определяется дальнейший порядок разработки проектно-сметной документации: в две стадии – «Проект» и «Рабочая» документация или в одну стадию – «Рабочий проект».

Общие положения технико-экономического обоснования (ТЭО)

Проектирование рыбоводного хозяйства осуществляется в соответствии с «Инструкцией о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий зданий и сооружений» (СНиП 1.02.01-85).

Проектирование нового строительства, расширения, реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий, зданий и сооружений осуществляется на основе решений, принятых и утвержденных в технико-экономических обоснованиях (ТЭО) или технико-экономических расчетах (ТЭР) строительства, имея в виду, что *расчетная стоимость строительства, согласованная с подрядной организацией и предусмотренная в утвержденном ТЭО (ТЭР), не должна быть превышена в дальнейшем при проектировании и строительстве (п.1.2.СНиП 1.02.01-85).*

ТЭО - предплановый и предпроектный документ, дополняющий и развивающий решения, предусмотренные в «схеме» ТЭО, предусматривает обоснование начинаемого строительства, его мощности, номенклатуры и качества продукции, выбора наиболее эффективных технических, экономических и организационных решений по эксплуатации и строительству, включая выбор конкретной площадки для строительства, определение расчетной стоимости строительства и основных технико-экономических показателей предприятия.

При разработке ТЭО необходимо:

- учитывать перспективы развития науки и техники;
- обеспечивать рациональное и экономное развитие земель, материальных, топливно-энергетических, финансовых и трудовых ресурсов;
- предусматривать комплексное решение вопросов строительства объектов производственного назначения, жилых домов, объектов социально-культурного быта и охраны окружающей среды;
- учитывать требования обеспечения сейсмостойкости, устойчивости, взрыво- и пожаробезопасности предприятия;
- исходить из того, что *расчетная стоимость строительства, согласованная с подрядной организацией, предусмотренная в утвержденном ТЭО, является лимитом на весь период проектирования, изысканий и строительства и учитывается при составлении планов капитального строительства региона.*

При наличии возможности и целесообразности ТЭО следует разрабатывать на конкурсной основе.

Состав и содержание ТЭО

ТЭО должно включать следующие разделы:

- Исходные данные и положения;
- Мощность (объем производства продукции), номенклатура продукции, специализация и кооперация предприятия;
- Обеспечение предприятия сырьем, материалами, полуфабрикатами, энергией, топливом, водой, трудовыми ресурсами; (в том числе – обоснование источников обеспечения предприятия электро и тепловой энергией и топливом); обоснование обеспечения предприятия водой (с учетом других потребителей, пользующихся выбранными источниками водоснабжения);
- Расчет общей численности работающих;

- Основные технологические решения, составов предприятий, организация производства и управления;
- Требования к уровню механизации и автоматизации предприятия и основные технические решения;
- Состав обслуживающего и энергетического хозяйства;
- Выбор района, пункта, площадки для строительства и их характеристики;
- Основные строительные решения, организация строительства;
- Ситуационный план с указанием размещения площадок промышленного и жилищно-гражданского строительства, внеплощадочных сооружений (дороги теплотрассы и т.д.); Особенности организации и сроки осуществления строительства;
- Объемы основных строительного-монтажных работ и потребность в стройматериалах и механизмах, трудоемкость строительства, определенная по укрупненным нормативам и показателям супс; Возможность использования местных строительных предприятий;
- Охрана окружающей среды, экологическая эффективность природоохранных мероприятий;
- Расчетная стоимость строительства;
- Экономика строительства и производства, основные технико-экономические показатели;
- *Выводы и предложения, включающие:*
Оценку экономической эффективности строительства;
Данные для составления задания на проектирование предприятия; Перечень научно-исследовательских, конструкторских, экспериментальных и изыскательских работ, которые необходимо выполнить для проектирования и строительства;
- *Приложения:*
 - *схема ситуационного плана;*
 - *схема генерального плана;*
 - *габаритные схемы по основным объектам;*
 - *сводный расчет стоимости строительства (СФР);*
 - *сводка затрат.*

Разработка проектно-сметной документации

Задание на проектирование

Проектирование рыбохозяйственных объектов осуществляется на основе задания на проектирование, составляемого заказчиком проекта с участием проектной организации.

В задании должны быть отражены следующие вопросы:

- основание для проектирования;
- сроки начала и окончания строительства;
- особые условия строительства;
- стадийность проектирования;
- разработка проектных решений в нескольких вариантах и на конкурсной основе;
- решения по оформлению зданий;
- проектная организация;
- генеральная подрядная строительная организация;

- выделение пусковых комплексов;
- основные технико-экономические показатели;
- требования о проектировании объектов жилищно-гражданского значения;
- требования по внедрению новой техники;
- требования по ассимиляции производства и разработке защитных сооружений;
- требования по выполнению научно-исследовательских и опытно - экспериментальных работ при проектировании.

Материалы к заданию на проектирование

Вместе с утвержденным заданием на проектирование заказчик выдает проектной организации:

1. Утвержденный *акт выбора площадки* для строительства с материалами согласований принятых решений.
2. Архитектурно-планировочное задание, составленное в установленном порядке.
3. Материалы по *ранее проведенным инженерным изысканиям*.
4. Исходные данные для разработки решений по организации строительства и составлению сметной документации.
5. Материалы инвентаризации.
6. Необходимые для проектирования материалы по: виду выделяемого топлива, по местоположению сырья, оборудованию.

По источнику водоснабжения дополнительно изучаются: загрязнение неочищенными сточными водами промышленных и коммунальных предприятий, химический анализ воды и заключение научно-исследовательских организаций о пригодности воды для рыбоводных целей.

Разработка рабочих проектов

Разработка «Рабочих проектов» и «Проектов» на строительство прудовых рыбоводных хозяйств осуществляется на основе утвержденных ТЭО (ТЭР), материалов по выбору площадки для строительства и в соответствии с заданием на проектирование.

В «Рабочих проектах» и «Проектах» осуществляется необходимая *доработка и детализация* проектных решений, принятых в ТЭО, и уточняются основные технико-экономические показатели.

Разделы «Рабочего проекта» и «Проекта» излагаются в четкой и лаконичной форме.

Все материалы «Рабочего проекта» (за исключением рабочей документации) и «Проекта» передаются заказчику проектной организацией в четырех экземплярах.

«Рабочий проект» и «Проект» должны включать следующие разделы:

1. Общая - пояснительная записка;
2. Генплан и транспорт;
3. Технологические решения;
4. Научная организация труда рабочих и служащих;
5. Управление предприятием;
6. Строительные решения;
7. Организация строительства;
8. Охрана окружающей природной среды;

9. Жилищно-гражданское строительство;
10. Сметная документация;
11. Паспорт «рабочего проекта» («проекта»).

Рабочая документация

В состав рабочей документации входят:

- рабочие чертежи;
- сметная документация;
- ведомости объектов строительных и монтажных работ;
- ведомости потребности в материалах, составленные по видам строительных и монтажных работ;
- сборник спецификаций оборудования;
- проектно-сметная документация на строительство зданий и сооружений.

Виды проектирования

В гидромелиоративном строительстве применяют в основном *два вида проектирования: типовое и индивидуальное.*

В настоящее время для создания проектов высокого качества и ускорения сроков проектирования и строительства широко применяются типовые проекты гидротехнических и других сооружений.

Типовой проект – проект, предназначенный для строительства *однотипных сооружений.* При строительстве рыбоводных хозяйств такими проектами обеспечиваются все ГТС.

По типовым проектам должны возводиться все строения хозяйственного центра рыбоводного хозяйства (административный корпус с лабораториями, библиотеки и жилые дома, кормосклады, гаражи, склады и т.д.).

При выборе типовых проектов сооружений необходимо чтобы применяемые проекты соответствовали местным условиям. Привязка типовых проектов ГТС рыбоводных хозяйств заключается в приспособлении типовых проектов к рельефу и геологии данного участка.

Гидрорыбпроектом составлены типовые проекты гидротехнических сооружений и схем рыбоводных хозяйств. Ленгипроводхозом – типовые проекты водосбросных и других ГТС. Росгипроводхозом – типовые технологические схемы по очистке прудов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие стадии включает в себя рыбохозяйственное проектирование?
2. Какие виды рыбохозяйственного проектирования Вы знаете?
3. Что включает в себя ТЭО?
4. Техническое обоснование рыбохозяйственного строительства. Стадии и виды проектирования. Общие положения технико-экономического обоснования. Состав и содержание ТЭО.
5. Типовой проект рыбоводного хозяйства. Назначение. Состав типового проекта.

Рекомендованная литература:

[1], [10], [11], [14], [15], [16], [27].

1.3.2 Расчет затрат материалов и средств на рыбохозяйственное строительство

Ориентировочное определение стоимости строительства хозяйства. Общие положения. Определение объемов основных строительных работ. Объем капитальных затрат на строительство. Эксплуатационные затраты. Окупаемость хозяйства.

Ориентировочное определение стоимости строительства хозяйства Общие положения

Для обоснования строительства или реконструкции рыбоводного объекта *недостаточно его хозяйственной необходимости.*

Ранее было сказано, что в соответствии со СНиП 1.02.01.–85 целесообразность проектирования и строительства определяется на предпроектной стадии проектирования (ТЭО), которая определяет также (по укрупненным показателям) и стоимость намечаемого строительства.

Обязательно установление *также экономической целесообразности* предприятия, которая определяется по «ожидаемому» сроку окупаемости хозяйства.

Норматив экономической эффективности для отрасли «рыбное хозяйство» определяется сроком окупаемости хозяйства в 10 лет. Окупаемость создаваемого рыбоводного объекта должна быть менее или равна 10 годам. В случае, когда срок окупаемости оказывается более 10 лет, хозяйство экономически невыгодно, нецелесообразно и строить его не рекомендуется. Срок окупаемости объекта определяется по следующей формуле:

$$\text{Срок окупаемости} = (K + Э + 20\%CCO) / П,$$

где: **K** - капитальные вложения в строительство хозяйства; рассчитывается по формуле:

$$K = CCO + СОЛ + З$$

где: **ССО** - *сметная стоимость строительства* объекта ($ССО_{ос} + CCO_{вс}$) включающая:

- основные строительные работы по рыбоводному прудовому хозяйству ($ССО_{ос}$);
- вспомогательные ($ССО_{вс}$): хозцентра, жилой поселок, подъездные и служебные дороги.

В тоже время ССО делится на:

- _- строймонтажные работы – 75,2%;
- _- оборудование-10,1%;
- _- прочие затраты – 14,7%.

СОЛ – *сметная стоимость орудий лова* и вспомогательного оборудования по эксплуатации прудов;

З - затраты, связанные с отведением земли под прудовое хозяйство;

Э - эксплуатационные годовые затраты, включающие:

- сырьевые материалы (рыбопосадочный материал: годовики; двухлетки и пр.);

- вспомогательные материалы (комбикорма + удобрения); амортизацию основных средств (от стоимости прудовой площади и других основных фондов);
- топливо, ГСМ, электроэнергию; наемный транспорт;
- заработную плату (основная и дополнительная);
- охрану труда (спец. одежда, лечебно-спортивные мероприятия и оборудование);
- текущий ремонт; прочие расходы.

П - прибыль предприятия, исчисляемая как разница между стоимостью реализации продукции в оптовых ценах и себестоимостью этой продукции: Она рассчитывается по формуле:

$$P = (K * M) - (Э + 0,2СОЛ)$$

где: К – стоимость 1 кг товарной рыбы.

М – количество рыбы в килограммах.

(Э+0,2 СОЛ) - *себестоимость продукции* хозяйства складывается из затрат предприятия в течение года

Себестоимость единицы продукции (С), например 1 центнера рыбы – годовые затраты предприятия в течение года, поделенные на количество произведенной продукции (в центнерах):

$$C = (Э+0,2 СОЛ) / Mц$$

Определение объемов основных строительных работ

Определение объемов основных строительных работ по рыбоводному прудовому хозяйству сводится к определению объема земляных работ и работ по устройству всех гидротехнических сооружений, предусмотренных проектом.

Перечень работ по устройству гидротехнических сооружений сводится в таблицу (Табл. 8).

Таблица 8 - Сводная таблица определения объемов строительных работ

№	Наименование сооружений	Место расположения сооружений	Основные размеры сооружений в (м)	Количество сооружений	Материалы сооружений	Ориентировочное потребное количество материалов	Примечание

Объем капитальных затрат на строительство

При выполнении курсового проекта для определения величины капитальных затрат на строительство можно пользоваться графиками удельных стоимостей строительства рыбохозяйственных предприятий в зависимости от площади проектируемого хозяйства (Рис. 63).

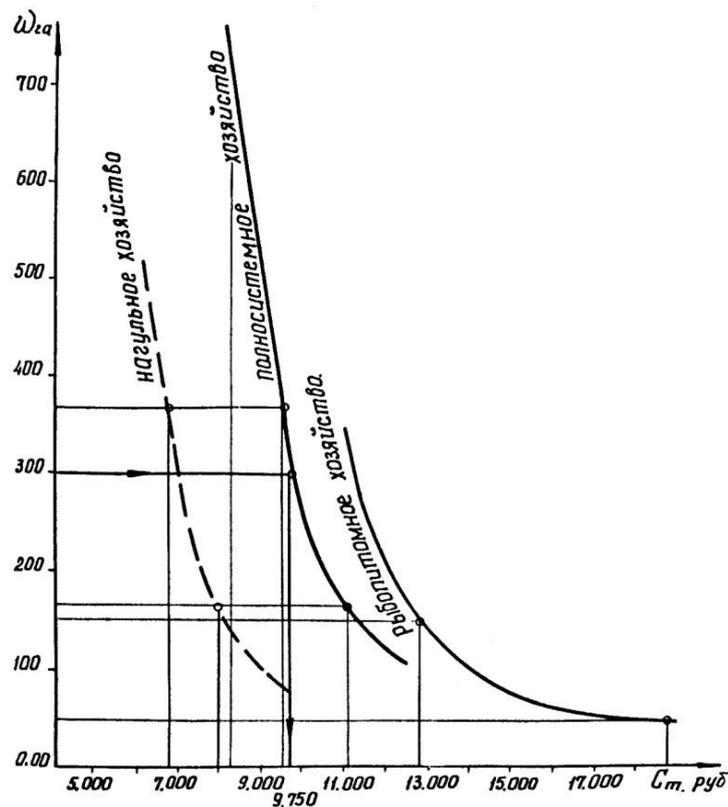


Рисунок 63 - График удельных стоимостей строительства рыбохозяйственных предприятий различного назначения (в ценах 1987 г.):
 ω га - площадь прудового хозяйства (в гектарах); C_m - удельная стоимость строительства прудового хозяйства (стоимость 1 га хозяйства) в рублях.

На рисунке 63 размещены три кривые:

- для полносистемных прудовых хозяйств;
- для нагульных прудовых хозяйств;
- для прудовых рыбопитомников.

Графики построены по материалам «Нормативов удельных капитальных вложений в строительство прудовых рыбоводных хозяйств за период 1991-1995 гг. с прогнозом до 2005 г. при экономической эффективности капитальных вложений», разработанных на основании поручения Госплана СССР от 17.10.1988г. № СВ – 537/5-248 и приказа Минрыбхоза СССР от 27.03.1989 г. № 02-60/1475.

Строительная стоимость собственно рыбоводного хозяйства (основные работы (CCO_{oc})) определяется в зависимости от площади W в га, назначения прудового хозяйства и его удельной стоимости C_m (рис. 2.1.).

Так, например, при полносистемном хозяйстве в 300 га по графику на рисунке 63 CCO_{oc} составит:

$$CCO_{oc} = C_m * W = 9.750 * 300 = 2.925 \text{ тыс.руб.}$$

Строительная стоимость вспомогательных работ ($CCO_{вс}$) берется в % от CCO_{oc} .

Эксплуатационные затраты

Эксплуатационные затраты (\mathcal{E}) складываются из затрат хозяйства в течение года и амортизационных отчислений.

Амортизационные отчисления определяются по «Нормам амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР», введенным в действие с 01.01.1975 г. Постановлением СМ СССР от 14 марта 1974г., №183.

Для подсчетов на стадии ТЭО амортизационные отчисления можно брать в соответствии данными приведенными ниже (Таблица 9):

Таблица 9 - Исходные данные для расчетов амортизационных отчислений

№	Наименование видов сооружений	Строительная стоимость в % от суммы стоимости по графику	Срок службы в годах	Отчисления, %	
				на амортизацию	на ремонт
1	Земляные сооружения	50 - 60	50	2,9	1,2
2	Искусственные сооружения, в том числе: бетонные железобетонные	35 - 30	50	2,2	1
			50	2,2	1
3	Хозцентр, служебные и жилые постройки	15 - 10	25	4	2

Окупаемость хозяйства

Основной показатель рентабельности хозяйства – срок его окупаемости.

Срок окупаемости определяется путем деления капитальных вложений в строительство, эксплуатационных и амортизационных затрат на прибыль:

Вопросы для самоконтроля:

1. Что входит в разработку проектно-сметной документации рыбохозяйственных сооружений?
2. Как можно определить примерную стоимость проектируемого рыбохозяйственного сооружения?
3. Что такое: эксплуатационные затраты, окупаемость хозяйства?

Рекомендованная литература:

[1], [10], [11], [14], [15], [16], [27].

1.4 Строительные и ремонтные работы в рыбоводных предприятиях. Основные материалы, порядок и методы проведения работ

1.4.1 Строительные и ремонтные работы в рыбоводных предприятиях

Строительные материалы, строительные и ремонтные работы. Подготовительные работы. Состав организационных мероприятий и подготовительных работ. Перенос проекта в натуру. Пропуск строительных расходов. Дефектные акты.

Основные виды строительных материалов, строительных и ремонтных работ в рыбоводном хозяйстве.

При строительстве прудового рыбоводного хозяйства выполняются следующие *основные виды работ*:

- земляные работы;
- бетонные и железобетонные работы;
- опалубочные работы;
- арматурные работы;
- строительные работы при возведении деревянных сооружений;
- каменные работы;
- свайные работы;
- ряжевые работы;
- хворостяные и каменно–хворостяные работы;
- гидроизоляционные работы.

При выполнении каждого из указанных выше видов работ применяются различные материалы, подразделяемые на основные и вспомогательные. О них будет указано ниже при характеристике каждого из видов строительных и ремонтных работ.

Подготовительные работы. Состав организационных мероприятий и подготовительных работ

Чтобы все строительные работы осуществлялись по плану и были закончены в срок, перед началом строительства проводят организационные мероприятия и подготовительные работы.

К организационным мероприятиям относятся:

- утверждение проектно- сметной документации;
- проверка обеспеченности строительными материалами, проектной документацией по организации производства работ, рабочими чертежами и сметой на первый год строительства;
- получение фондов и размещение заказов на изготовление оборудования;
- утверждение строительных и монтажных организаций, которые будут вести строительство, оформление финансирования;
- заключение договоров на строительство (подрядный способ).

К первоначальным подготовительным работам относятся: *создание опорной геодезической сети, освобождение зоны затопления от построек и пр., строительство рабочих поселков и складских помещений, строительство подъездных путей, системы водоснабжения, линии телефонной связи и пр.*

Поверхностные воды, стекая с водосборной площади, могут затопить котлованы, выемки для каналов и таким образом осложнить производство строительных работ – потребуется откачка воды, добавочные крепления откосов котлованов и т.д.

Во избежание притока поверхностных вод к месту строительства перед началом его нужно построить специальные *водоотводные устройства для задержки и отвода поверхностных вод.*

Для отвода поверхностных вод за пределы строящегося сооружения строят *защитные валы*. Для перехвата и отвода поверхностных вод, стекающих с водосборной площади выше магистральных каналов, - *нагорные каналы*. Нагорные каналы должны пропускать необходимый расход воды. Если уклон дна при их строительстве получился больше допустимого, необходимо устроить сопрягающее сооружение.

Закончив все указанные подготовительные работы, приступают к разбивке сооружений на местности, т.е. переносу проекта в натуру.

Перенос проекта в натуру

Разбивка сооружений на местности включает перенесение с плана на местность точек, определяющих расположение и размеры сооружения, закрепление этих точек на местности специальными знаками.

Разбивку сооружений производит, как правило, строительная организация, и только разбивку каких – либо сложных сооружений в трудных условиях может производить проектная организация по договору со строительной организацией.

Порядок (очередность) разбивочных работ:

- Отыскание или восстановление на местности опорных пунктов геодезической сети (угловые знаки, репера и пр.), относительно которых осуществлена привязка сооружений в проекте;

- Трассирование магистрального канала, перенесение в натуру продольных и поперечных осей сооружения и закрепление их на местности (основные разбивочные работы); разбивка осей сооружения производится от опорных пунктов геодезической сети;

- Нанесение на местность всего контура сооружения производится от закрепленных осей сооружения;

- Разбивка внутри контура отдельных элементов сооружения.

Точность разбивочных работ зависит от материала сооружения и способа производства работ. При разбивочных работах допускаются следующие отклонения: для земляных сооружений (в плане) 5 см, для осей бетонных и железобетонных сооружений - 1 см, сборных железобетонных конструкций - 0,5 – 1,0 см.

Для разбивочных работ необходимо иметь генеральный план строительства, планы и профили сооружений, ведомости и чертежи привязки к пунктам геодезической сети и пояснительную записку.

Детальную разбивку размеров сооружения выполняют строители – гидротехники, а на крупных сооружениях – геодезисты из производственно – геодезического отдела строительной организации. При строительстве рыбоводных объектов в колхозах и совхозах все разбивочные работы ведут строители.

Разбивочные работы ведутся как в плане, так и по вертикали.

При разбивке земляных сооружений различают разбивки линейных земляных сооружений (каналов, дорог, плотин, дамб и пр.) и котлованов сооружений изданий.

На месте строительства сооружений должны быть основные разбивочные знаки, которые сохраняют до конца строительства и сдачи в эксплуатацию того или иного объекта или сооружения.

Пропуск строительных расходов

При возведении гидротехнического узла в русле какого–либо водотока необходимо создать такие условия, при которых можно пропустить расход воды реки в период строительства из верхнего бьефа в нижний.

Методы пропуска строительных расходов зависят от состава и компоновки гидротехнического узла, типов и конструкций гидротехнических сооружений, способов строительства, гидрологического режима реки и пр.

Применяют следующие методы пропуска строительных расходов: через законченное водосбросное сооружение по специальному обводному каналу, по лоткам – акведукам через свободную часть реки.

Пропуск строительных расходов через законченное сооружение применяется в тех случаях, когда узел сооружений создается в стороне от русла, в пойме реки. Так как строительство небольших гидротехнических узлов целесообразно выполнять между паводками, то в стороне от русла водотока строят водосбросное сооружение. Расход воды реки в период строительства пропускают через русло. По окончании строительства водосбросного сооружения в русле реки в перемычках строят глухую часть плотины, а расходы реки пропускают через вновь построенное водосбросное сооружение с подводящим и отводящим каналами, к которому подводится вода по верховому каналу и отводится по низовому.

При пропуске строительных расходов по обводному каналу участок реки, где будет возводиться сооружение, ограждают верховой и низовой перемычками, а расход воды направляют в обводной канал. Начало обводного канала располагают выше верховой перемычки примерно на 50 м. Конец канала выходит в русло реки ниже низовой перемычки. Уклон канала и размеры его элементов устанавливают гидравлическими расчетами в зависимости от допускаемых скоростей на размыв для грунтов, в которых проходит обводной канал.

При пропуске строительных расходов через лотки – акведуки их располагают на опорах над перемычками и сооружением. Лотки применяют железобетонные во избежание фильтрации воды.

Пропуск строительных расходов через свободную часть реки применяют при строительстве гидротехнического узла в две очереди. В части русла, отделенного перемычкой, строят сооружения, строительные расходы пропускают через свободную часть русла реки, во второй период строительства расход воды пропускают через ранее выстроенные пролеты водосбросного сооружения или донные отверстия.

При пропуске строительных расходов тем или иным методом применяют перемычки – временные подпорные сооружения, ограждающие места строительства сооружений от затопления. Перемычки бывают бетонные, земляные, каменнонабросные и деревянные (ряжевые, шпунтовые).

Выбор материала для перемычки зависит от грунтов, где будет располагаться гидротехнический узел, а также от топографических и гидрологических условий. Так, земляные перемычки сооружают из местных грунтов и на любых основаниях, каменнонабросные – на горных реках, со сбрасыванием камня в реку, ряжевые – в районах, богатых лесом, на реках с большими глубинами и скоростями, шпунтовые перемычки (деревянные) – там, где грунт допускает их забивку, бетонные перемычки строят при наличии скальных грунтов.

После окончания строительства земляные перемычки размывают, ряжевые и шпунтовые разбирают, а каменно-набросные перемычке в некоторых случаях взрывают.

Дефектные акты.

Дефектный акт - это документ, который составляется после осмотра повреждений, имеющих на объекте. Этот документ является определяющей

основой для текущего ремонта сооружения (здания), а также для капитального ремонта для полной ликвидации повреждений.

Образец дефектного акта - это документ, в котором по пунктам описаны возможные расходы строительства и ремонта в форме сметы. Это основной документ всех расходов, который занимает важное место, так как составляется специально - собранной комиссией экспертов, в соответствии с принятыми стандартами СНиП, ГОСТ, РОСТ (Табл. 10).

Таблица 10 - Образец дефектного акта

Приложение №1 (пример) По состоянию на: "___" ___ 201_ г. Сводная таблица ремонтов гидротехнического сооружения (<i>плотины пруда</i>)		
Конструкции, элементы, помещения	Физический износ, %	Необходимый и рекомендуемый ремонт
<i>Тело плотины</i>		
<i>Паводковый водосброс</i>		
<i>Шлюз водозабора</i>		
<i>Дорога по гребню плотины</i>		

Вопросы для самоконтроля:

1. Организация и производство ремонтно-эксплуатационных работ.
2. Что такое дефектный акт?
3. Порядок подготовки к проведению строительных и ремонтных работ.

Рекомендованная литература:

[1], [11], [12], [13], [14], [15], [27].

1.4.2 Основные материалы, порядок и методы проведения работ

Земляные работы. Состав земляных работ. Сооружение плотин и дамб. Сооружение каналов. Бетонные и железобетонные работы. Бетон и железобетон. Состав бетонных и железобетонных работ. Опалубочные работы. Арматурные работы. Собственно бетонные работы.

Каменные работы. Применяемые материалы. Виды кладок. Связующие смеси. Производство и приемка каменных работ. Строительные работы при возведении деревянных сооружений. Применяемые материалы. Свайные работы. Ряжеские работы. Хворостяные и каменно-хворостяные работы.

Прочие материалы и изделия в рыбохозяйственной гидротехнике. Трубы. Полимерные материалы. Листовая и прокатная сталь. Гидроизоляционные материалы и работы.

Земляные работы. Состав земляных работ

Основные виды земляных работ – создание насыпей и выемок. К насыпям относятся плотины и дамбы, к выемкам – каналы, канавы, копаные пруды и пр.

При создании насыпей и выемок выполняют следующие виды земляных работ: разрыхление грунта, копание на выброс или на транспортные средства, транспортировка грунтов, насыпание, разравнивание, планировка, уплотнение насыпанных грунтов.

Земляные работы весьма трудоемки, и при их производстве должна быть максимально использована механизация.

Грунты различаются по степени трудности разработки, поэтому в зависимости от грунта применяют тот или иной способ разработки.

Сооружение плотин и дамб

Плотины и дамбы из грунта сооружают следующими способами:

- насыпка тела плотины с уплотнением грунта, планировкой и креплением гребня и откосов плотины;

- сооружение тела плотины с применением гидромеханизации; отсыпка грунта в воду без механического уплотнения.

Насыпные земляные плотины строят в следующем порядке:

1. Срезают растительный грунт на необходимую глубину с площади основания, разрыхляют грунт основания, роют котлованы зуба или замка, а если плотина запроектирована с понуром, то роют и котлован понура, заполняют эти котлованы водонепроницаемым грунтом и уплотняют его;

2. Насыпают тело плотины слоями, разравнивают, увлажняют и уплотняют грунт в насыпи с доставкой грунта из карьеров, котлованов сооружений и водосбросного канала;

3. Производят планировку откосов и гребня плотины с последующим их креплением.

Для производства работ по насыпи плотин необходимо на основании технико-экономических показателей подобрать комплект машин. Для возведения низких плотин наиболее экономичен следующий комплект машин: скреперы – при перемещении грунта на расстояние 200-500 м, экскаваторы с ковшом емкостью 0,5-1,0 м³ – при перемещении грунта на расстояние свыше 500 м.

Растительный грунт срезают скреперами и бульдозерами. Толщину срезанного грунта устанавливают в зависимости от мощности дернины и корневой системы растительности. Перед укладкой первого слоя грунта плотины будущее основание плотины разрыхляют.

Траншеи под зуб, замок или понур отрывают скреперами, бульдозерами или экскаваторами. Траншеею зуба заполняют глиной или суглинком с послойным разравниванием и уплотнением.

В понур грунт укладывают горизонтальными слоями с уплотнением. Сверху понур прикрывают защитным слоем из песчаного, супесчаного и гравелистого грунта для предохранения от размыва водой и образования трещин. Для устройства понуров применяются скреперы, экскаваторы и бульдозеры.

При появлении грунтовой воды в траншеях и котлованах в период строительных работ применяют водоотлив или *водопонижение*. При водоотливе необходимо обеспечивать сохранность структуры грунта на уровне заложения фундамента (при этом нельзя допускать вынос частиц грунта из основания и откосов выемок). Для водоотлива чаще всего используют центробежные насосы.

Искусственное водопонижение уровня грунтовых вод осуществляется чаще всего с применением легких иглофильтровых установок.

При понижении уровня грунтовых вод в траншеях шириной 2-3 м иглофильтры устанавливают с одной стороны траншеи, в более широких траншеях – с двух сторон, при рытье котлованов иглофильтры устанавливают вокруг котлована.

Тело плотины отсыпают скреперами из грунта, вынутого из котлованов под сооружения, выемок каналов и из карьеров. Отсыпку плотины начинают с самых низких точек насыпи.

При возведении плотины из разных грунтов, призмы из этих грунтов разграничивают знаками, которые переставляют по мере возвышения насыпи. Ширина слоев отдельных грунтов должна быть не менее 2,5 м (чтобы обеспечить движение машин. Каждый слой грунта разравнивают и уплотняют; толщина уплотняемого слоя зависит от вида грунта, его влажности, а также машин, применяемых для уплотнения.

При значительной ширине насыпной плотины, ее основание разбивают на 3-4 полосы, на первой полосе отсыпают грунт, на второй его разравнивают и увлажняют, а на третьей послойно уплотняют. Затем грунт на третьей полосе отсыпают, на первой разравнивают и уплотняют на второй и т.д., что дает возможность непрерывно вести работы по возведению насыпи плотины.

Для уплотнения грунта применяют катки. Скреперы, тракторы и бульдозеры также частично уплотняют грунт при производстве своих основных работ.

Гребень и откосы плотины планируют грейдерами и бульдозерами. Откос при этом должен быть не круче 1:2.

Сооружение каналов

Магистральные и другие каналы в выемке и полувыемке с расходами 0,3-1,0 м³/с, шириной по дну 0,6-1,2 м строят после предварительного выравнивания трассы под проектный уклон.

Подготовку трассы канала производят скрепером, бульдозером или грейдер-элеватором. Далее вырезают сечение канала канавокопателем или грейдером, экскаватором с обратной лопатой с ковшем емкостью 0,35 или 0,3 м³.

Каналы в насыпи и полунасыпи при ширине по дну до 1,2 м строят так: сначала отсыпают сплошную подушку, затем вырезают в ней сечение канала. Грунт, отсыпанный в подушку, послойно разравнивают, увлажняют и уплотняют. Сечение канала в подушке вырезают канавокопателем, грейдером или экскаватором с обратной лопатой.

Бетонные и железобетонные работы. Бетон и железобетон

Бетонные и железобетонные работы в гидротехническом строительстве (при строительстве гидротехнических сооружений в рыбоводных хозяйствах) составляют весьма значительный объем.

При строительстве гидротехнических сооружений из бетона следует учитывать, что они частично или полностью находятся в воде. В результате бетон подвергается выщелачиванию, химическому воздействию пресных и агрессивных вод, а также механическому истиранию наносами. Кроме того, бетонные сооружения попеременно промерзают и оттаивают, что может привести к их разрушению.

Для того чтобы избежать нарушений работы бетонных и железобетонных сооружений в сложных условиях эксплуатации, *бетон* для таких сооружений *должен быть водонепроницаемым, морозостойким, водостойким, с пониженным тепловыделением*. Таким требованиям отвечает гидротехнический бетон различных марок.

Бетоны различают по объемной массе: особо тяжелые – более 2500 кг/м³, тяжелые – от 1800 до 2500 кг/м³, легкие – от 500 до 1800 кг/м³, особо легкие – менее 500 кг/м³.

Марки бетона устанавливают по прочности на сжатие, осевое растяжение, на растяжение при изгибе, по морозостойкости, водонепроницаемости. В гидромелиоративном строительстве применяют преимущественно тяжелые бетоны марок (по прочности на сжатие в кг см²) – 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500 и 600. В бетоне этих марок используют портланд-цемент, шлако-портланд цемент, глиноземистый цемент и др.

Бетон – искусственный строительный материал, состоящий из вяжущего вещества (цемент, шлаковые вяжущие), воды и заполнителей. Он образуется в результате затвердения указанной смеси и сохраняет любую приданную ему форму.

Железобетон – искусственный строительный материал, полученный в результате соединения бетона со стальной арматурой. Каждая из составных частей железобетона воспринимает определенные усилия: бетон воспринимает сжимающие усилия, так как обладает высоким сопротивлением сжатию при малом сопротивлении растяжению; стальная арматура – растягивающие усилия, поэтому ее располагают в растянутой зоне бетона.

Основным достоинством железобетона является его долговечность, а также способность легко принимать любую форму.

Состав бетонных и железобетонных работ

Бетонные и железобетонные работы состоят из установки и снятия опалубки, установки арматуры, укладки бетона при сооружении монолитных и сборных конструкций.

Опалубочные работы

Опалубка – форма, придающая бетонным сооружениям нужные очертания. Опалубочные работы в бетонных работах, включая подмости, составляют по стоимости около 35%, поэтому опалубка должна быть изготовлена так, чтобы ее можно было использовать несколько раз (до 30-50 раз). Опалубку выполняют из дерева, включая фанеру, металла (стали), железобетонных плит, иногда и комбинированную – из дерева и стали.

Деревянную опалубку чаще всего изготавливают из хвойных деревьев – сосны, ели, лиственницы.

Металлическая опалубка состоит из отдельных щитов и креплений. Такая опалубка дорогая, поэтому ее применяют в отдельных случаях – при возведении ответственных надземных сооружений или на заводах для изготовления бетонных и железобетонных элементов.

Железобетонную опалубку применяют в виде плит при строительстве крупных гидротехнических сооружений. Эти плиты после бетонирования не убирают: они являются конструктивной частью сооружений и должны быть особо прочными.

Опалубка редко бывает стационарной для разового применения, обычно она разборно-щитовая из готовых отдельных щитов для бетонирования однотипных сооружений; скользящая (ползучая), применяемая для бетонирования устоев, подпорных стенок и пр., такая опалубка может передвигаться в вертикальном и

горизонтальном направлении (при бетонировании дюкеров, трубопроводов и других сооружений большой длины).

Распалубливание (удаление опалубки). Распалубливание производят после того, как бетон достаточно затвердел. Снятие боковых элементов опалубки, не несущих нагрузки от массы конструкции, допускается по достижении бетоном прочности, обеспечивающей сохраняемость поверхности и кромок углов при снятии опалубок. Обычно это можно сделать через 5-7 дней. Снятие опалубки с несущих конструкций допускается только после достижения бетоном прочности, соответствующей СНиП III – В. 1 – 70.

Арматурные работы

Арматурные работы состоят из заготовки арматуры, сварки или вязки и установки арматуры для создания железобетонных конструкций.

Широко применяют готовые арматурные изделия (сетки, каркасы), сделанные на арматурных заводах или в мастерских. При заготовке и установке арматуры широко используют электросварку. При установке арматуры необходимо следить за тем, чтобы соблюдались величины защитного слоя (слоя бетона, предохраняющего арматуру от коррозии).

Бетонные работы

Бетонные работы состоят из приготовления бетонной смеси, транспортировки ее к месту укладки, укладки бетонной смеси в сооружение, ухода за бетоном.

Приготовление бетонной смеси заключается в точном отмеривании (по массе) составных частей бетона: цемента, воды и заполнителей в зависимости от марки бетона. Цемент и воду отмеряют с точностью до 1%, а заполнители – с точностью 2-3%.

Транспортировку бетонной смеси к месту работ производят автобетоновозами, автосамосвалами, железнодорожным транспортом с использованием узкоколейных вагонеток, перемещают транспортерами. Выбор типа транспортировки зависит от характера конструкций, расстояния, на которое перемещают бетонную смесь, и размера сооружений. При подаче бетонной смеси транспортерами применение их ограничивается расстоянием в 500-700м.

Укладка бетонной смеси включает приемку, разравнивание и уплотнение бетонной смеси. При приемке бетонной смеси не допускается ее расслаивание. Укладку ведут с наименьших точек горизонтальными слоями с последовательным разравниванием. Уплотняется бетонная смесь вибраторами, которые приводят смесь в более подвижное состояние, и под действием собственного веса она начинает уплотняться.

Уход за бетоном после его укладки в конструкцию заключается в поддержании оптимальной температуры бетона (15-20⁰С). Бетонные поверхности закрывают смоченной мешковиной и брезентом для защиты от ветра и солнца.

Каменные работы. Применяемые материалы

При возведении гидротехнических сооружений рыбоводных хозяйств каменная кладка применяется при небольшом объеме работ или если камень является местным строительным материалом.

Из естественных каменных материалов используют бутовый камень, щебень, гравий и штучный камень; из искусственных каменных материалов – кирпич и бетонные камни.

Каменную кладку ведут с использованием вяжущих растворов и без них – «насухо». В зависимости от применяемых материалов различают следующие виды кладок: бутовую, бутобетонную, кирпичную и кладку из бетонных камней.

Виды кладок

Бутовая кладка. Бутовая кладка – кладка из естественных камней разнообразной формы, скрепленных раствором.

Материалом для бутовой кладки служат природные камни, добываемые в карьерах: граниты, гнейсы, базальты, диабазы, диориты и др., характеризующиеся необходимой прочностью и морозостойкостью.

Для прочности бутовую кладку необходимо производить горизонтальными слоями так, чтобы камни полностью соприкасались с раствором, между рядами кладки соблюдалась перевязка швов и швы в разных рядах располагались в разных местах.

Существует несколько видов *бутовой* кладки: под залив, под лопатку, кладка с приколкой лицевой стороны и из отборной плиты.

Кладка под залив применяется в основном при возведении фундаментов. На очищенную поверхность основания насыпают слой бутового камня толщиной 25-30 см, пустоты между отдельными камнями засыпают каменной мелочью, после чего заливают раствором до заполнения всех пустот между камнями. Иногда для получения гладких боковых сторон такую кладку производят в опалубке.

Кладка под лопатку применяется как для фундаментов, так и для наземных частей сооружений. Такую кладку производят горизонтальными рядами высотой до 0,3 м с таким расчетом, чтобы соблюдалась перевязка швов; пустоты между камнями заполняют щебенкой. Первый слой кладки из крупных постелистых камней кладут насухо, трамбуют, пустоты заполняют щебенкой и заливают жидким раствором до заполнения всех пустот.

Следующие ряды укладывают на пластичном растворе. Для обеспечения одинаковой высоты рядов в углах укладывают маячные камни, по этим камням натягивают шнур. Между маячными камнями раскладывают раствор и на него укладывают наружные и внутренние камни (версты), промежутки между которыми заполняют более мелким камнем. Все пустоты заполняют щебнем и уплотняют.

Кладка с приколкой лицевой стороны может быть применена при сооружении бычков и устоев водосбросных сооружений. Эта кладка подобна кладке под лопатку, но с околкой камня лицевой стороны с тщательной затиркой лицевых швов.

Кладка из отборной плиты применяется для опор и других частей сооружений, воспринимающих сосредоточенную нагрузку. Такая кладка производится из постелистого грубоотесанного камня.

Бутобетонная кладка. Бутобетонная кладка – кладка из крупного бутового камня и бетонной смеси. Такая кладка производится в опалубке, куда слоями до 20 см укладывают бетонную смесь, в которую с промежутками не менее 6 см втапливают камни.

Каждый ряд кладки уплотняют путем вибрирования, а при малых объемах работ трамбуют вручную.

Кирпичная кладка. Кирпичная кладка – кладка из строительных кирпичей, связанных между собой раствором.

Кирпичную кладку ведут в основном по многорядной и цепной системе перевязки швов, при перевязке вертикальных швов и при обязательном соблюдении горизонтальности рядов.

При цепной системе кирпичной кладки правильно чередуются тычковые и ложковые ряды со сдвигом вертикальных в горизонтальных рядах на одну четверть кирпича.

При многорядной системе кирпичной кладки чередуются один тычковый ряд и пять ложковых рядов.

Кладка из бетонных камней. Кладка из бетонных камней – кладка из искусственных бетонных блоков правильной формы. Ее ведут так же, как и кирпичную кладку.

Связующие смеси

Применяются следующие цементы: портланд-цемент, шлако – портланд-цемент, пуццолановый портланд-цемент, песчаный портланд-цемент, глиноземистый цемент, расширяющийся и безусадочный цемент и сульфат – шлаковый цемент.

Известь негашеная комовая, молотая и пушонка применяется для кладки надземных частей сооружений, гидравлическая известь применяется для строительных растворов при кладке во влажных условиях.

Применяются следующие гипсы: строительный, формовочный, технический (высокопрочный) и высокообжиговый.

Производство и приемка каменных работ

Каменную кладку производят вручную каменщики, применяя такие инструменты, как кельма и ковш – лопата.

Перед началом работ проверяют подготовку оснований, отметки подошвы фундамента. Если в траншее накопилась вода, ее удаляют, а разжиженный грунт уплотняют, трамбуя в него гравий или щебень.

При кладке стен сначала их возводят на высоту 1 м (от дна котлована), затем продолжают кладку стен со специальных подмостей, причем каменщик не должен стоять на стене, которую он выкладывает.

Для каменных кладок применяют подмости на деревянных и металлических рамках, трубчатых раздвижных стойках.

Приемка законченных работ по возведению каменных конструкций должна сопровождаться проверкой правильности перевязки, толщины и заполнения швов, вертикальности, горизонтальности, прямолинейности поверхностей и углов кладки; правильности устройства деформационных швов; правильности устройства дымовых и вентиляционных каналов; правильности установки закладных частей – связей, анкеров и др.; качества поверхностей фасадных нештукатуриваемых стен из кирпича; качества фасадных поверхностей, облицованных керамическими, бетонными и другими видами плит и камней; обеспечения отвода поверхностных вод от здания и защиты от них фундаментов и стен подвалов.

Строительные работы при возведении деревянных сооружений. Применяемые материалы

Деревянные гидротехнические сооружения применяются в районах, богатых лесом, при их экономической целесообразности (в Карельской АССР, Приуралье и т.д.). Из дерева выполняют жилые и служебные постройки.

Кроме того, в гидротехническом строительстве дерево используют при изготовлении опалубки для бетонных и железобетонных работ, устройстве свайных и ражевых оснований, деревянных перемычек и пр.

В гидротехническом строительстве используют хвойные породы деревьев, в основном *сосну и ель*. Можно использовать и лиственные породы деревьев: *дуб, ивовые кустарниковые породы для крепления откосов плотин, дамб, каналов, а также крепления входных и выходных участков гидротехнических сооружений.*

При строительстве используют бревна, брусья, бруски и доски. По своему качеству пиломатериалы делятся на следующие сорта: отборный – 0, сорт I, II, III, IV.

Свайные работы

Сваи из бревен, брусьев, досок используют для устройства надежного основания водосбросных сооружений, шпунтовых водонепроницаемых стенок в водосбросных и регулирующих сооружениях, в плотинах, для ограждения котлованов и т.д.

Сваи изготавливают круглые, квадратные и прямоугольные.

Деревянные круглые сваи изготавливают из бревен хвойных деревьев: сосны, ели, кедра и лиственницы. Лес, идущий на изготовление свай, должен быть здоровым и мелкослойным. Необходимо отбраковывать древесину с признаками гнили, наличием червоточин, табачных и гнилых сучков, а также свилеватости.

Для свай используют бревна длиной 6,5-8,5 м, диаметром верхнего конца 22-34 см. Лес, предназначенный для свай, должен быть очищен от сучков и ошкурен (снята кора). Весь лесоматериал необходимо обработать антисептиками. Нижний, более тонкий конец сваи, заостряют. Длина заострения должна быть до двух диаметров сваи, а вершина острия должна совпадать с продольной осью сваи.

Если сваи забивают в плотных грунтах или свая проходит слой каменистого грунта, для предохранения заостренного конца сваи от разрушения на него надевают стальной или чугунный башмак. Если сваю забивают молотом, для предохранения верха сваи от размочаливания применяют наголовники, сваи с бугелем (металлическое кольцо) можно забивать без наголовника.

Забивают сваи механическими подвесными молотами, паровоздушными молотами, дизель – молотами, копрами и вибропогружателями.

Механические подвесные молоты применяют при малых объемах работы. Молот поднимают при помощи лебедки на нужную высоту, затем его отпускают, и он ударяет по голове сваи. Для правильного движения молота его опускают по направляющим копра.

Паровоздушные молоты делятся на паровые, которые приводятся в действие паром от паровой установки, или воздушные, действующие от компрессорной установки.

Дизель – молоты приводятся в движение двигателем внутреннего сгорания.

Вибропогружатели погружают сваи в грунт, создавая вертикальные колебания грунта.

Копер – специальное устройство для подвешивания молота, правильной установки сваи и придания ей вертикального направления при забивке. При забивке свай и шпунтов в водотоках с водой применяют плавучие копры на понтонах.

Ряжесвые работы

Ряж – это деревянный сруб из бревен или брусьев квадратной или прямоугольной формы. Ряж промежуточными стенками делится на отдельные клетки размером от 2х2 до 4х4 м. Клетки заполняют грунтом или камнем.

Ряжи применяют при создании как постоянных, так и временных гидротехнических сооружений. Их используют при создании деревянных водосбросных сооружений для флютбетов, быков и устоев, а также ледорезов, перемычек и др.

Строят ряжи из хвойных пород деревьев: сосны, ели, лиственницы, кедра и пихты и рубят из полусухого леса. Древесина должна быть здоровой, без признаков червоточин и гнили.

Ряжи делают двух типов – из бревен со сплошными стенками и из бревен или брусьев с решетчатыми (сквозными) стенками.

Сплошной ряж состоит из продольных бревен (плетей) и поперечных стенок, соединяемых с плетями врубками. Отдельные венцы ряда, спланиваемые по высоте, скрепляют шипами, сжимами, шпонками и пр. Такой ряж рубят из бревен диаметром 18-22 см.

Ряжи решетчатого типа из брусьев образуют решетку, сшитую по высоте и длине круглыми и пластинчатыми металлическими нагелями.

Отдельные элементы ряжей заготавливают в специальных мастерских, собирают ряжи на месте их установки или в стороне, а затем устанавливают на месте.

В том случае, если ряж устанавливают в воде, сначала на стапеле собирают низ ряжа, погружают его в воду, а далее собирают до нужной высоты. Для того чтобы ряж опустился на дно, отдельные клетки, имеющие дно, загружают камнем.

Зимой ряж собирают на льду, если лед достаточно прочный.

Чтобы предохранить ряжи от гниения, их покрывают антисептическим материалом, особенно тщательно должны быть обработаны места врубок.

Хворостяные и каменно – хворостяные работы

Хворостяные и каменно – хворостяные работы производят при устройстве временных гидротехнических сооружений, а в основном при креплении откосов плотин, дамб и участков водоотводящих русел ниже водосбросных и других сооружений.

При хворостяных и каменно – хворостяных работах применяют отдельные конструктивные элементы сооружений из хвороста – фашины, фашинные тюфяки, хворостяные тюфяки, плетни и пр.

Фашина – связка хвороста, стянутая проволокой или вицами (вица – тонкая гибкая ветвь ивы длиной 1,5-2,0 м). Фашины бывают однокомельные – с расположением комлей хвороста в одну сторону (диаметром 30 см и длиной 2,0-2,5 м) и двухкомельные – с расположением комлей хвороста в две стороны (диаметром 30 см и длиной 2,0-4,4 м). Если фашина изготовлена только из хвороста, ее относят

к легким фашинам, если она заполнена камнем – к тяжелым. Тяжелые фашины изготавливают диаметром 0,7-1,0 м и длиной 2,75-4,4 м.

Фашинные тюфяки состоят из одиночного или двойного слоя фашин, которые скрепляют нижней и верхней сетками из хворостяных канатов или проволоки. Тюфяки изготавливают толщиной 0,45 – 0,60 м, шириной 10-30 м и длиной 40-50м.

Хворостяной тюфяк отличается от фашинного тем, что в нем вместо фашин укладывают хворост в два слоя: первый ряд вдоль тюфяка, второй – поперек. Толщина слоев хвороста 20-25 см.

Плетни – хворостяное плетение по ряду кольев – применяют при креплении откосов каменной наброской в плетневых клетках и плетневыми стенками.

Для крепления откосов плотин и дамб применяют также *хворостяную выстилку*.

Хворостяные и каменно – хворостяные работы ведут на реках, каналах со значительными глубинами и скоростями течения воды, поэтому для безопасности у места работы необходимо иметь лодки, спасательные пояса и круги.

Различные материалы и изделия

Трубы. Трубы применяют при создании водопроводной и канализационной сетей, дорожном строительстве. Из них монтируют различные гидротехнические сооружения – донные водоспуски, трубчатые водозаборы и водовыпуски, сифонные водоспуски и т.д.

В рыбоводных хозяйствах наиболее распространены асбестоцементные и железобетонные трубы, применяются бетонные и полиэтиленовые трубы, а также каменно – керамические и редко деревянные.

Выбор типа трубопровода зависит от его назначения, расхода и напора воды.

Асбестоцементные трубы. Эти трубы используют при устройстве водоснабжающей системы рыбоводных хозяйств и заводов, монтаже гидротехнических сооружений (водопроводящей части донных водоспусков, водовыпусков, сифонных водоспусков, насосных установок и пр.). Трубы из асбеста и цемента достаточно прочные, не подвергаются коррозии, однако легко раскалываются, поэтому перевозку, погрузку и разгрузку их, а также монтаж сооружений с ними следует производить осторожно.

Асбестоцементные трубы изготавливают напорные и безнапорные. Напорные трубы изготавливают высокого (1 МПа) и низкого (0,5 МПа) давления длиной 3-4 м. Внутренний диаметр труб высокого давления 50-546 мм, труб низкого давления – 50-848 мм. Безнапорные трубы выполняют длиной 2,5-4,0 м с внутренним диаметром 44-576 мм.

Асбестоцементные трубы соединяют при помощи асбестоцементных цилиндрических муфт длиной 150-200 мм с внутренним диаметром 70-658 мм. Для предотвращения фильтрации воды между трубой и муфтой укладывают резиновые прокладки в виде колец.

Железобетонные и бетонные безнапорные трубы. Такие трубы транспортируют воду самотеком не полным сечением. Их применяют для отдельных частей гидротехнических сооружений и устройства канализационной сети.

Железобетонные трубы в зависимости от формы концов подразделяют на раструбные (со ступенчатой и конической формой раструба), фальцовые и гладкие.

Железобетонные трубы по прочности делятся на трубы нормальной и повышенной прочности и изготавливают с внутренним диаметром 300-1500 мм со ступенчатым или коническим раструбом длиной 5000-4000 мм и диаметром 1750-2500 мм со ступенчатым раструбом длиной 3500-2000 мм.

Железобетонные фальцовые трубы нормальной и повышенной прочности изготавливают с внутренним диаметром 1750-2500 мм длиной 3500 – 2000 мм.

Бетонные трубы изготавливают со ступенчатой формой раструба, с внутренним диаметром 200-600 мм, длиной 1500-2000 мм.

Гладкие трубы соединяют при помощи железобетонных муфт.

Стыки между звеньями заполняют вываренным в битуме канатом и заливают битумом. Сверху трубу покрывают гидроизоляционным материалом, который обмазывают слоем глины толщиной 15-20 см.

Полиэтиленовые трубы. Эти трубы применяют как для устройства водопровода внутри зданий, так и для водоснабжения рыбоводных прудов на различных рыбоводных предприятиях (рыбоводные хозяйства, рыбоводные заводы, рыбоводные пруды).

Полиэтилен отличается хорошей химической стойкостью.

Каменно – керамические трубы. Такие трубы используют для прокладки канализационных коллекторов. Внутренний диаметр этих труб 125-600 мм, длина 800-100 мм.

Стыки каменно – керамических труб заделывают смоляной прядью и заливают асфальтом, глиной или цементным раствором.

Деревянные трубы. Если древесина является местным строительным материалом и применять ее экономически целесообразно, то можно строить деревянные трубы при пропуске воды через долины и овраги (дюкеры), под дорогой.

Деревянные трубы по своей конструкции делятся на треугольные, прямоугольные и круглые.

Для увеличения срока службы деревянных труб их обрабатывают антисептиком, а металлические части периодически окрашивают.

Полимерные материалы. В настоящее время полимерные материалы (трубы, полимерные пленки, битумно-полимерные мастики, полимер-цементные бетоны, элементы и детали гидротехнических сооружений из пластмасс) находят все большее распространение, что объясняется их долговечностью, надежностью в эксплуатации, удобством транспортировки из – за небольшой массы и др.

Наиболее часто используют полиэтилен и поливинилхлорид.

Полимерные пленки широко используют для устройства экранов в качестве одной из мер борьбы против фильтрации воды из водоподающих каналов.

Такое покрытие считается целесообразным и на крупных магистральных каналах (на Каховском и Каракумском). Пленочные экраны устраивают и в водохранилищах, в местах, где ложе водохранилища сложено из водопроницаемых грунтов, например в одном из водохранилищ Киргизской ССР.

Пленочные экраны устраивают также и на земляных плотинах. Впервые такие экраны применены в Киргизской ССР на Карасуйской плотине и на верховой перемычке Токтогульской ГЭС на реке Нарын (семидесятые годы прошлого столетия).

В рыбоводных хозяйствах полимерные материалы применяют для устройства экранов в гидротехнических сооружениях (плотины, дамбы, каналы).

Битумно-полимерные мастики, применяемые для гидроизоляционных работ, представляют собой сочетание битума и полимерных материалов, причем последние придают мастике эластичность и трещиностойкость.

Полимер – цементные бетоны – бетоны, в состав цемента которых входит полимер, придающий бетону повышенную износостойкость, прочность и трещиностойкость.

Листовая и прокатная сталь. При строительстве рыбоводных объектов применяют листовую и прокатную сталь.

Листовую сталь используют для изготовления металлических трубопроводов, плоских металлических затворов, сегментных затворов и других элементов конструкций.

Прокатную сталь (уголки, двутавры, швеллеры), изготовляемую установленных общесоюзными стандартами профилей и размеров, используют для промежуточных стоек водосбросных сооружений, рам затворов, пазов для решеток и шандор в донных водоспусках и других сооружениях, а также при устройстве рыбозащитных сооружений.

Гидроизоляционные материалы и работы. Для предохранения зданий и сооружений или их частей от проникновения в них воды необходима *гидроизоляция*. В зависимости от степени обводненности здания и сооружения покрывают битумными (дегтевыми) мастиками, армированной стеклотканью или обмазывают мастиками, затем обклеивают гидроизоляционными материалами (рубероид, толь, пергамин и др.).

Обклейку производят после обмазки битумной (дегтевой) мастикой с последующей повторной обмазкой, причем изоляционный ковер может состоять из нескольких слоев обклеенного гидроизоляционного материала, укладываемого между слоями битумной (дегтевой) мастики. Материалы и количество слоев обмазки или обклейки указаны в проекте.

Мастики приготавливают на битумной или дегтевой основе. В качестве наполнителей используют известковый, доломитовый, мраморный, кварцевый, меловой, кирпичный порошок и тальк, трепел, золы минеральных видов топлива, угольную пыль, цемент, газовую сажу, асбест, полимеры и др.

В ряде случаев применяют *гидроизоляционные покрытия* бетона составами на основе эпоксидных смол. Эпоксидная изоляция успешно применена на Каунасской ГЭС на реке Неман (1960г.) и Нижнесвирской ГЭС на реке Свирь, построенной в 1934г. и восстановленной после Великой Отечественной Войны в (1948г.), позволила полностью устранить фильтрацию в ряде помещений.

В процессе производства работ по устройству гидроизоляции в обязательном порядке контролируется качество материалов, а также правильность выполнения отдельных видов работ и готовых элементов изоляционной конструкции.

Вопросы для самоконтроля:

Что включают в себя подготовительные работы к строительству рыбохозяйственного сооружения?

Что включают в себя земляные работы? Порядок их выполнения.

Что включают в себя бетонные работы? Порядок их выполнения.

Что включают в себя каменные работы?

Что включают в себя строительные работы?

Какие материалы применяются в сооружении рыбохозяйственных сооружений?

Рекомендованная литература:

[1], [15].

1.5 Эксплуатация гидротехнических сооружений. Основные положения, виды и приемы работ

Задачи эксплуатации гидротехнических сооружений в рыбоводных хозяйствах. Условия эксплуатации прудов. Приемка сооружений к эксплуатации. Наблюдения и уход за гидротехническими сооружениями. Виды наблюдения за ГТС – визуальные и инструментальные. Порядок и правила проведения визуальных регулярных наблюдений за работой ГТС. Порядок и правила проведения инструментальных наблюдений.

Ремонт гидротехнических сооружений: виды, порядок и условия проведения. Повреждения земляных гидротехнических сооружений и их устранение. Повреждения бетонных и железобетонных гидротехнических сооружений и их устранение.

Организация эксплуатационных работ. Назначение, организация и порядок проведения работ по безопасному пропуску весеннего паводка. Эксплуатационная гидрометрия.

Задачи эксплуатации гидротехнических сооружений рыбоводных хозяйств

Эксплуатация гидротехнических сооружений рыбоводных хозяйств – комплекс мероприятий, обеспечивающих бесперебойную подачу и сброс воды из водоемов в расчетном количестве и в определенное время, для создания наилучших условий обитания рыбы в водоемах в различные периоды ее развития.

Основные задачи эксплуатации гидротехнических сооружений:

- обеспечение бесперебойного забора воды из источника водоснабжения и подача ее в пруды в соответствии с графиком водопотребления;
- наблюдение и уход за гидротехническими сооружениями и обеспечение их сохранности (от воздействия льда, воды, деформаций грунта и пр.);
- ремонт, восстановление, реконструкция гидротехнических сооружений;
- борьба с потерями воды в прудах и каналах;
- разработка и осуществление мероприятий по пропуску паводка во избежание разрушения сооружений головного гидротехнического узла и выхода из строя всего хозяйства;
- составление паспортов сооружений, в которые заносят все данные о работе сооружений: их повреждения, ремонт, возможное изменение размеров сооружений и пр.

Условия эксплуатации прудов.

При организации процесса эксплуатации прудов следует учитывать следующие виды работ:

1. Соблюдать неукоснительно регламент работы прудов предусмотренный технологическими схемами и производственными планами;
2. Выполнять порядок рационального использования водных ресурсов;
3. Выдерживать установленные темпы наполнения и сработки прудов;
4. Соблюдать правила пропуска паводков;
5. Выполнять комплекс мероприятий по поддержанию надлежащего технического состояния прудов и их сооружений;

6. В работе придерживаться эксплуатационных природоохранных мероприятий;

5. Проводить в установленные сроки наблюдения за состоянием чаши прудов, гидротехнических сооружений: земляных плотин, железобетонных сооружений и пр.;

7. Своевременно организовывать ремонтные работы, поддерживать на прудах установленный объем запасов аварийных материалов;

8. Вести учет использования воды по установленным правилам;

9. Неукоснительно выполнять правила техники безопасности при работе на прудах.

Задачами гидротехнической службы рыбного хозяйства является:

- систематический надзор за состоянием гидросооружений;
- выполнение текущего ремонт гидросооружений;
- своевременное выявление причин, которые могут привести к тем или иным деформациям, и их ликвидация, устранение происшедших разрушений;
- обеспечение технологического процесса рыбного хозяйства необходимым количеством воды;
- обеспечение безаварийного пропуска паводков;
- проведение мероприятий по подготовке к зимней эксплуатации;
- регулярное измерение уровней воды в нижних и верхних бьефах, а также расходов воды при её попусках;
- ведение соответствующей технической и технологической документации.

Приемка и ввод прудов и гидротехнических сооружений в эксплуатацию.

Приемка в эксплуатацию прудов и малых водохранилищ, по которым закончены строительные работы в полном объеме, производится комиссией в соответствии со СНиП III-3-81 "Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения", СНиП 3.07.01-85 "Гидротехнические сооружения речные", СНиП III-8-76 "Земляные сооружения".

Приемка в эксплуатацию прудов и водохранилищ, образованных подпорными сооружениями IV класса, прудов мелиоративного назначения, русловых и берегоукрепительных сооружений, дамб обвалования государственными приемочными комиссиями производится после пропуска первого паводка через гидросооружения (независимо от процента водообеспеченности).

До приемки государственными комиссиями прием законченных строительством указанных объектов рабочими комиссиями производится после окончания строительства в соответствии с проектом устранения недоделок и оформляется актом. Акт рабочей комиссии утверждается заказчиком по согласованию с соответствующими организациями.

Акт приемки, техническая и исполнительная документация и правила эксплуатации в одном экземпляре передаются водопользователю как руководство по эксплуатации водоема.

Виды наблюдения за ГТС – визуальные и инструментальные. Порядок и правила проведения визуальных регулярных наблюдений за работой ГТС. Порядок и правила проведения инструментальных наблюдений.

Система контроля за состоянием гидротехнических сооружений включает оценку напряженно-деформированного состояния сооружений, фильтрационного и гидравлического режимов в сооружениях, их основаниях и береговых примыканиях. Для этого гидротехническая служба предприятия проводит регулярные наблюдения. Выделяют два вида наблюдений: визуальный (путем визуального осмотра гидротехнических сооружений) и инструментальный (путем измерения соответствующих параметров на гидросооружениях специализированными средствами измерения).

Оценка состояния сооружений должна производиться путем сопоставления измеренных различных параметров, полученных в процессе натуральных наблюдений, с предельно допустимыми значениями тех же параметров.

При *инструментальных наблюдениях* организуется контроль за:

- отметками уровней воды верхнего и нижнего бьефов;
- положением кривой депрессии в теле плотины и берегах;
- качеством работы дренажа и противофильтрационных устройств;
- расходом воды, фильтрующейся через плотину и ее основание, а также в берегах и местах примыкания плотины к бетонным сооружениям;
- мутностью, температурой профильтровавшейся воды и ее химическим составом;
- осадкой тела плотины, оснований и береговых примыканий;
- горизонтальным смещением гребня, берм и противофильтрационных устройств;
- напряжением и деформацией в теле плотины, противофильтрационных устройствах, а также в основании;
- сейсмическими колебаниями;
- ледовыми воздействиями.

В составе *натурных наблюдений* на грунтовых плотинах должны проводиться систематические визуальные наблюдения за состоянием креплений и местными деформациями откосов и гребня плотины, водосбросных кюветов, появлением выходов профильтровавшейся воды, размывами откосов и берегов, появлением наледи, заилением и зарастанием дренажных траншей.

При визуальных наблюдениях состояния бетонных и железобетонных сооружений контролируется:

- состояние бетонных конструкций, работающих под напором воды в зоне переменного уровня;
- железобетонных перекрытий (наличие трещин), фильтрация воды через бетон;
- состояние деформационных швов (фильтрация воды через шпонки, осадки и вытекание герметизирующей мастики и др.).

Инструментальный контроль бетонных и железобетонных сооружений плотин IV класса нормативными документами не предусмотрен.

Визуальный и инструментальный контроль проводится с периодичностью не меньше чем один раз в месяц, за исключением случаев оговоренный действующими нормативными документами.

Контроль и уход за гидротехническими сооружениями

Регулярные наблюдения за работой ГТС. Регулярное наблюдение за состоянием гидротехнических сооружений позволяет своевременно выявлять

нарушения работы сооружения. Нарушения нормальной работы сооружений могут быть различными:

- совсем *незначительные* – неглубокие трещины в бетоне, повреждение креплений откосов плотин, дамб и каналов, которые легко исправить;

- *значительные* – разрушение флютбета вследствие размыва рисбермы, сильный вымыв грунта из плотины в местах сопряжения ее с сооружениями и прочие, те, которые могут привести к аварии сооружения и всего рыбоводного хозяйства.

Любые нарушения работы сооружения должны быть вовремя обнаружены и устранены, так как и мелкое повреждение может превратиться в значительное.

Вот поэтому *при обнаружении какого - либо дефекта необходимо осуществлять срочный ремонт сооружений.* Во избежании повреждений нужно проводить *предупредительные мероприятия*, которые задержат появление и развитие того или иного повреждения.

Обычно проводят следующие *регулярные наблюдения за:*

- *уровнями воды в водохранилище в залитых прудах и в водоснабжающей системе;*

- *расходами воды через водосбросные, водозаборные и водовыпускные сооружения;*

- *фильтрацией через тело плотин, дамб, в местах сопряжения плотин и дамб с другими сооружениями и в основании плотин и дамб;*

- *размывами дна перед и за ГТС;*

- *разрушением креплений откосов плотин, дамб, каналов; появлением трещин в бетонных частях сооружения; деформациями сооружений или отдельных их частей.*

Наблюдения и измерения уровней проводят ежедневно. Остальные наблюдения проводят через определенные промежутки времени. *Нужно обязательно осматривать сооружения весной перед паводком и после него для выявления повреждений, нанесенных им; давать оценку этих повреждений и определять объем ремонтных работ; в осенний период при подготовке сооружений к зимнему периоду эксплуатации нужно снова осматривать сооружения.*

Все данные об осмотре сооружений заносят в паспорт сооружений.

В летний период, когда все пруды в определенное для них время заполнены водой, проводятся и мелиоративные мероприятия: выкашивание жесткой растительности и удаление из прудов мягкой растительности, при появлении славин - удаление их из водоема.

В зимний период, когда эксплуатируются зимовальные пруды, внимание гидротехников сосредотачивается на работе зимовальных прудов и системе их водообеспечения (водоподающей и водоотводящей системах, системе обогащения воды кислородом).

Осеннее – зимний период используется гидротехнической службой для устранения появившихся за период летней эксплуатации неисправностей в системе хозяйства: восстановление проектной топографии ложа прудов, водосборных канав на ложе, уборка из прудов лишнего ила, принесенного системой питания и отложившегося здесь; нарушений в системе водообеспечения

хозяйства (водоподача, и водоотведение); нарушений в теле водопорных сооружений.

Повреждения земляных гидротехнических сооружений

В земляных сооружениях могут наблюдаться различные повреждения отдельных элементов, а также нарушения их работы вследствие неточного назначения размеров отдельных элементов сооружения, невыполнения требований проектировщиков в период строительства и, наконец, нерегулярного наблюдения за сооружениями в период эксплуатации.

Поперечные и продольные трещины в земляных плотинах образуются при неоднородности грунта, плохой утрамбовке тела плотины, нетщательном сопряжении тела плотины с берегами и сооружениями, резком изменении температуры и пр.

Для ликвидации трещин по направлению трещины вырывают трапецидальную траншею несколько больших размеров, чем сама трещина, в нее укладывают такой же грунт, из какого построена плотина, слоями 0,10-0,15 м и тщательно трамбуют каждый слой. Со стороны верхового откоса устраивают шпунтовое ограждение и поперечный замок.

Оползание низового откоса плотины происходит при переувлажнении грунта крутых откосов и начинается после того, как на низовой откос начинает выходить фильтрационный поток воды.

Если оползень невелик, задержать оползание низового откоса можно при помощи пригрузки типа обратного фильтра или устройством дренажа.

Если оползание откосов произошло, то часть тела плотины со стороны нижнего бьефа срезают зубьями до поверхности оползания, размывтый грунт заменяют новым, укладываемым до проектной отметки. Вновь насыпанный грунт укладывают горизонтальными слоями 0,15-0,20 м по всей длине ремонтируемого откоса и каждый насыпанный слой тщательно утрамбовывают.

Разрушение верхового откоса плотин и дамб происходит вследствие волнового воздействия. Разрушенное крепление полностью снимают, производят подготовку, а затем кладут новое крепление. Если разрушение крепления произошло из – за того, что оно не соответствует данным условиям, его заменяют более мощным креплением.

Повреждения водоснабжающей системы включают в основном размыв откосов и дна каналов. Размыв откосов каналов происходит вследствие увеличения скоростей течения воды в канале и несоответствия крепления откосов каналов таким скоростям. Увеличение скоростей в канале обычно наблюдается на закруглениях трассы канала, где, как правило, и происходит размыв откосов. В этих местах для предотвращения разрушения откосы каналов прикрывают соответствующим креплением, что дает возможность сохранить расчетные размеры поперечного сечения канала.

При чрезмерной фильтрации воды из канала применяют глинизацию, кольматаж, укладку экранов из полимерных материалов и пр.

Повреждения бетонных и железобетонных гидротехнических сооружений и их устранение

Трещины в бетонных сооружениях появляются в результате неравномерной осадки сооружения, неравномерного температурного режима отдельных частей сооружения, неравномерного твердения бетона.

Чтобы прекратить фильтрацию по трещинам, их необходимо *зацементировать под давлением*. Цементацию ведут через скважины, которые располагают так, чтобы они пересекали трещины; для пересечения вертикальных трещин или трещин, идущих под углом примерно 45⁰ к поверхности, бурят наклонные скважины.

Если трещин много и они расположены близко одна за другой, на это место *накладывают так называемые маски*, представляющие собой железобетонные плиты, стальные листы, *прикрытые бетоном, или асфальтобитумные покрытия (в зависимости от наличия имеющихся материалов)*.

При появлении трещин в бетоне, за ними необходимо тщательно наблюдать и, как только они начнут увеличиваться, принимать соответствующие меры.

После пропуска паводка и ледохода через водосбросные сооружения на устоях и опорах появляются выбоины (углубления, выбитые на поверхности сооружения), которые заделывают бетоном, производя насечку на поверхности старого бетона.

Нарушение швов в бетонных сооружениях может привести к сильной фильтрации воды, поэтому необходимо сразу же восстановить водонепроницаемость нарушенного шва.

Организация работ при пропуске паводка

Период прохождения паводка через сооружения – наиболее ответственный момент в работе сооружения, так как в это время через него пропускаются наибольшие расходы и развиваются наибольшие скорости, особенно на выходе из водосбросного сооружения.

Необходимо иметь гидрометеорологический прогноз паводка, его сроков, величины и характера для своевременного принятия соответствующих мер. На основе данных прогноза разрабатывается план работ по пропуску паводка через сооружение.

В состав работ по пропуску паводка входят следующие мероприятия:

- осмотр головного гидротехнического узла и крепления нижнего бьефа;
- окончание ремонтных работ по сооружениям, пропускающим паводковые воды и по сооружениям, которые попадают в зону сброса паводковых вод;
- проверка надежности работы затворов с их подъемными механизмами в паводковых водосбросах;
- проверка состояния сороудерживающих решеток;
- очистка сооружений гидротехнического узла от снега и льда;
- установление порядка работы водосбросных сооружений;
- подготовка и подвоз к гидротехническому узлу аварийного запаса инструментов, механизмов, материалов и транспортных средств; обеспечение электроосвещения в районе головного узла;
- установка дежурств, для чего создают специальные аварийные бригады;
- ликвидация неисправностей подъездных путей в районе гидротехнического узла;

- налаживание связи с дирекциями выше и ниже расположенных гидротехнических узлов для осуществления согласованных действий по пропуску паводка.

При пропуске паводковых вод, особенно при недостатке воды в летний период, необходимо обеспечить наполнение водохранилища до нормального подпорного уровня (НПУ).

Организация и производство ремонтно–эксплуатационных работ

Для обеспечения нормальной безаварийной работы гидротехнических сооружений и строений необходимо своевременно производить периодические осмотры и ремонтные работы.

Повреждения, обнаруженные при осмотрах гидротехнических сооружений, устраняют путем соответствующих ремонтных работ. Характер ремонтных работ зависит от величины повреждения. Важно своевременно и правильно классифицировать ремонтные работы, так как от этого зависит их планирование, нормирование и финансирование.

Ремонтные работы подразделяются на текущий ремонт (плановый и срочный) и капитальный ремонт.

Плановый или планово – предупредительный ремонт производят периодически для предупреждения появления повреждений в сооружении.

Срочный ремонт производят сразу же после того, как обнаружено какое – либо повреждение в сооружении.

Текущий ремонт сооружений в том числе, если объем работ невелик и ремонт можно произвести силами эксплуатационного персонала. К текущему ремонту могут быть отнесены такие работы, как окраска сооружений, ликвидация трещин в бетонной кладке и земляных сооружениях, восстановление креплений надводных откосов плотин, дамб и каналов и пр.

Текущий ремонт призван обеспечить нормальное содержание и сохранность основных фондов. Во время текущего ремонта должны своевременно заменяться такие конструктивные элементы, которые служат менее одного года. Текущий ремонт производят за счет оборотных средств предприятия и его стоимость включают в себестоимость продукции.

К капитальному ремонту относятся работы по исправлению конструкций с привлечением специализированной строительной организации: ремонт флютбета водосбросного сооружения, устоев, замена вышедших из строя отдельных элементов сооружений и т.д.

Капитальным ремонтом предусматривается исправление, восстановление или замена конструкций, которые служат более одного года. Затраты на капитальный ремонт представляют собой издержки возобновления, покрываются из фонда амортизации и в себестоимость продукции не включаются. Ведение капитальных работ производится подрядным или хозяйственным способом.

При подрядном способе строительные и монтажные работы выполняют специализированные строительные и монтажные организации по договорам с заказчиком. При хозяйственном способе строительные и монтажные работы ведутся силами и средствами предприятия. Хозяйственный способ обычно применяют на небольших стройках или отдельных объектах предприятий.

Ремонтные работы в рыбоводных хозяйствах в основном производят в зимний период, когда расход в источнике водоснабжения невелик и действуют только зимовальные пруды. О сроках ремонта необходимо решать в каждом отдельном случае.

Вопросы для самоконтроля:

1. Каковы задачи при эксплуатации гидротехнических сооружений рыбохозяйственных хозяйств?
2. Как правильно эксплуатировать рыбоводные пруды? Какие мероприятия необходимы?
3. Как правильно контролировать и ухаживать за гидротехническими сооружениями рыбохозяйственных хозяйств?
4. Как организовать ремонтно-эксплуатационные работы?
5. Задачи эксплуатации гидротехнических сооружений рыбоводных хозяйств.
6. Эксплуатация прудов. Аэрация прудов. Предупреждение заиления водоемов. Очистка прудов от ила. Меры борьбы с зарастанием прудов. Сплавины и методы борьбы с ними. Очистка от заделов и планировка ложа.
7. Контроль и уход за гидротехническими сооружениями.
8. Регулярные наблюдения за работой ГТС. Повреждения земляных гидротехнических сооружений, бетонных и железобетонных гидротехнических сооружений, и их устранение.
9. Организация работ при пропуске паводка.
10. Наблюдение и уход за гидротехническими сооружениями. Текущий и капитальный ремонт сооружений.

Рекомендованная литература:

[1], [3], [13], [14], [15], [33].

1.6 Рыбохозяйственная мелиорация прудов, естественных водоемов и водоемов комплексного назначения. Основные положения, виды и приемы работ

1.6.1 Рыбохозяйственная мелиорация прудов

Рыбохозяйственная мелиорация прудов. Цели, задачи, основные направления и методы. Аэрация прудов. Предупреждение заиления водоемов. Очистка прудов от ила. Меры борьбы с зарастанием прудов. Сплавины и методы борьбы с ними. Очистка от заделов и планировка ложа.

Рыбохозяйственная мелиорация прудов. Цели, задачи, основные направления и методы.

В процессе рыбоводной эксплуатации прудов в них происходят биологические и физико-химические изменения: образуется иловый слой, они заболачиваются, появляются высшие водные растения, ухудшается в связи с этим гидрохимический режим и санитарные условия, повышается кислотность воды. Все это в конечном итоге приводит не только к резкому снижению их рыбопродуктивности, вплоть до последующей невозможности использования таких прудов для рыбоводных целей.

Мелиорация - это система технических и организационно-хозяйственных мероприятий, направленных на коренное улучшение неблагоприятных условий, в данном случае - прудов с целью повышения их рыбопродуктивности.

Мелиорация в прудовом рыбоводстве осуществляется как по отношению к самому пруду, так и к окружающей его территории. В последнем случае имеется в виду совокупность мероприятий, способствующих улучшению гидрохимических условий и повышению качества подаваемой в рыбоводные пруды воды, предупреждению заиливания прудов, если источник водоснабжения несет мутные воды, взвешенные частицы которых осаждаются в прудах, ускоряя процесс их заиления. Для предупреждения этих нежелательных явлений необходимы мелиоративные работы на водосборной площади: устройство отстойников, фильтров, сооружения для очистки сточных вод, древонасаждение и залужение склонов и берегов и др.

Мелиорация, направленная на улучшение самих прудов (разных категорий), предусматривает создание необходимых для разводимого вида рыб гидрохимических условий, борьбу с водными растениями, если они развиваются во вредных количествах, борьбу с излишними иловыми отложениями, летование и известкование, а также культурно-технические мероприятия.

Аэрация прудов.

К мелиоративным техническим мероприятиям, направленным на улучшение гидрохимического режима водоема, относится ***аэрация воды***.

Аэраторы располагают в голове магистрального канала для обогащения кислородом всей воды, поступающей в рыбоводное хозяйство, или в месте подачи воды в каждый отдельный пруд, что особенно важно при подаче воды в зимовальные пруды.

Предупреждение заиления водоемов.

Очистка рыбоводных водоемов от ила – весьма трудоемкий процесс, поэтому целесообразно применять меры, не допускающие заиления прудов или уменьшающие этот процесс.

Заиление водоема ведет к заполнению его минеральными и органическими осадками и, следовательно, к заболачиванию или полному уничтожению.

Наносы в основном подаются в рыбоводные водоемы (озера, русловые и пойменные пруды, водохранилища) с водосборной площади, особенно в период весенних и ливневых паводков.

Разработаны и применяются специальные профилактические способы борьбы с заилением, проводимые *на водосборной площади водоема*:

1. Склоны водосборной площади следует вспахивать по направлению горизонталей, чтобы вода, стекая со склона, несколько задерживалась в бороздах, что уменьшает смыв почвы (эрозию).

2. Устройство нагорных канав выше рыбоводных водоемов и расположение их по горизонталям с таким расчетом, чтобы нагорные канавы перехватывали поток воды, стекающей с водосборной площади и несущей наносы, и отводили эту воду в сторону от водоема в близко расположенные овраги и лощины.

3. Террасирование склонов – устройство на склоне водосборной площадки горизонтальных или с обратным уклоном площадок. Каждая такая площадка отделяется от другой валиком или канавой, которые располагают по горизонталям

или под некоторым углом к ним.

4. Насажение лесных полос на водосборной площади по направлению горизонталей для уменьшения скорости стекающей воды.

5. Посев травы и посадка деревьев полосами на берегу водохранилища, пруда, озера.

6. Укрепление действующих оврагов начинают с посадки деревьев выше оврага, от водораздела. Для уменьшения скорости течения воды по оврагу поперек его устраивают специальные, неразмываемые крепления в виде одинарных или двойных поперечных плетней.

Очистка прудов от ила. В рыбоводных хозяйствах практически все пруды устраивают спускными, т.е. после окончания периода эксплуатации рыбу из прудов отлавливают, а воду спускают.

По рыбоводным требованиям на ложе пруда должен оставаться слой ила толщиной 15-20 см, а весь остальной ил из пруда должен быть удален.

Для очистки прудов от ила применяют специальные машины, скреперы, транспортеры, а также гидромеханизацию и пр.

При применении гидромеханизации ил начинают размывать гидромонитором у самого донного водоспуска, чтобы пульпа проходила по водопроводящей части донного водоспуска в сбросную систему, а затем в водоприемник. Далее радиус действия гидромонитора увеличивают, и постепенно от ила очищают весь водоем.

При применении скреперов ил собирается и сдвигается к берегу, откуда транспортируется на поля.

При очистке прудов от ила транспортером его устанавливают в месте сосредоточения отложений. На один конец транспортера грузят ил, а под другой конец ставят автомашину или другой транспортер.

Меры борьбы с зарастанием прудов.

На мелководных частях рыбоводных водоемов после ввода их в эксплуатацию быстро развивается жесткая надводная растительность (рогоз, камыш, тростник, осока) и мягкая подводная растительность (элодея, рдест, тысячелистник).

На поверхности всего пруда появляется растительность с плавающими листьями (ряска, кубышка желтая, кувшинка белая). Растительность, разрастаясь, затеняет пруд, сокращает его площадь, и в результате весь пруд может превратиться в болото. Кроме того, жесткая растительность и растительность с жесткими листьями мешает облову рыбы, что усложняет эксплуатацию пруда.

Во избежание зарастания прудов, из прудов удаляют мягкую подводную растительность и растительность с плавающими листьями, выкашивают жесткую растительность в прудах, залитых водой, обрабатывают заросшие участки пруда, когда в пруде нет воды, и применяют химические средства для уничтожения растений.

Мягкую подводную растительность удаляют в период наиболее интенсивного ее развития. Для этого применяют железные грабли или скребки и колючую проволоку. Куски колючей проволоки длиной 5 – 10 м укрепляют на двух деревянных брусках на расстоянии по вертикали 20-30 см один от другого. К брускам прикрепляют веревки, за которые тянут такое приспособление по

пруду. Оно собирает подводную растительность и подталкивает к берегу, откуда ее убирают.

Растения с плавающими листьями, покрывающими иногда всю площадь пруда, удаляют вручную сачками и мелкоячейными бреднями.

Жесткую растительность в прудах, залитых водой, выкашивают обычной ручной косой, специальными косами и камышекосилками. На больших водоемах, сильно заросших жесткой растительностью, применяют камышекосилки. Целесообразно выкашивать пруды три раза за лето: два раза до цветения растений и один раз перед осенним обловом прудов.

Если пруд спущен, то для борьбы с жесткой растительностью ложе его просушивают, затем фрезеруют и рыхлят рельсовой бороной. Удаленные таким образом корни растений из почвы ложа пруда отвозят от водоема.

Для уничтожения жесткой растительности применяют химические средства – гербициды – органические, активные вещества, нарушающие процессы обмена веществ в растениях.

Сплавины и методы борьбы с ними.

В рыбоводных прудах, построенных на торфяных почвах, часто появляются сплавины.

Сплавина – верхний слой малоразложившегося торфа толщиной от 0,2 до 1,5 м. Такой слой торфа, не связанный с подстилающим грунтом, при наполнении пруда водой всплывает, так как его плотность меньше единицы. Всплывая, сплавина мешает доступу в водоем света, тепла и кислорода, что ухудшает условия жизни рыб. В период полного спуска пруда сплавина ляжет на дно, закроет рыбосборно – осушительные каналы, а если рыбу не успели перепустить через донный водоспуск в рыбоуловитель, может придавить ее.

Если предупредительные меры провести не удалось и сплавины всплыли на поверхность, их разрезают на отдельные куски и подгоняют к берегу. В зависимости от площади сплавин для их размельчения и удаления из водоема применяют различные методы: взрывают, распиливают пилами и с помощью трактора металлическими крючьями вытаскивают на берег.

Очистка от заделов и планировка ложа.

Часто на дне неспускных водоемов имеются различные заделы: пни, части деревьев, забитые и невыдернутые колья и сваи, камни и другие предметы, засоряющие водоемы. Очищают водоем от заделов зимой, а предварительно летом устанавливают место нахождения заделов и их характер.

Ложе спускного водоема должно быть ровным, с некоторым уклоном с сторону донного водоспуска. На ложе не должно быть староречий, глубоких ям, возвышений и других неровностей рельефа, которые мешают сбросу воды из водоема. В первую очередь засыпают пониженные места, расположенные ниже отметки дна водопроводящей части донного водоспуска, грунтом, срезаемым с повышенных мест ложа.

Если количества срезанного грунта недостаточно, то его берут в стороне от пруда. Далее выравнивают все ложе пруда, выдерживая расчетные отметки в месте уреза воды в пруду и у донного водоспуска. Планировку ложа пруда производят в основном скреперами и бульдозерами. По окончании планировки пруда на его ложе восстанавливают систему осушительных канав.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое рыбохозяйственная мелиорация прудов? Зачем она проводится?
2. Какие мероприятия проводятся при рыбохозяйственной мелиорации прудов?
3. Зачем и как создаются искусственные нерестилища?
4. Рыбохозяйственная мелиорация прудов. Создание в водоемах благоприятного гидрологического режима. Очистка прудов от ила. Меры борьбы с зарастаниями прудов. Сплавины и методы борьбы с ними.

Рекомендованная литература:

[3], [1], [2], [21], [22], [40], [41].

1.6.2 Рыбохозяйственная мелиорация естественных водоемов и водоемов комплексного назначения

Рыбохозяйственная мелиорация естественных водоемов и водоемов комплексного назначения. Поддержание оптимального гидрологического режима рек. Мероприятия по спасению молоди. Предупреждение заиления водоемов. Борьба с зарастанием и заилением нерестилищ. Создание искусственных нерестилищ. Нерестовые каналы. Мелиорация существующих нерестилищ. Мелиорация озер.

Рыбохозяйственная мелиорация естественных водоемов и водоемов комплексного назначения.

Порядок и методы рыбохозяйственной мелиорации естественных водоемов существенно отличается от мелиорации, проводимой в прудах рыбоводных хозяйств. В основе разница в основных целях и задачах рыбохозяйственной эксплуатации искусственных прудов и естественных водоемов. В первом случае это получение максимальной рыбопродуктивности даже путем трансформации всей экосистемы, во втором – рациональная щадящая эксплуатация естественных запасов ценных промысловых рыб. По этому, все мелиоративные мероприятия на естественных водоемах направлены исключительно на поддержание благоприятных условий нереста и нагула ценных гидробионтов.

К мелиоративным мероприятиям относятся:

- поддержание оптимального гидрологического режима рек;
- мероприятия по спасению молоди;
- предупреждение заиления естественных водоемов;
- борьба с зарастанием и заилением естественных нерестилищ;
- создание искусственных нерестилищ;
- способствование беспрепятственному доступу проходных ценных рыб к нерестилищам;
- мелиорация существующих нерестилищ.

Поддержание оптимального гидрологического режима рек.

Все повышающийся разноплановый уровень хозяйственного использования рек приводит к изменению их гидрологического режима и в первую очередь к снижению скорости течения. Данное обстоятельство существенно влияет на биологию речных реофильных и проходных видов рыб.

Перечень мелиоративных мероприятий способствующий нормализации естественного гидрологического режима рек:

- расчистка русел рек от естественных (излишне развитая водная растительность) и искусственных (засорение сплавом леса и др.) преград;
- организация искусственных попусков воды по руслам рек, особенно в весенний период;
- расчистка притоков рек и рекультивация деградированных прибрежных полос.

Мероприятия по спасению молоди.

Спасение молоди промысловых рыб из остаточных водоемов является частью работ по рыбохозяйственной мелиорации, проводимых с целью улучшения естественных условий воспроизводства рыбных запасов. Заливаемая весенним паводком пойма является нерестово-вырастной площадью для многих ценных рыб. Со спадом половодья в предустьевые пространства рек скатывается молодь рыб, однако значительная ее часть остается в отшнуровавшихся частях поймы. Эти остаточные водоемы настолько мелеют или высыхают, что находящаяся в них молодь обречена на гибель, поэтому необходимо принимать меры для ее спасения.

Способы спасения молоди рыб зависят главным образом от высотного расположения пойменного водоема по отношению к реке или протоке. Если отметка дна выше меженного горизонта воды в реке или протоке, то вода из пойменных водоемов вместе с молодью может быть выпущена в основной водоем через каналы. Молодь рыб, спасенная при прорытии каналов и спуске ее вместе с водой, свободно проходит в водоем.

В тех случаях, когда водоем не может быть полностью спущен либо расположен на дальнем расстоянии от реки и требуются большие затраты сил и средств для его спуска, а количество задержавшейся в нем молоди невелико, молодь спасают путем облова.

Возможен и третий способ спасения молоди рыбы, заключающийся в сочетании спуска пойменного водоема по канаве до возможного предела с последующим обловом молоди в оставшейся его части. При этом необходимо учитывать возможность облова молоди в условиях сниженного уровня воды.

Положительное значение прорытия спускных каналов заключается не только в обеспечении ската по ним молоди, но и в создании условий для раннего затопления пойменных участков и захода на них производителей рыб на нерест.

Предупреждение заиления водоемов.

В условиях тотального зарегулирования рек, а также интенсивного использования земель их водосборной площади в естественные водоемы попадает большое количество твердых веществ накопление которых способствует заилению водоемов, и следовательно к изменению условий обитания рыб.

Для предупреждения указанного возможно применить следующие мелиоративные мероприятия:

- рекультивация путем залужения или залесения деградированных пахотных земель. Стекающая со склонов во время половодья и ливней вода поглощается как лесной, так и залуженной полосами, уменьшая величину твердого стока и увеличивая при этом подземное питание водоемов;

- регулирование попусков воды из искусственных водоемов (водохранилищ), а также регулирование забора воды из естественных водоемов, управление

уровнями воды в водоемах. Данное условие способствует промывке русел рек от ила и выносу твердых частиц в море;

- сооружение водоемов-отстойников на пути загрязненных техногенным твердым стоком вод в естественные водоемы.

Борьба с зарастанием и заилением нерестилищ.

В результате гидростроительства многие нерестилища на больших реках были затоплены и потеряли свое значение (изменилась глубина воды, характер грунта, температурный режим, скорости течения и пр.). В связи с этим *необходимо создание в водохранилищах искусственных нерестилищ для промысловых рыб, пропускаемых из нижнего бьефа в верхний.*

При этом особенно *важен вопрос сработки водного уровня в водохранилище*, так как снижение уровня воды весной, в период размножения весеннерестующих рыб, влияет на воспроизводство рыбных запасов. *Сработка водного уровня водохранилища должна быть отрегулирована таким образом, чтобы были учтены интересы рыбного хозяйства.*

Нельзя допускать понижения горизонтов воды в водохранилище в нерестовый период и после ледостава для обеспечения зимовки.

Кроме того, нельзя допускать загрязнения водохранилищ помыленными стоками и ядохимикатами.

Мелиорация существующих нерестилищ

Необходимо проводить работы по мелиорации существующих и созданию новых искусственных нерестилищ.

В дельтах рек после прохождения паводка образуются отшнуровавшиеся пойменные водоемы, или полойные озера. Молодь рыбы с водой попадает в полойные озера, но, так как после паводка уровень воды в реке падает, озера оказываются отделенными от реки, мелеют, и молодь погибает.

Чтобы молодь не гибла и могла расти в таком водоеме, его соединяют с рекой каналом, по которому и подают воду в полойный водоем. Подачу воды по каналу можно регулировать, для чего строят шлюзы – регуляторы и другие необходимые гидротехнические сооружения. Осенью молодь спускают в реку, как из выростного водоема.

Если полойные озера нельзя использовать как выростные водоемы, то молодь рыбы выпускают в реку сразу же после спада паводка, для этого полойные озера соединяют с рекой каналом, располагая дно канала на таких отметках, при которых вся вода и молодь могут попасть в реку. В бассейне Азовского моря ежегодно осуществляются подобные работы по спасению молоди из пойменных озер в дельте рек Дона и Кубани. Эти работы заключаются в расчистке каналов и протоков, создании новых каналов, а также в выкосе жесткой растительности.

В реках часто наблюдается заиление отдельных участков нерестилищ, которое ведет к изменению глубин и скоростей водотока, устроенные рыбами гнезда промерзают и заиляются.

Заиление рек и ручьев усиливается, если на площади водосбора мало леса и склоны распаханы, причем вспашка склонов проводилась перпендикулярно горизонталям. При таком характере вспашки смыв почвенного слоя происходит наиболее интенсивно.

Для предотвращения заиления нерестилищ на водосборной площади проводят специальные работы.

Для увеличения глубин воды на местах нереста устраивают специальные подпорные сооружения, которые располагают ниже нерестилища. Они представляют собой перемычки, устроенные поперек реки, и построены из фашин (легких и тяжелых), каменной наброски и пр.

Для создания нужных скоростей течения воды в местах нереста строят специальные сооружения – полузапруды, располагаемые таким образом, чтобы сузить в данном месте русло и создать нужные скорости.

При разработке мероприятий по рыбохозяйственному использованию водохранилищ должен быть рассмотрен вопрос о колебании уровня воды в нем. Резкое понижение уровня воды в водохранилище в период нереста рыб вызывает осушение отдельных участков нерестилищ и гибель отложенной икры. Кроме того, резкое снижение уровня воды в водохранилище в зимний период может привести к гибели рыб в нем (замор).

Создание искусственных нерестилищ

Если колебания уровня в водохранилище значительны, во избежание гибели икры на местах нереста необходимо создавать в водохранилищах и их притоках *искусственные нерестилища* для промысловых рыб.

Искусственные нерестилища устраивают для рыб, которые откладывают икру на растительности, стеблях подводных растений, - фитофильных (лещ, карась, линь, судак, щука) и для рыб, которые откладывают икру на каменистых и гравелистых грунтах, - литофильных (лососи, сиги, осетровые).

Искусственные нерестилища должны быть близки по своему устройству к естественным. Для фитофильных рыб ветки хвойных и лиственных деревьев прикрепляют к проволочным сеткам, уложенным на дно водохранилища на глубине 0,5 м, и пригружают камнем.

Устраивают также плавучие нерестилища, представляющие собой раму из жердей шириной около 1 м. К раме привязывают веревки длиной 3-6 м, на которые прикрепляют пучки веток ели или можжевельника.

Для литофильных рыб участки дна водоема покрывают слоем гальки и гравия. Такие нерестилища устраивают в реках, протоках, ериках или в искусственных каналах.

Устройство искусственных нерестилищ тесно связано с биологией рыб, поэтому все вопросы по размерам и характеру искусственных нерестилищ разбираются в курсе «Рыбоводство в естественных водоемах».

Мелиорация озер

В России количество озер велико. Для заселения озер ценной рыбой необходимо знать характер озера (тип озера), состав ихтиофауны, гидрологический режим, характеристику состояния озера (зарастание, заиление) и пр.

Для сбора такого материала проводят обследование озер и их паспортизацию. На основании изучения полученного материала намечают специальные мелиоративные мероприятия, которые близки к подобным работам, проводимым в рыбоводных прудах, но осложняются тем, что озера являются неспускными водоемами.

К мелиоративным мероприятиям в материковых и пойменных озерах, относятся: регулирование гидрологического режима озера, борьба с заилением, с жесткой растительностью, со сплавинами, очистка ложа озера или части его от задевов и частичная планировка ложа.

В пойменных озерах, их которых большинство соединяется ериками (протоки, каналы) между собой и основным речным руслом, мелиоративные работы по регулированию гидрологического режима сводятся к расчистке ериков и самих озер от растительности и возведению запруд с перегораживающими сооружениями.

Борьбу с заилением озер можно вести только вне водоема, т.е. на водосборной площади, где должно быть проведено укрепление оврагов, устройство нагорных канав и пр.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое рыбохозяйственная мелиорация озер? Зачем она проводится?
2. Какие мероприятия проводятся при рыбохозяйственной мелиорации озер и других естественных водоемов?
3. Зачем и как создаются искусственные нерестилища?
4. Рыбохозяйственная мелиорация. Борьба с зарастанием и заилением нерестилищ. Создание искусственных нерестилищ. Мелиорация существующих нерестилищ. Создание искусственных нерестилищ. Мелиорация озер.

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [21], [22], [40], [41].

1.7 Проектирование рыбоводных предприятий: рыбохозяйственные расчеты

1.7.1 Технологические понятия и термины в рыбохозяйственном проектировании

Технологические термины и понятия применяемые в проектировании: производственная мощность; дебит и расход воды; отметки воды в пруду; рыбопродуктивность; выход и отход рыб; среднесуточный вес рыбы; плотность посадки рыбы; технологический график работы пруда; тип, система и оборот в рыбоводстве; технологические названия возрастных групп в рыбоводстве и другие. Технологические нормативы в аквакультуре.

Технологические термины и понятия применяемые при рыбохозяйственном проектировании.

При выполнении проектирования рыбохозяйственного предприятия разработчик использует много различных терминов, в том числе специальных применяемых в гидрологии, гидротехнике, аквакультуре и прочих смежных направлениях науки и хозяйствования. Рассмотрим некоторые, наиболее важные из них.

Производственная мощность рыбоводного предприятия - общее количество продукции которой будет вырабатывать проектируемое (действующее) предприятие. Мощность может исчисляться в тоннах товарной продукции, либо в тысячах (миллионах) штук рыбопосадочного материала.

Нормальный подпорный уровень (НПУ) — оптимальная наивысшая отметка водной поверхности водохранилища, которая поддерживается подпорным сооружением.

Дебит — объем жидкости поступающий в источник водоснабжения в единицу времени, обычно исчисляемый в л/с или м³/час.

Расход воды (в водотоке) — объем воды (жидкости), протекающей через поперечное сечение водотока за единицу времени. Измеряется в расходных единицах (м³/с).

Рыбопродуктивность прудов — вес рыбы, выращенной в пруду за один вегетационный период; выражается в килограммах или в центнерах прироста ее на 1 га. При вычислении Р. п. вес посадочного материала исключают.

Выход рыбы — выживаемость рыб за период выращивания, выраженная в процентах.

Среднештучный вес рыбы — расчетный вес одной особи рыб определенного возраста в отдельном пруду (рабоводной емкости). Выражается в граммах.

Плотность посадки — численность рыб, выращиваемых в водоеме (садке, бассейне) в расчете на единицу их площади или объема.

Технологический график работы пруда — график использования пруда для рыбохозяйственных целей с указанием даты начала и окончания его наполнения и сброса. Обычно в году пруд проходит четыре периода характеризующиеся гидрологической особенностью: период наполнения, период НПУ, период сброса, период отдыха (пустого пруда).

Тип рыбоводства — условное разделение аквакультуры (прудового рыбоводства) на две группы: тепловодные и холодноводные. В основе деления лежат биологические особенности культивирования рыб, их отношения к условиям внешней среды — температуре, гидрохимическому режиму и другим факторам.

Системы в рыбоводстве — в аквакультуре применяют три системы выращивания: экстенсивную (пастбищную), полуинтенсивную и интенсивную. Экстенсивная система основывается на выращивании гидробионтов только на естественной пище водоема, её эффективное использование достигается при выращивании объектов в поликультуре. Полуинтенсивная система предусматривает использование естественной пищи в удобряемых водоемах, что достигается уплотненными посадками рыбы, поликультурой и кормлением рыбы во вторую часть сезона зерноотходами. Интенсивная система наиболее продуктивна, предусматривает применение всех приемов интенсификации.

Обороты в рыбоводстве — период времени, необходимый для выращивания от икринки до товарной массы. Различают однолетний, двухлетний, трехлетний и многолетний обороты.

Технологические названия возрастных групп рыб в рыбоводстве — ряд названий от личинки до трехлетки принятый за основу в технологическом учете (см. Табл 11)

Технологические нормативы в рыбоводстве — сбор технологических норм, правил и рекомендаций к достижению высоких результатов в воспроизводстве и выращивании рыб подтвержденный научными исследованиями и многолетним опытом на практике. Базовым сборником таких нормативов в прудовом рыбоводстве является «Отраслевой сборник Нормативно-технической документации по товарному рыбоводству» утвержденный Приказом N 241 Минрыбхоза СССР от 24 апреля 1985 г.

Таблица 11 - Технологические обозначения возрастных групп рыб

Термин	Обозначение числом	Определение
Личинка	0	Эмбрион рыб после выклева из икринки и перехода на внешнее питание
Малек	0	Молодь рыб, которая приобрела форму взрослой особи. Обычно в середине лета для большинства рыб.
Сеголетка	0+	Молодь рыб прожившая одно лето.
Годовик	1	Молодь рыб прожившая один полный год.
Двухлетка	1+	Рыбы прожившие один полный год и одно лето.
Двухгодовик	2	Рыбы прожившие два полных года.
Трехлетка	2+	Рыбы прожившие два полных года и одно лето.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие основные технологические термины и понятия используются при рыбохозяйственном проектировании?
2. Какие возрастные группы рыб и их обозначения Вы знаете?
3. Технологические нормативы в аквакультуре, их значение.
4. Системы и обороты в рыбоводстве.

Рекомендованная литература:

[9], [11], [14], [20], [24].

1.7.2 Лимитирующие факторы при проектировании рыбоводных предприятий. Особенности расчетов

Лимитирующие факторы при проектировании: площадь участка, зимний дебит источника водоснабжения, производственная мощность хозяйства. Порядок рыбохозяйственных расчетов. Особенности расчетов лимитирующего фактора при проектировании.

Основными лимитирующими факторами позволяющими гарантированно получить заложенные в техническом проекте нового рыбоводного хозяйства производственные результаты являются:

- *площадь пригодного для строительства рыбоводного хозяйства участка земли.* Например, узкая пойма реки просто не позволяет разместить достаточную площадь прудов для рыбного хозяйства с запланированной большой мощностью.

- *дебит источника водоснабжения в меженный период.* К примеру, спроектированное и построенное прудовое рыбное хозяйство расположено на большом участке и имеет достаточно прудов для того чтобы реализовать свою мощность (вырастить большое количество продукции). Но река на которой построено это хозяйство в меженный период фактически пересыхает что не дает возможности наполнить все пруды необходимым объемом воды. И часть прудового фонда просто простаивает.

- *объем потребительского рынка определенного региона (территории).* Построенное хозяйство имеет достаточно прудового фонда и воды что бы его заполнить, но при полной реализации своего производственного потенциала

(проектной мощности) все товарная продукция не реализовывается. И в последующем приходится сокращать объем производства. Поэтому закладываемая в проекте мощность должна быть согласована с потребительской способностью того региона в котором будет использоваться рыба.

В связи с изложенным при начале проектирования все эти ключевые позиции тщательно анализируются. И по этой причине существует три основных алгоритма проведения технологических расчетов при рыбохозяйственном проектировании.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие лимитирующие факторы Вы знаете при проведении рыбохозяйственного проектирования?
2. Какое значение при проектировании рыбного хозяйства имеет режим источника водоснабжения?
3. Какое значение при проектировании рыбного хозяйства имеет характер рельефа?
4. Какие факторы ограничивают проектировании больших по площади прудовых рыбных хозяйств?

Рекомендованная литература:

[9], [11], [14], [27].

1.8 Проектирование рыбоводных предприятий: выбор места под строительство рыбоводного хозяйства, планирование гидротехнических сооружений на местности. Технологические требования к участку расположения проектируемого рыбоводного предприятия.

Строительные и технологические требования к выбору места расположения рыбоводного предприятия, а также отдельных его составляющих гидротехнических сооружений: головного пруда, системы и категории прудов, наводкового водосброса, сооружений водоподводящей и водосбросной сети, сооружений прудов.

Требования к месту расположения рыбоводного предприятия определенного типа.

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, шоссе и железных дорог, источников электроснабжения. Желательно располагать их недалеко 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 слабозаболоченные 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 слабоводопроницаемые (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 к тепловодным хозяйствам. 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. 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 водоем-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, обратное, 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.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие требования предъявляются к участку строительства прудового рыбного хозяйства?
2. Отличаются ли требования к участку, если на нем предполагается строить тепловодное или холодноводное прудовое рыбное хозяйство?
3. Требования к участку под строительство садкового и бассейнового рыбного хозяйства.

Рекомендованная литература:

[9], [11], [14], [27].

1.9 Проектирование рыбоводных предприятий: расчет гидротехнических сооружений

1.9.1 Технические и технологические правила проектирования плотины головного пруда и рыбоводных прудов

Правила проектирования гидроузла и рыбоводных прудов. Выбор створа головной плотины и размещения сооружений гидроузла. Понятие продольного и поперечного профилей плотины головного пруда, её плана. Принятые производственные нормативы и порядок технологических расчетов площадей прудов разных категорий и их количества. План рыбоводного хозяйства.

Правила проектирования гидроузла и рыбоводных прудов. Выбор створа головной плотины и размещения сооружений гидроузла.

Гидроузел представляет собой комплекс гидротехнических сооружений, объединённых совместным местоположением и водохозяйственным назначением. На местоположение створа гидроузла оказывают влияние следующие основные факторы:

- *топографические*, определяющие длину плотины и ее высоту. При прочих равных условиях створ плотины располагают в наиболее узкой части долины, нормально к горизонталям, что обеспечивает наименьший объем земляных работ;
- *инженерно-геологические*, оцениваемые прочностными характеристиками грунтов, их напластованием и водопроницаемостью;
- *гидрологические*, связанные с решением вопроса о наполнении водохранилища и расходах, сбрасываемых в период половодья или паводка в нижний бьеф;
- *расположение водосброса*, которое существенно сказывается на стоимости узла и оказывает влияние на его эксплуатацию. Наиболее целесообразно выбирать створ плотины одновременно с трассировкой трассы водосбросного тракта.

При выборе створа плотины следует так же учитывать способ пропуска строительных расходов, наличие и возможность устройства дорожной сети, наличие местных строительных материалов, линий электропередач и т.д.

Руководствуясь только топографическими условиями (как в *курсовом проекте*), створ плотины целесообразно располагать в самом узком месте водотока, перпендикулярно направлению горизонталей местности, что снижает объем земляных работ.

Компоновка гидроузла заключается в выборе и обосновании местоположения водопропускных сооружений: водосброса, водоспуска и водозабора.

При разработке проектов строительства водохранилищных гидроузлов на равнинных реках применяют три основные схемы компоновки: русловую, пойменную и полупойменную.

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 зависит от ее высоты и вида проезда по нему. В том случае, когда гребень не служит проезжей дорогой, его ширина рассчитывается по нормам дорожных организаций.

Глубина воды перед плотиной зависит от её 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.

Превышение гребня над зеркалом воды пруда рассчитывают согласно принятым показателям

Понятие продольного и поперечного профилей плотины головного пруда, её плана.

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

Продольный профиль является разрезом плотины в вертикальной плоскости идущей по средней линии её гребня (Рис. 64). При этом профиль изображается с видом со стороны нижнего бьефа плотины. по вертикальной оси откладываются отметки высот, по горизонтальной расстояния между сечениями.

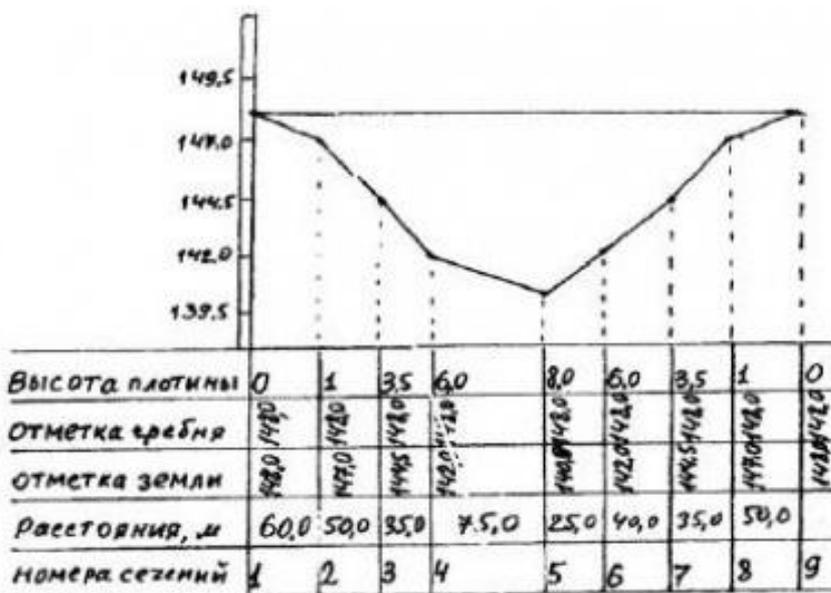


Рисунок 64 - Продольный разрез плотины
(горизонтальный масштаб 1:5000, вертикальный – 1:200)

Поперечный профиль. Для построения поперечного профиля в каждой точке сечения необходимо знать ширину гребня плотины, высоту плотины в каждой точке и заложение откосов плотины (Рис. 65). Поперечный профиль это перпендикулярное сечение плотины в наивысшей её точке над руслом водотока.

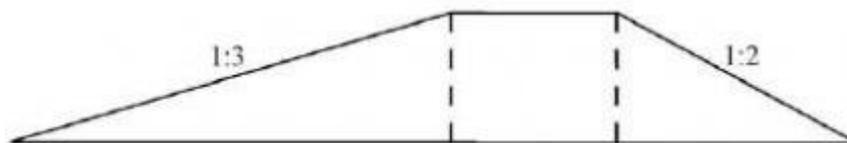


Рисунок 65 - Поперечный профиль плотины (масштаб 1:200)

На основании продольного и поперечных профилей плотины строят ее план (Рис. 66). План плотины или вид сверху, демонстрирует форму основания (подошвы) плотины.

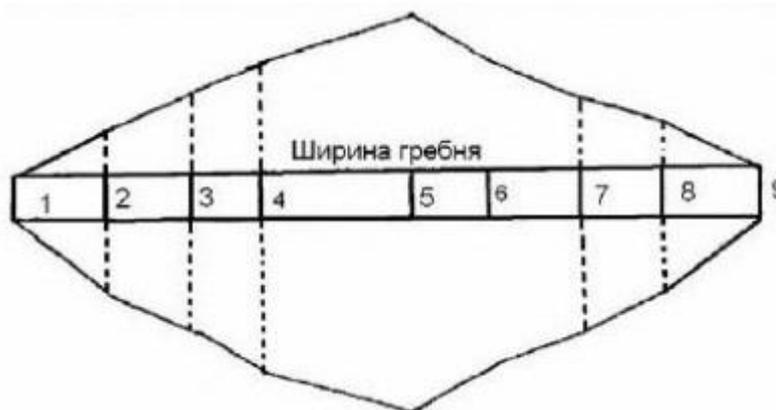


Рисунок 66 - План плотины
(продольный масштаб 1:5000, поперечный – 1:500)

Принятые производственные нормативы и порядок технологических расчетов площадей прудов разных категорий и их количества.

Исходя из исходных данных о месте расположения проектируемого рыбного хозяйства из справочной литературы выбираем необходимые технологические нормативы. С помощью таких нормативов, как общая рыбопродуктивность пруда, плотность посадки, а также нормативов выхода каждой из отдельных возрастных групп рыб ведется расчет площадей каждой из категорий прудов: зимовальных, выростных, мальковых, нагульных и др. При этом отправной точкой начала расчетов является значение лимитирующего фактора.

По итогам указанных расчетов зная рекомендуемую площадь прудов каждой из категорий, определяем их количество, а также индивидуальную площадь каждого.

Результатом данной работы является сводная таблица – *экспликация прудов*. В ней указывается количество прудов каждой категории, их наименование площадь, а также при необходимости краткая техническая характеристика.

План рыбоводного хозяйства.

Имея все исходные данные о количестве и площадях прудов хозяйства приступают к составлению плана проектируемого рыбоводного предприятия. План оформляется в установленном масштабе.

Для осуществления этого необходимо учесть несколько важных в технологическом плане принципов:

- пруды по категориям располагаются блоками, при этом они размещены на местности в определенном порядке, что обусловлено технологической необходимостью направленной на максимальное снижение потерь при

транспортировках при пересадке рыбы из одной категории прудов в другие: зимне-маточные пруды и нерестовые, нерестовые и мальковые, мальковые и выростные, выростные и зимовальные, зимовальные и нагульные, нерестовые и летне-маточные;

- рыба в отдельных категориях прудов более уязвима к дефициту растворенного в воде кислорода – нерестовые и зимовальные пруды. Поэтому эти пруды располагаются как возможно ближе к источнику водоснабжения, в нашем случае к плотине головного (водоснабжающего) пруда;

- в связи с уязвимостью маточных рыб при проведении естественного нереста их содержат в прудах (нерестовых) расположенных удаленно от источников беспокойства: населенного пункта, трассы, железной дороги и пр.;

- карантинные пруды в виду особенности своего назначения располагаются ниже по течению всех категорий прудов, при этом их блок отдален от остальных на нормативное расстояние санитарного разрыва.

При размещении прудов на местности рассчитываются их размеры сторон. После нанесения прудов их соединяют водоподающими и водоотводящими каналами, прочими связующими сооружениями.

Между блоками прудов необходимо предусмотреть обустройство санитарных разрывов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Выбор района расположения головной плотины.
2. Компонировка прудов на плане.
3. Требования, предъявляемые к площадке под строительство прудовых хозяйств и рыбоводных заводов по гидрологическим условиям.
4. Понятие о продольном и поперечном профиле плотины.
5. Порядок построения поперечного и продольного профилей.
6. Построение плана плотины.
7. Принцип расположения прудов разных категорий на плане.
8. Земляная водоподпорная плотина. Назначение. Понятия о верхнем и нижнем бьефе
9. Земляная плотина, заложение откосов земляных плотин. Крепление верхового и низового откосов.

Рекомендованная литература:

[1], [9], [11], [12], [14], [15], [16], [25], [27], [40].

1.9.2 Проектирование гидроузла плотины головного пруда

Технические характеристики грунтовой плотины головного пруда. Фильтрационный расчет и кривая депрессии. Выбор и порядок расчета конструкции наводкового водосброса плотины.

Технические характеристики грунтовой плотины головного пруда.

Тип плотины следует выбирать в зависимости от топографических и инженерно – геологических условий основания и берегов, гидрологических и климатических условий района строительства, величины напора воды, наличия грунтовых строительных материалов, сейсмичности района, общей схемы организации строительства и производства работ, особенностей пропуска

строительных расходов воды, сроков ввода в эксплуатацию и условий эксплуатации плотины

Основное и существенное преимущество грунтовых плотин состоит в том, что для их возведения используется местный строительный материал - грунт. Для получения этого материала требуются только затраты на вскрышные работы в карьере, но они в общей стоимости сооружения незначительны. Грунтовую плотину возводим в виде насыпи, имеющей поперечное сечение в виде трапеции из грунта первого слоя - супесь.

При проектировании грунтовой плотины соблюдены следующие основные требования:

- заложение откосов плотины обеспечивает устойчивость сооружения и его основания при всех возможных условиях строительства и эксплуатации;
- откосы и гребень плотины имеют покрытия, защищающие их от волновых, ледовых и атмосферных воздействий;
- дренажные устройства обеспечивают сбор и организованный отвод фильтрующейся воды и предотвращают фильтрационные деформации в теле грунтовой плотины и в основании;
- строительные и эксплуатационные деформации плотины, ее отдельных элементов и основания не вызывают нарушения нормальной работы гидроузла.

Фильтрационный расчет и кривая депрессии.

Под влиянием напора, создаваемого плотиной, из верхнего бьефа в нижний происходит фильтрация воды через тело плотины и ее основание. Основными задачами фильтрационных расчетов, являются определение удельного и общего расхода фильтрации, положения кривой депрессии и оценка фильтрационной прочности грунтов основания и тела плотины.

Расчет выполняем в соответствии с принятой методикой используя ряд формул. Получаем величину удельного фильтрационного расхода. Строим кривую депрессии.

Выбор и порядок расчета конструкции паводкового водосброса плотины.

Выбор варианта водосброса. Один из наиболее ответственных вопросов проектирования, вызывающих наибольшие затруднения – выбор варианта конструкции паводкового водосброса из числа конкурирующих. Каждый из намечаемых вариантов должен основываться на учете природных, гидрологических и инженерно-геологических условий района строительства, а также эксплуатации проектируемых сооружений.

Оптимальный вариант может быть принят на основе технико-экономического сравнения различных вариантов. При технико-экономическом сопоставлении вариантов водосбросов необходимо учитывать стоимость не только собственно водосброса, но и примыкающей к нему части плотины.

При выборе варианта регулируемого или нерегулируемого водосброса рекомендуется учитывать следующее:

- нерегулируемые открытые водосбросы чаще всего экономически целесообразны при расходах менее 100...200 м³/с, устройстве плотины малой протяженности и сравнительно больших объемах трансформации паводкового расхода между отметками НПУ и ФПУ;

- автоматические водосбросы не требуют постоянного дежурства обслуживающего персонала, обеспечивающего работу подъемного оборудования затворов, что особенно важно в районах с внезапными и значительными паводками; такое дежурство трудно организовать на малых и удаленных от населенных мест объектах;

- регулируемые водосбросы позволяют поддерживать расчетный подпорный уровень воды в водохранилище и могут обеспечивать сброс паводковых расходов без форсировки уровней, то есть без дополнительного затопления прилегающей территории; такие водосбросы на 10...15% дешевле нерегулируемых;

- нерегулируемые водосбросы требуют устройства более высоких плотин, могут иметь меньшие размеры в связи с уменьшением вследствие трансформации расчетных паводковых расходов.

При выборе типа водосброса, открытый или закрытый (трубчатый) следует отметить, что по сравнению с открытыми трубчатые сооружения имеют ряд преимуществ. Применяя трубчатые водоводы, можно сократить длину водосброса, проложив его трассу по наикратчайшему пути. Отпадает необходимость строительства специального сооружения – моста. Для проезда через створ трубчатого водосброса используется земляная насыпь. Создается возможность совместить водосброс с другими водопропускными сооружениями, например, с водоспуском. Такое решение позволяет упростить состав и компоновку гидроузла, снизить стоимость его строительства.

К недостаткам трубчатых водоводов следует отнести неудобство технического осмотра и ремонта конструкций, сложность режима движения потока. В процессе эксплуатации водосброса водовод может работать в напорном, безнапорном или переходном режиме. При смене режимов снижается пропускная способность трубы, создается опасность развития пульсационных гидродинамических нагрузок, возможна вибрация сооружения. Поэтому при выборе типа конструкции и размеров трубчатого сопрягающего водовода необходимо исходить из условия стабильного заданного режима движения потока. Учитывая это условие, наклонные водоводы (например, ковшовых водосбросов) проектируют чаще всего безнапорными, а горизонтальные (например, шахтных водосбросов) – напорными.

Расчет водосброса автоматического действия ведут по формулам исходя из конструкции паводкового водосброса, а также зная максимальный расход воды который необходимо пропустить через створ гидроузла..

Для открытого лоткового водосброса рассчитывают ширину водослива и быстротока, затем глубину потока воды. Для шахтного сначала рассчитывается периметр башни, затем число водоотводящих труб. При выборе трубчатого водосброса рассчитывают площадь отверстия водосброса.

Вопросы для самопроверки:

1. Комплексный гидроузел. Определение, особенности назначения. Состав сооружений, входящих в комплексный гидроузел.

2. Фильтрация земляных плотин. Мероприятия, предупреждающие фильтрацию.

3. В чем заключается необходимость расчет фильтрации через плотину и кривой депрессии?

4. Принципы выбора водосброса при проектировании рыбного хозяйства.

Рекомендованная литература: [1], [9], [10], [11], [12], [14], [15], [16], [25], [27], [40].

1.9.3 Проектирование рыбоводных прудов и сооружений на них

Определение отметок уровня воды в пруду. Условия проектирования дамб и построения их поперечных профилей. Рыбосборно-осушительная сеть прудов, рыбоуловитель. Построение плана и продольного разреза пруда. Конструкция и расчет донных водовыпусков прудов.

Определение отметок уровня воды в пруду. Условия проектирования дамб и построения их поперечных профилей.

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.

Дамбы прудов проектируются по нормам общепринятым при строительстве низконапорных плотин. При этом необходимо учесть, что дамбы имеют небольшую высоту, противофильтрационные сооружения обычно не используются, крепление откосов обычно дерновое. Кроме того, разделительные дамбы имеют два мокрых откоса, что также должно быть отражено при проектировании.

Порядок построения поперечных профилей дамб осуществляется аналогично профилю плотины головного пруда.

Рыбосборно-осушительная сеть прудов, рыбоуловитель.

При проектировании рыбосборно-осушительной сети следует учитывать рельеф ложа будущего пруда. От этого зависит общая длина каналов, размеры их сечения (глубина и ширина) и самое главное тип её расположения. При спокойном рельефе, ложа пруда расположение осушительной сети может быть лучевым или елочным. Если же в ложе прудов есть понижения, заболоченные места, ямы староречья, то сеть располагают в зависимости от условий рельефа (см. Рис. 67).

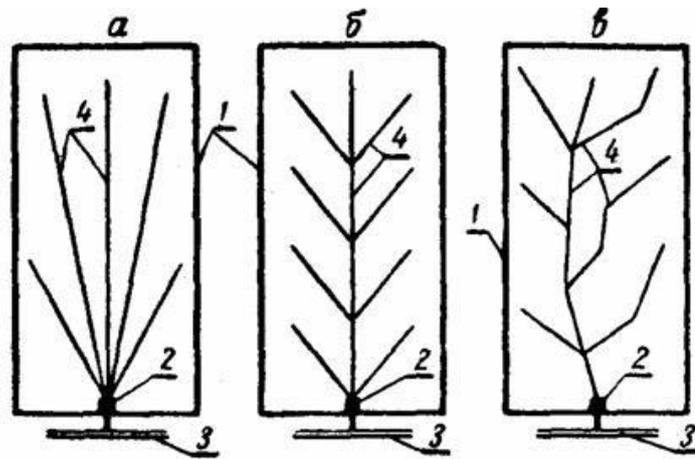


Рисунок 67 - Расположение осушительно-рыбосборной сети:
а – лучевое; *б* - елочное; *в* – в зависимости от рельефа ложа пруда; 1 – дамба пруда; 2 – донный водоспуск; 3 – сбросной канал; 4 - осушительно-рыбосборная сеть.

На больших по площади прудах (выростных и нагульных) в целях оптимизации сроков облова рыбы и уменьшения её потерь предусматривается устройство рыбоуловителей. При их проектировании, в частности при выборе места расположения, необходимо учесть местные условия: особенности рельефа, наличие у водоспуска свободного земельного участка и пр. (Рис. 68)

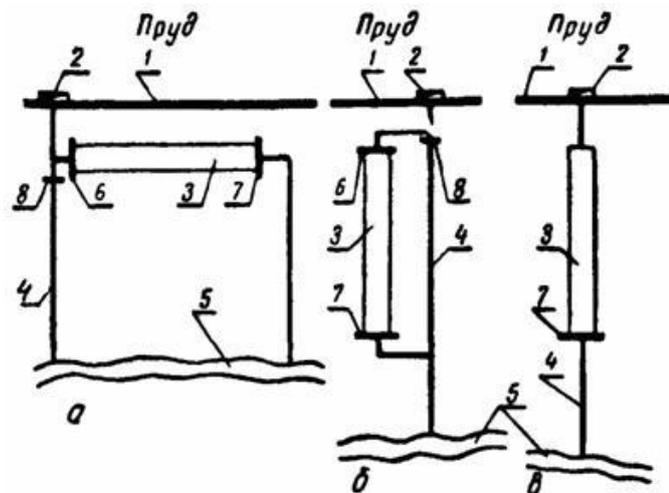


Рисунок 68 - Схемы расположения рыбоуловителей:
а - параллельно дамбе пруда; *б* - параллельно сбросному каналу; *в* - на сбросном канале; 1 - дамба пруда; 2 - донный водоспуск; 3 - рыбоуловитель; 4 - сбросной канал; 5 - водоприемник; 6 - водовыпуск в рыбоуловитель; 7 - водовыпуск из рыбоуловителя; 8 - перегородивающее сооружение.

Размеры камеры рыбоуловителя должны соответствовать рыбоводно-технологическим возможностям пруда. Не допускается подтопление камеры рыбоуловителя грунтовыми водами. Все устройства по подаче воды с рыбой в камеру и выпуска воды из неё должны быть просты в эксплуатации и надежны. Соблюдение указанного позволит успешно и в сжатые сроки эффективно осуществить облов пруда.

Построение плана и продольного разреза пруда.

План пруда и его разрез необходимы для осуществления расчета общего объема пруда, определения его средней глубины. Исходными данными для

построения плана пруда и его разреза являются геодезические изыскания площадки строительства.

План пруда представляет собой графически изображенные в определенном масштабе границы водоема с информацией о рельефе его ложа.

Разрез пруда указывает на характер изменения отметок ложа по средней линии длиной оси прямоугольника

Конструкция и расчет донных водовыпусков прудов.

Выбор конструкции водовыпуска из пруда осуществляется исходя из местных условий. Но, общепринято наиболее распространенным и применяемым являются донные шахтные водовыпуски.

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 (лежаком) 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.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как определить отметки уровня НПУ в прудах?
2. Принцип обустройства рыбосборно-осушительной сети прудов.
3. Правила размещения на местности рыбоуловителя.
4. По какому принципу выбирается конструкция водовыпуска при проектировании прудов.

Рекомендованная литература:

[1], [9], [11], [12], [14], [16], [27], [40].

1.9.4 Проектирование водоподающей и водоотводящей системы хозяйства

Особенности состава водоподающей и водоотводящей системы хозяйств различного типа. Расположение и порядок трассировки магистрального канала. Расположение шлюза-регулятора, водозапорных и водораспределительных сооружений на нем. Расчет водопропускной способности канала.

Особенности состава водоподающей и водоотводящей системы хозяйств различного типа.

Различные по составу, применяемой биотехнологии, степени интенсификации, целям и задачам рыбные хозяйства имеют порой значительные отличия в обустройстве систем водоснабжения (см. Рис. 69, Рис. 70, Рис. 71 и Рис. 72). Кроме того в рыбоводных предприятиях используются три основные принципиально различные системы водоснабжения:

- прямоточная (вода поступает из водозабора, используется однократно и сбрасывается в водоем – приемник);
- обратное водоснабжение (вода поступает из водозабора, используется несколько раз в обороте и сбрасывается в водоем – приемник);
- замкнутое водоснабжение (вода поступает из водозабора лишь периодически, используется в замкнутом цикле многократно проходя периодическую специальную очистку, при этом сбрасывается в водоем – приемник лишь её незначительная часть).

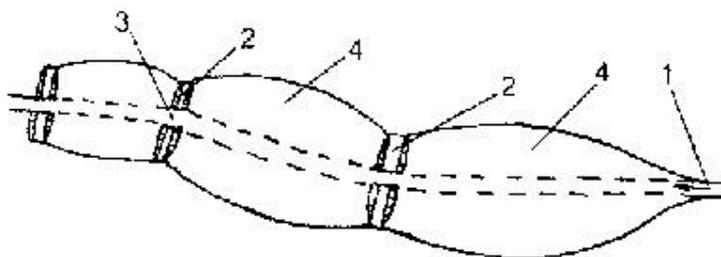


Рисунок 69 - Пример прямоточного водоснабжения в прудовом рыбном хозяйстве с каскадным расположением прудов:

1 – водозабор; 2 – плотины прудов; 3 – водовыпуски; 4 – пруды.

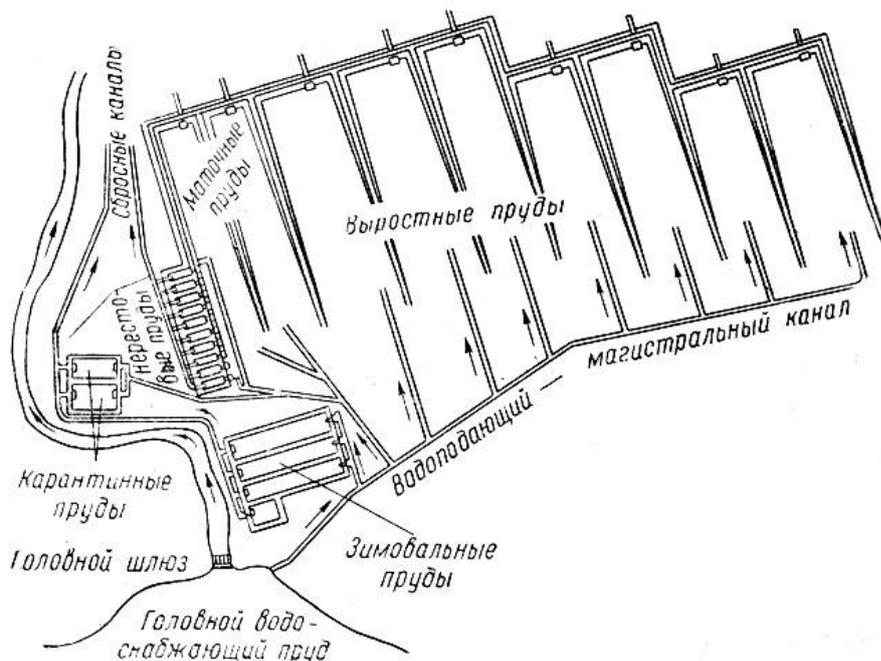


Рисунок 70 - Пример прямоточного водоснабжения в рыбопитомнике с пойменными прудами

Расположение и порядок трассировки магистрального канала.

Трассирование каналов выполняют в зависимости от топографических и инженерно-геологических условий, а также от его назначения. При выборе трассы рекомендуется учитывать следующие соображения:

- ось водосбросного тракта целесообразно трассировать по берегам водотока и по возможности перпендикулярно горизонталям;
- трасса водосброса должна быть по возможности прямолинейной и иметь минимально возможную протяженность;

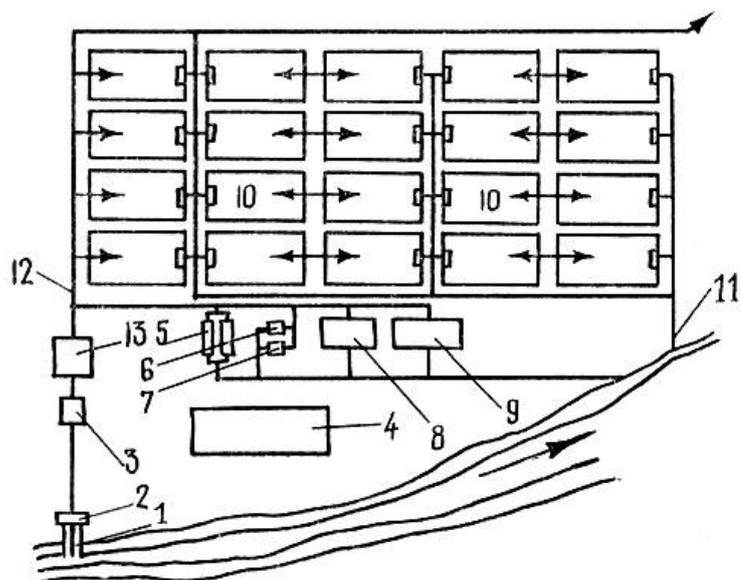


Рисунок 71 - Схема осетрового рыбоводного завода с элементами прямоточного и оборотного водоснабжения: 1 - водозабор; 2 - насосная станция; 3 - отстойник; 4 - хозяйственный центр; 5 - садки Б. Н. Казанского; 6 - инкубационный цех; 7 - олигохетник; 8 - дафниевые бассейны; 9 - бассейны ВНИРО; 10 - пруды; 11 - сбросная сеть; 12 - водоподающая сеть; 13 - напорный бассейн

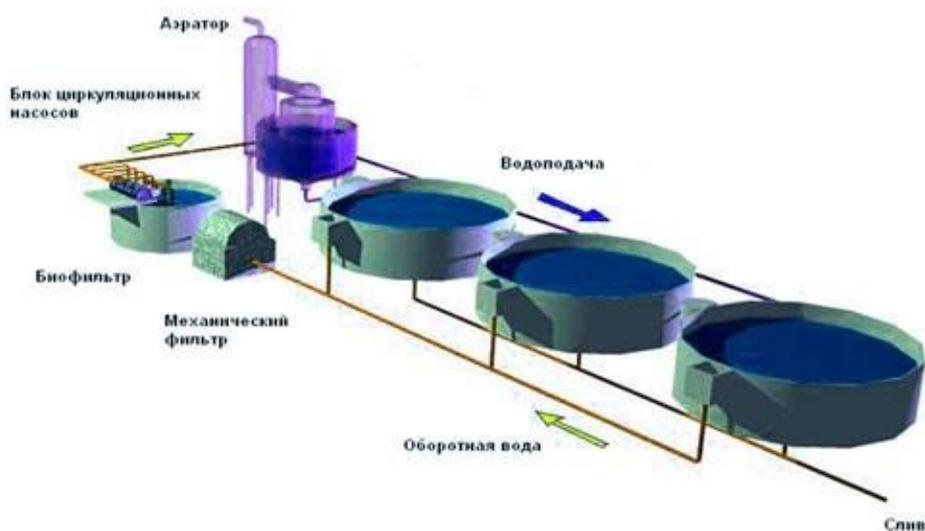


Рисунок 72 - Бассейновое рыбное хозяйство с замкнутым водоснабжением

- в случае криволинейной трассы водосброса необходимо предусмотреть специальные конструктивные мероприятия, обеспечивающие устойчивость сооружения на поворотах;

- при трассировке следует предусмотреть нормативный его уклон для обеспечения самотечного тока воды от водозабора в пруды;

- в случае недостаточной прочности грунтов, слагающих берега водотока, при соответствующем обосновании допускается трассировать водосбросы в пределах плеч или тела плотины;

Кроме того при трассировке водосбросного тракта предусматривают удаление его, а особенно входной части, от плотины во избежание нежелательного воздействия на нее потока; при этом необходимо обеспечить равномерный подход

потока к отверстиям водосброса и безопасный для плотины отвод его в нижнем бьефе.

В конкретных условиях не может быть двух абсолютно одинаковых компоновочных решений. Однако общность приведенных требований позволяет при реальном проектировании воспользоваться накопленным опытом и примерами разработанных компоновок.

Трассировку проводят двумя способами: от нижней точки к водозабору или наоборот. При проектировании прудового рыбного хозяйства в рамках выполнения курсового проекта предусматривается использование второго варианта.

Расположение шлюза-регулятора, водозапорных и водораспределительных сооружений на нем.

Бесперебойное снабжение рыбного хозяйства водой возможно лишь при условии её подачи в необходимое место и в нужное время. Поэтому, выбор водозаборного сооружения с оптимальными характеристиками, а также правильная компоновка системы водоснабжения запорными и водорегулирующими сооружениями имеет важное значение в последующей успешной работе проектируемого рыбного хозяйства. Пропускные характеристики всех элементов системы водоснабжения хозяйства должны точно соответствовать технологическим потребностям в воде заполняемых прудов или бассейнов.

Водозаборное сооружение на головном пруду (водохранилище) правильно располагать не по центру плотины, а ближе к берегу. Каждое разветвление магистрального канала или каналов-отводков должно иметь водорегулирующее сооружение, рассчитанное на пропуск воды в одном либо в нескольких направлениях. На технологически сложных участках необходимо предусмотреть устройство водозапорного сооружения. Обязательно в местах расположения сооружений на каналах следует предусмотреть дополнительные меры к недопущению потерь воды вследствие фильтрации на стыках.

Расчет водопропускной способности канала.

Для расчета пропускной способности магистрального канала необходимо знать динамику расхода воды по отдельным прудам хозяйства в зависимости от времени наполнения и сезона года (см. Рис. 73).

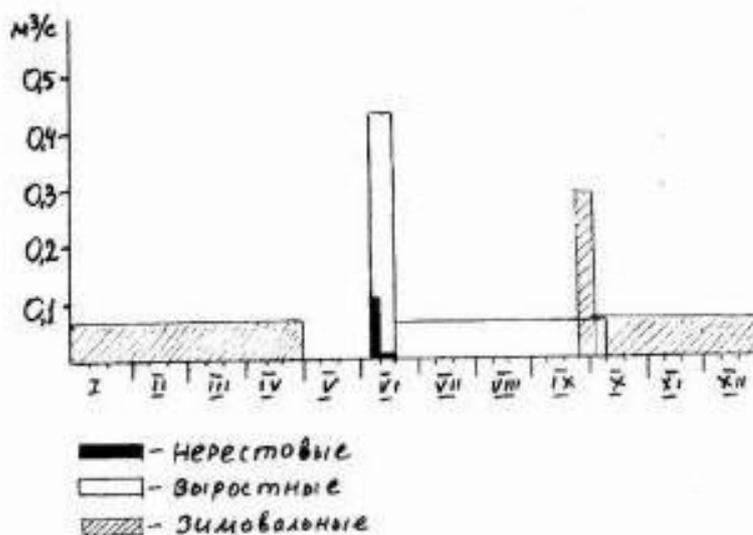


Рисунок 73 - Пример динамики расхода воды в рыбопитомнике

Расход воды ($\text{м}^3/\text{с}$) необходимый для заполнения пруда до нужного объема в установленные сроки возможно рассчитать 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, секунд.

Для проектных расчетов ширины канала по дну (b) и глубины воды в канале (K) сравнивают расход воды (Q) по запроектированным прудам по сезонам года и расчетный расход воды в канале по примерной его ширине (b) 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) - $0,03$.

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):

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

или по таблице. 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.

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

Вопросы для самопроверки:

1. Принципы использования воды в рыбных хозяйствах с прямоточным водоснабжением.

2. Укажите основные отличия оборотного водоснабжения рыбных хозяйств от замкнутого.

3. В чем заключается трассировка магистрального канала.

4. Как рассчитать пропускную способность магистрального канала.

Рекомендованная литература:

[1], [9], [11], [12], [14], [16], [27], [40].

1.10 Проектирование рыбоводных предприятий: гидрологические расчеты и водохозяйственный баланс

1.10.1 Требования к источнику водоснабжения при проектировании рыбоводных предприятий

Понятие источник водоснабжения рыбоводного предприятия, его характеристики. Гидрологические характеристики источника водоснабжения и технологические требования к нему. Понятие гидрограф реки, порядок его построения.

Понятие источник водоснабжения рыбоводного предприятия, его характеристики. Гидрологические характеристики источника водоснабжения и технологические требования к нему.

Выбор источника является одной из наиболее ответственных задач при устройстве системы водоснабжения, так как он определяет в значительной степени характер самой системы, наличие в её составе тех или иных сооружений, а следовательно, стоимость и строительства, и эксплуатации. Источник водоснабжения должен удовлетворять следующим основным требованиям:

- обеспечивать получение из него необходимых количеств воды с учетом роста водопотребления на перспективу развития объекта;
- обеспечивать бесперебойность снабжения водой потребителей;
- давать воду такого качества, которое в наибольшей степени отвечает нуждам потребителей или позволяет достичь требуемого качества путём простой и дешевой её очистки;
- обеспечивать возможность подачи воды объекту с наименьшей затратой средств;
- обладать такой мощностью, чтобы отбор воды из него не нарушал сложившуюся экологическую систему.

Правильное решение вопроса о выборе источника водоснабжения для каждого данного объекта требует тщательного изучения и анализа водных ресурсов района, в котором расположен объект.

Водность источника водоснабжения является одним из ключевых лимитирующих факторов в рыбоводстве определяя будет ли существовать рыбоводное предприятие или нет. Самое главное - он должен бесперебойно обеспечивать технологические водоемы необходимым объемом воды в разные по водности годы, включая и маловодные. Чаще всего именно по обеспеченности водой рассчитывается мощность проектируемого рыбного хозяйства.

Наиболее важными показателями характеризующими источник водоснабжения при проектировании рыбного хозяйства являются:

- дебит источника в меженные (маловодные) летний и зимний периоды;
- распределение стока в течении года по месяцам;
- максимальные расходы в период весеннего половодья.

Понятие гидрограф реки, порядок его построения.

$$M = \frac{0.278 \times A}{\sqrt[3]{F + 1}}$$

где: F - площадь водосбора, км²; A - параметр, характеризующий сток в районе данного бассейна (мм/ч), его находят по карте изолиний или по таблице 1 по ближайшему населенному пункту к данному источнику водоснабжения; чтобы выразить величину этого параметра (в м/с), надо значение, найденное по справочнику, умножить на 0,278.

Коэффициент озерности и заболоченности вычисляют по формуле:

$$\delta = 1 - 0.61 \times \log(\alpha + 0.2 \times \beta + 1)$$

где α - площадь озер, в % площади водосбора; β - площадь болот, в % площади водосбора.

Обозначая $\alpha + 0.2 \times \beta + 1 = B$, получим $\delta = 1 - 0.61 \times \lg B$.

Коэффициент лесистости, определяется по формуле:

$$\delta^l = 1 - (0.3 - 0.6) \times \varphi$$

где **0,3** - коэффициент для лиственных лесов лесостепной зоны; **0,6** - для таёжных лесов севера; φ - отношение площади бассейна, покрытой лесом, ко всей ее площади

2. Определение среднееголетнего расхода воды ($Q_{75\%}$) в источнике водоснабжения и его внутригодовое распределение

Среднееголетний расход определяется по формуле:

$$Q_{\text{ср.много.}} = M_{\text{ср.много.}} \times F,$$

где $Q_{\text{ср.много.}}$ - среднееголетний модуль стока (количество воды, стекающее с 1 км² в 1 с, л/с км²); F - площадь водосбора, км².

$M_{\text{ср.много.}}$ определяется по карте изолиний среднего многолетнего стока рек или по таблице.

Однако эти значения составлены по данным рек с большими бассейнами, а рыболовные хозяйства строят преимущественно на малых реках с бассейнами до 200 км². Поэтому по рекомендации Воскресенского модуль стока, найденный по таблице, нужно уменьшить на 20-25%, т. е, ввести коэффициент 0,75-0,80,

Определяем среднееголетний расход 75%-ной обеспеченности – $Q_{75\%}$,

$$Q_{75\%} = Q_{\text{ср.много.}} \times K_{75\%},$$

где $K_{75\%}$ - модульный коэффициент - безразмерная величина, представляющая собой отношение значения какого-либо члена ряда к среднему арифметическому этого ряда. Модульный коэффициент 75% обеспеченности определяют по справочнику.

Внутригодовое распределение стока производится по типовым схемам распределения месячного стока по районам (в долях нормы стока по Д.Л. Соколовскому) в зависимости от района расположения рыболовного хозяйства. В справочнике приведены типовые схемы распределения месячного стока (в долях нормы стока – $K_{\text{мес. стока}}$) по районам (по Д.Л. Соколовскому).

Средние расходы источника водоснабжения в л/с за каждый месяц года вычисляют по формуле:

$$Q_{\text{ср. мн.}} = Q_{75\%} \times K_{\text{мес. стока.}}$$

По полученным данным строится гидрограф стока данного источника водоснабжения.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое источник водоснабжения, каким он бывает?
2. Каким требованиям должен соответствовать источник водоснабжения при проектировании рыбного хозяйства?
3. Как построить гидрограф реки, для чего он предназначен?
4. Какие основные гидрологические характеристики источника водоснабжения важны для работы прудового рыбного хозяйства?

Рекомендованная литература:

[1], [2], [9], [11], [12], [14], [16], [22], [27].

1.10.2 Водохозяйственный баланс рыбоводного предприятия

Понятие водохозяйственного баланса рыбоводного хозяйства, водопотребления и водоотведения. Схема использования прудового фонда хозяйства, порядок его составления. Составляющие водопотребления и водоотведения, порядок их расчета. Составление водохозяйственного баланса предприятия. График водопотребления и водоотведения. Заключение из водохозяйственного баланса, пути решения.

Понятие водохозяйственного баланса рыбоводного хозяйства, водопотребления и водоотведения.

Рыбное хозяйство, как отрасль, неразрывно связана с использованием водных ресурсов. Технологические схемы воспроизводства и выращивания объектов аквакультуры в современном производстве предусматривают периодическое изменение уровня воды в технологических водоемах вплоть до полного их опорожнения с последующим через определенное время наполнением. При этом изменение уровня режима в разных категориях водоемов происходит не синхронно, а подчинено принятой в данном рыбном хозяйстве технологической схеме.

В сложившихся условиях, когда результат выращивания товарной рыбной продукции запланирован и от этого зависит эффективность хозяйствования, возникает необходимость учета водных ресурсов. Особенно это актуально в условиях безводья. На предприятиях создаются специальные службы, обязанностью которых, является организация и контроль процесса использования воды на производстве.

Одним из ключевых документов реализации указанного, является водохозяйственный баланс. *Водохозяйственный баланс* – это соотношение объема потребления воды из всех источников и объема отводимых сточных вод в течение года. Данный документ отражает всё движение воды по предприятию в пределах года и состоит из двух основных частей:

1. *водопотребление* – использование воды для хозяйственных нужд с изъятием её из источника водоснабжения безвозвратно или с последующим частичным или полным возвратом в водоём или водоток. При проектировании прудового рыбного хозяйства к водопотреблению в структуре водохозяйственного баланса следует отнести.

- объем воды необходимый для наполнения прудов ($W_{\text{нап.}}$);
- объем воды необходимый для компенсации потерь на насыщение ложа прудов при их наполнении ($W_{\text{нас.}}$);

- объем воды необходимый для компенсации потерь в пруду от фильтрации сквозь плотину (дамбы) и каналы ($W_{\text{фильт.}}$);
- объем воды необходимый для компенсации потерь в пруду от испарения с водной поверхности пруда ($W_{\text{исп.}}$);
- объем воды необходимый для организации водообмена в прудах для предупреждения заморов и гибели рыб ($W_{\text{водобм.}}$).

то есть количество воды необходимое для обеспечения работы рыбного хозяйства, складывается из следующих величин:

$$W = W_{\text{нап.}} + W_{\text{нас.}} + W_{\text{фильт.}} + W_{\text{исп.}} + W_{\text{водобм.}}$$

2. *водоотведение* – отведение (удаление) сточных и возвратных вод за пределы производственного предприятия. При проектировании прудового рыбного хозяйства к водоотведению в структуре водохозяйственного баланса следует отнести:

- сброс воды из рыбоводных водоемов (прудов) при проведении их облова либо для иных целей ($W_{\text{сброс}}$).

Схема использования прудового фонда хозяйства, порядок его составления.

Для расчета водохозяйственного баланса рыбоводного предприятия необходимо знать технологический график работы каждого из прудов, а именно в какой период он эксплуатируется в режиме НПУ, сколько дней он наполняется и сбрасывается. То есть на графике для каждого пруда, категории прудов, системы прудов, при условии их использования, должно выделяться четыре периода: период наполнения, период НПУ, период сброса, период отдыха (пустого пруда). Расположение по периодам (датам) в году указанных периодов зависит:

- от категории пруда (нерестовый, выростной, зимовальный, нагульный и пр.);
- от климатической зоны, в которой расположено хозяйство;
- от объекта выращивания и принятой биотехнологии.

Незначительные колебания начала и окончания сроков по периодам могут происходить год от года даже при неизменных указанных выше условиях. Это зависит от климатических особенностей конкретного года (ранняя весна, холодное лето и т.п.).

Построение технологического графика ведется по следующему принципу. За базовый период берется период НПУ (или время работы пруда), сроки которого берутся из справочных данных для конкретной зоны. Далее используя нормативные данные о времени наполнения прудов определенной категории и их количества рассчитывается период наполнения пруда. Аналогично получаем продолжительность периода сброса.

Составляющие водопотребления и водоотведения, порядок их расчета.

Водохозяйственными расчетами устанавливают общую потребность рыбоводного хозяйства в воде и подтверждают возможность обеспечения этой потребности принятым источником водоснабжения. Если источником водоснабжения является река, то необходимо иметь данные о расходах воды в реке в течение всего года, т.е. среднемесячные расходы воды (в $\text{м}^3/\text{с}$) или (л/с).

При проектировании рыбоводных прудовых хозяйств, принятый в проекте источник водоснабжения рассчитывается на маловодный год *90% обеспеченности для рыбовитомников и 75% обеспеченности – для полносистемных хозяйств*, т.е. рыбоводные пруды будут обеспечены водой 90 лет из 100 или 75 лет из 100.

Водохозяйственными расчетами охватываются все *составляющие водопотребления и водоотведения* о которых упоминалось ранее:

1. наполнение прудов до отметки НПУ;
2. компенсация потерь воды на насыщение ложа прудов;
3. компенсация потерь воды на испарение;
4. компенсация потерь воды на фильтрацию;
5. организацию водообмена в прудах разных категорий;
6. сброс воды из прудов.

Кроме того, в случае интенсивного развития гидрофитов на водоеме дополнительно рассчитывается компенсация потерь воды на транспирацию.

Рассмотрим порядок расчетов объемов воды по категориям составляющим водоотведение и водопотребление.

1. *Наполнение прудов до отметки НПУ.*

Наполнение пруда, или попросту объем пруда на отметке НПУ, зависит от его площади, категории и нормативной средней глубины. При проектировании рыбоводных прудов, после расчета площади и компоновки их на карте, определяют фактическую среднюю глубину.

Среднюю глубину пруда по топографической карте или плану определяют по формуле:

$$h_{\text{ср}} = W / F ,$$

где **W** - объем воды в пруде, м³;

F - площадь зеркала воды в пруде, м².

Объем воды в пруде складывается из объемов (**W₁, W₂ ... W_n**), заключенных отдельными горизонтальными плоскостями, проходящими по горизонталям плана пруда:

$$W_{\text{нап.}} = W_1 + W_2 + W_3 \dots W_n.$$

Отдельные объемы определяются следующим образом:

$$W_{1,2,3...n} = (F_n + F_v) / 2 \times h,$$

где **W_{1,2,3...n}** - объем, заключенный между соседними горизонталями, м³;

F_n - площадь, образованная нижней горизонталью, м²;

F_v - площадь, образованная следующей верхней горизонталью, м²;

h - сечение горизонталей (разница в отметке верхней и нижней горизонталями), м.

Предварительно по каждому пруду строится его разрез и план (пример см. Рис. 75). Площадь каждой из горизонталей определяется на плане с помощью планиметра. Площадь нулевого (самого нижнего) сечения расположенного у входа в донный водовыпуск обычно принимается за ноль. Далее определяем площади других сечений, обозначаемых как – авгб, адеб, ажзб, аикб, алмб, аноб (см. Рис. 75). Зеркало воды пруда - это площадь, ограниченная верхней горизонталью на отметке НПУ.

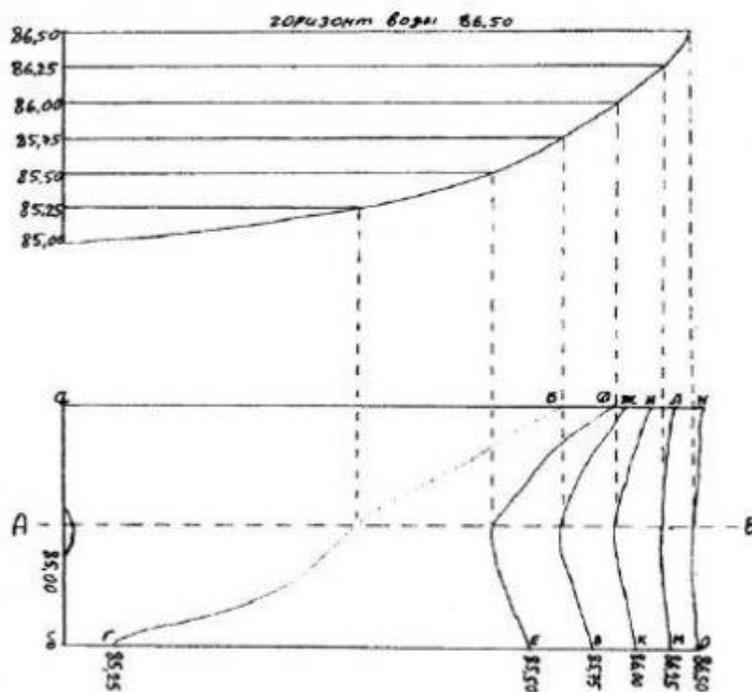


Рисунок 75 - Разрез и план выростного пруда

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

2. *Компенсация потерь воды на насыщение ложа прудов.*

Расчет необходимого для компенсации объема воды выполняют по формуле:

$$W_{\text{нас.}} = \mu \times F \times h ,$$

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.

3. *Компенсация потерь воды на испарение.*

Расчетную величину испарения E (мм) определяют по формуле

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

где E_p - разность величины испарения и осадков, мм;

F - площадь зеркала водоема, м²;

n - число месяцев работы пруда.

4. *Компенсация потерь воды на фильтрацию.*

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. Для вычисления расхода воды на пополнение потерь на фильтрацию используем формулу:

$$Q_{\text{фильтр.}} = H \times F,$$

где H – норма потерь, л/сек га, принимаемой принимается равной, л/с ;

F – площадь выростных прудов, га.

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

5. *Организацию водообмена в прудах разных категорий.*

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. Обычно расчет объема воды на водообмен рассчитывают исходя из продолжительности периода водообмена и его кратности.

В целях создания оптимальных условий для гидробионтов в водоемах, кроме непроточных нагульных прудов, применяют подачу свежей воды периодически или постоянно. Расход воды на организацию водообмена определяется по формуле:

$$Q_{\text{водообм.}} = W / t_{\text{водообм.}} = F \times h_{\text{ср.}} \times 10000 / 86.4 \times t_{\text{водообм.}}$$

где W – объем пруда, м³;

$t_{\text{водообм.}}$ – время водообмена, сут.;

F – площадь пруда, га;

$h_{\text{ср.}}$ – средняя глубина, м.

Для зимовальных прудов назначают 15-25-суточный водообмен, для зимне-маточных и летне-ремонтных – 15 сут., для карантинных – 25 сут.

6. *Сброс воды из прудов.*

Объем сброшенной воды при опорожнении прудов принимается за общий объем прудов при НПУ.

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.

Составление водохозяйственного баланса предприятия.

После выполнения всех расчетов по определению водопотребления хозяйства в течение одного года эксплуатации составляют сводную таблицу водохозяйственного расчета, куда заносят следующие данные о хозяйстве:

- наименование и количество прудов, их площадь, объем, сроки наполнения и сброса, продолжительность периода эксплуатации, ежемесячное потребное количество воды на наполнение прудов и на восполнение потерь (на насыщение ложа, фильтрацию, испарение, транспирацию), суммарное по каждой категории прудов и в каждый отдельный месяц необходимое количество воды;

- по месяцам, записывают сток реки (источника водопотребления), что дает возможность сравнить количество воды, которое дает источник водоснабжения, с количеством воды, необходимым для работы рыбоводного хозяйства;

- по месяцам в разрезе категорий прудов расходы и объемы воды сбрасываемой при проведении облова прудов, прочих технологических операций связанных с опорожнением технологических водоемов.

Пример расчета водного баланса:

Рассмотрим пример составления водохозяйственного баланса на примере специализированного прудового рыбного хозяйства - рыбопитомника, который будет расположен на р. Мелкой Калужской области.

В состав рыбопитомника входят 24 пруда: из них пять выростных, семь нерестовых, шесть зимовальных, два летних маточных, два летних ремонтных и два карантинных.

Водохозяйственная характеристика прудов и режима их использования оформляется в виде таблицы (см. Табл.12).

Таблица 12 - Водохозяйственная характеристика прудов и режима их использования

Категории прудов	Число прудов	Отметка горизонта воды в пруду	Площадь, га	Средняя глубина, м	Объем, м ³	Наполнение				Спуск			
						начало	конец	продолжительность, сут	расход, л/с, (м ³ /с)	начало	конец	продолжительность, сут	расход, л/с, (м ³ /с)
Выростные	5	195,00	29,4	0,8	235200	01.06	15.06	10	272	01.15	07.10	7	390
Нерестовые	7	196,75	1,4	0,5	7000	25.06	26.05	2	41	20.06	20.06	1	82
Зимовальные	6	195,75	2,3	1,75	40250	25.09	28.09	4	116	25.04	28.04	4	116
Летние маточные и ремонтные	4	197,00	1,5	1,75	24500	25.04	28.04	4	70	14.10	16.10	3	96
Карантинные	2	195,75	0,6	1,00	6000	В случае необходимости							

Для расчета баланса необходимо учесть приходную (вода получаемая из источника водопотребления) и расходную (вся вода используемая так или иначе на хозяйстве по категориям) части.

Приходная часть баланса (в нашем примере) состоит из расходов реки Мелкой 90% - ной обеспеченности (Табл. 13).

Таблица 13 - Величина стока по месяцам

Расходы и сток в реке Мелкой 90% обеспеченности	Месяцы												год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
W, тыс.м ³	64,0	53,3	53,6	2800	163	72,5	58,5	97	78	139	78	37,5	3694,4
q, л/с	24,0	22	20	1080	61	28	22	36	30	38	30	14	1405

Расходная часть баланса складывается из расходов на наполнение прудов, насыщение ложа пруда при наполнении, фильтрацию через тело и основание дамб, на испарение с водной поверхности, на транспирацию (при необходимости), на организацию водообмена. Полученные в нашем примере путем расчетов укрупненные данные о расходах воды отображаются в виде таблицы (см. Табл. 14).

Таблица 14 - Характеристика расходов воды рыбного хозяйства

Категория прудов	Наполнение прудов		Фильтрацию через тело и основание дамб		Испарение в водной поверхности		Транспирация		Организация водообмена	
	объем (W), тыс.м ³	ср. расход воды (q), м ³ /с	объем (W), тыс.м ³	ср. расход воды (q), м ³ /с	объем (W), тыс.м ³	ср. расход воды (q), м ³ /с	объем (W), тыс.м ³	ср. расход воды (q), м ³ /с	объем (W), тыс.м ³	ср. расход воды (q), м ³ /с
Выростные										
Нерестовые										
Зимовальные										
Летние маточные и ремонтные										

Далее все проведенные расчеты сводим в общую итоговую форму (на примере см. Табл. 15).

При этом в ней отражаются все элементы водопотребления и водоотведения в разрезе месяцев года с привязкой к технологическим графикам использования прудов (календарных дат начала и окончания каждого из четырех основных водохозяйственных периодов).

Таблица 15 – Водохозяйственный баланс рыбного хозяйства

Наименование прудов	Число прудов, (шт)	Площадь, га	Объем воды, м ³	Сроки		Эксплуатация, дней	Требуемое количество воды по месяцам										
				Наполнения	Сброса		I		II		III		IV				
							Объем (W), тыс. м ³	Расход (q), м ³ /с	Объем (W), тыс. м ³	Расход (q), м ³ /с	Объем (W), тыс. м ³	Расход (q), м ³ /с	Объем (W), тыс. м ³	Расход (q), м ³ /с			
Выростные																	
Наполнение							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Насыщение ложа	5	29,4	235 200	01-15.06	01-07.10	127	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Фильтрация							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Испарение							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого	5	29,4	235 200			127	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нерестовые																	
Наполнение							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Насыщение ложа	7	1,4	7 000	25-26.06	20-21.06	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Фильтрация							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Испарение							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого	7	1,4	7 000			25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Зимовальные																	
Наполнение							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Насыщение ложа	6	2,3	40 250	20-28.09	25-28.04	210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Водообмен							42	15,5	38	15,5	42	15,5	40	15,5			
Испарение																	
Итого	6	2,3	40 250			210	42	15,5	38	15,5	42	15,5	40	15,5			
Летние маточные и																	
Наполнение							-	-	-	-	-	-	-	-	24,5	70	
Насыщение ложа	4	1,5	24 500	25-28.09	14-16.10	169	-	-	-	-	-	-	-	-	1,57	6	
Фильтрация							-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,11	
Испарение							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Итого	4	1,5	24 500			169	-	-	-	-	-	-	-	-	26,1	76,1	
Всего по прудам:	22	34,6	306 950				42	15,5	38	15,5	42	15,5	66,1	15,5		91,6	
Сток р. Мелкой 90%- ной обеспеченности							64	24	53,3	22	53,6	20	2800		1080		

Продолжение Таблицы 15 – Водохозяйственный баланс рыбного хозяйства

Наименование прудов	Требуемое количество воды по месяцам																Суммарный объем воды, W в тыс.м ³
	V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII		
	Объем (W), тыс. м ³	Расход (q), м ³ /с	Объем (W), тыс.м ³	Расход (q), м ³ /с	Объем (W), тыс. м ³	Расход (q), м ³ /с	Объем (W), тыс. м ³	Расход (q), м ³ /с	Объем (W), тыс. м ³	Расход (q), м ³ /с	Объем (W), тыс. м ³	Расход (q), м ³ /с	Объем (W), тыс. м ³	Расход (q), м ³ /с	Объем (W), тыс. м ³	Расход (q), м ³ /с	
Выростные																	
Наполнение	-	-	235,2	272	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	235,2
Насыщение ложа	-	-	30,8	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,8
Фильтрация	-	-	0,5	0,4	1,1	0,4	1,1	0,4	1,1	0,4	-	-	-	-	-	-	3,8
Испарение	-	-	11	4,2	2,35	0,9	5	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	18,35
Итого	-	-	277,5	300,6	3,45	1,3	6,1	2,3	1,1	0,4	-	-	-	-	-	-	288,15
Нерестовые																	
Наполнение	7	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Насыщение ложа	1,47	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47
Фильтрация	0,05	0,11	0,3	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,35
Испарение	0,87	1,7	0,52	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,39
Итого	9,39	51,31	0,82	0,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,21
Зимовальные																	
Наполнение	-	-	-	-	-	-	-	-	40,25	116	-	-	-	-	-	-	40,25
Насыщение ложа	-	-	-	-	-	-	-	-	2,42	7	-	-	-	-	-	-	2,42
Водообмен	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	15,5	40	15,5	40	15,5	284
Испарение	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого	-	-	-	-	-	-	-	-	42,67	123	42	15,5	40	15,5	40	15,5	326,67
Летние маточные и ремонтные																	
Наполнение	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,50
Насыщение ложа	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,57
Фильтрация	0,8	0,11	0,3	0,11	0,3	0,11	0,3	0,11	0,3	0,11	0,14	0,11	-	-	-	-	2,18
Испарение	0,93	0,35	0,56	0,21	0,12	0,05	0,26	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87
Итого	1,73	0,46	0,86	0,32	0,42	0,16	0,56	0,21	0,23	0,11	0,14	0,11	-	-	-	-	30,12
Всего по прудам	11,12	51,77	279,2	301,3	3,87	1,46	6,66	2,51	44,07	123,5	42,14	15,7	40	15,5	40	15,5	655,15
Сток р. Мелкой 90%-ной обеспеченности	163	61	72,5	28	58,5	22	97,	36	78	30	101,8	38	78	30	37,5	14	3694,4

График водопотребления и водоотведения.

На основании водохозяйственных расчетов для визуализации состояния водного баланса предприятия строят график водопотребления и водоотведения рыбноводного хозяйства. В нем отражаются все данные изложенные в водохозяйственном балансе. При этом на графике одновременно отражается как приходная часть (гидрограф реки) так и расходная часть баланса (см. Рис. 76).

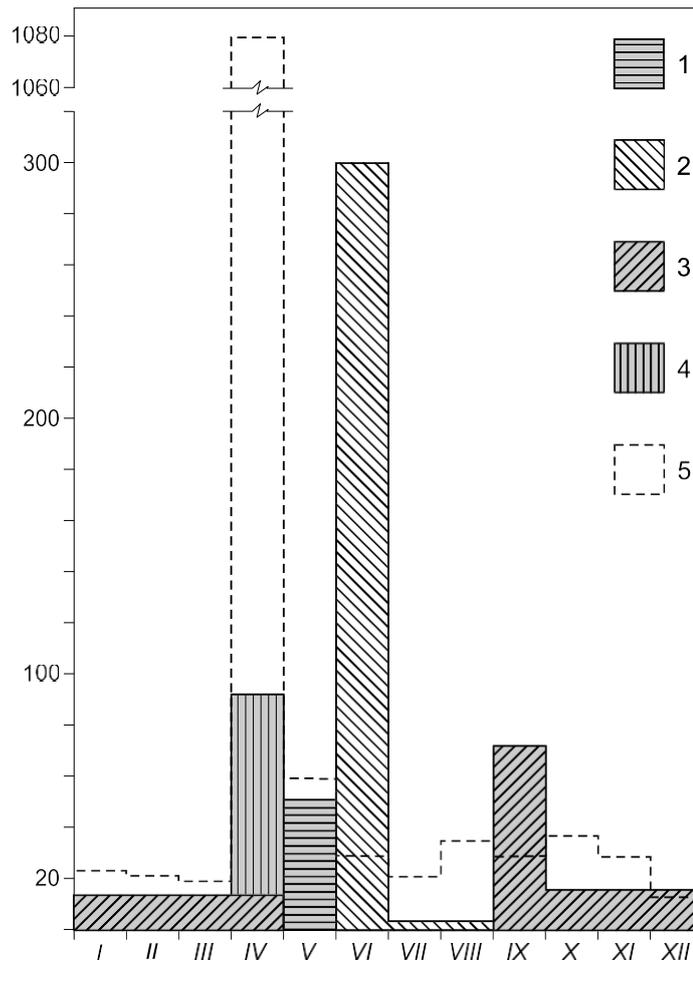


Рис. 9 График водопотребления рыбопитомника, расположенного на р. Мелкой Калужской области (по оси X месяц года, по оси Y расход воды в м: 1 - нерестовые пруды; 2 - выростные пруды; 3 - зимовальные пруды; 4 – летне-маточные пруды; 5 - сток реки Мелкой).

В расходной части на графике доля каждой из категорий прудов отображается своим типом штриховки. Таким образом, наглядно отражено, с каким расходом необходимо подавать воду на хозяйство для обеспечения производственных процессов по периодам года, как в целом, так и по отдельным категориям прудов.

Кроме того, если в источнике водоснабжения достаточное количество воды во все месяцы года, то линия стока реки будет располагаться выше линии расхода воды, потребного для нормальной работы прудов хозяйства.

Заключение из водохозяйственного баланса, пути решения.

Расчет водохозяйственного баланса дает позволяет ясно обозначить период года с дефицитом воды. Если линия стока реки в некоторые месяцы эксплуатации хозяйства окажется ниже линии потребности хозяйства, а суммарная величина годового стока реки Q_p (расчетного расхода заданной обеспеченности) больше суммарной потребности хозяйства за сезон эксплуатации прудов W_{Σ} , то на реке необходимо строить плотину для создания водохранилища, с целью накопления и перераспределения в течении года стока реки.

Если же Q_p окажется меньше W_{Σ} хозяйства за один год эксплуатации, значить данный водоисточник не может удовлетворить потребность хозяйства в воде и необходимо либо изменить проектируемое хозяйство (с целью уменьшения потребности в воде), либо искать дополнительный или другой источник водоснабжения хозяйства.

Так, например, в ситуации указанной в представленном выше примере (см. Табл. 15) возможно указать следующее. Существующий водохозяйственный расчет является положительным для проектируемого рыбного хозяйства, так как годовой сток реки Мелкая, равный 3694,4 тыс.м³, значительно превышает годовую потребность рыбопитомника в воде (655,15 тыс.м³), однако внутригодовое его распределение не удовлетворяет потребности хозяйстве воде.

Так, при наполнении выростных и зимовальных прудов в июне, сентябре и декабре воды не хватает, поэтому создается водохранилище, в котором за счет весеннего паводка происходит накопление воды для удовлетворения потребности хозяйства.

Вопросы для самоконтроля:

1. Состав и значение водохозяйственного баланса при проектировании и эксплуатации прудового рыбного хозяйства.
2. Водопотребление и водоотведение, их основные составляющие.
3. Водохозяйственные расчеты и составление графика водопотребления прудами.
4. Определение расходов воды на наполнение прудов.
5. Определение объема и расхода воды на насыщение ложа пруда.
6. Определение расходов воды на пополнение потерь на фильтрацию через тело и основание дамб, а также на компенсацию потерь на испарение с водной поверхности.
7. График работы пруда.
8. График водопотребления рыбного хозяйства.

Рекомендованная литература:

[1], [2], [9], [11], [12], [14], [16], [22], [27].

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература.

1. Мамонтова Р.П. Рыбохозяйственная гидротехника: Учебник. / Мамонтова Р.П. – М.: Изд-во «Моркнига», 2012. – 377 с.
2. Моисеев Н.Н. Рыбохозяйственная гидротехника с основами мелиорации: Учебное пособие. / Н.Н. Моисеев, П.В. Белоусов. СПб.: Изд-во «Лань», 2012. 176 с.

Основная литература.

3. Боркин Г.С. Справочник по рыбохозяйственной гидротехнике. / Боркин Г.С., Гриневский Э.В., Луньков А.Д., Соловьев Н.И. – М.: Изд-во «Легкая и пищевая пром-ть», 1983. – 280 с.
4. Брудастова С.А. Гидротехнические сооружения рыбоводных хозяйств. / Брудастова С.А., Вишнякова Р.И. – М.: Изд-во «Россельхозиздат», 1986. – 72 с.
5. Гидротехнические сооружения : справ. проектировщика / под ред. В.П. Недриги. – М. : Стройиздат, 1983. – 543 с.
6. Гидротехнические сооружения комплексных гидроузлов / под. ред. П. С. Непорожного. – М. : Энергия, 1973. – 288 с.
7. Гидротехнические сооружения. Ч. 1. / под ред. Л. Н. Рассказова. – М. : Стройиздат, 1996. – 435 с.
8. Гидротехнические сооружения. Часть 1. Учебник для вузов. - Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. - 576 с.
9. Голубева З.С. Практикум по рыбохозяйственной гидротехнике. / Голубева З.С., Рябкова Г.А. – М.: Изд-во «Агропромиздат», 1989. – 208 с.
10. Гольдин, А. Л. Проектирование грунтовых плотин : учеб. пособие / А. Л. Гольдин, Л. Н. Рассказов. – М.: АСВ, 2001. – 384 с.
11. Гриневский Э.В. Проектирование рыбоводных предприятий. / Гриневский Э.В., Каспин Б.А., Керштейн А.М. и др. – М.: Изд-во «Агропромиздат», 1990. – 223 с.
12. Ерахтин Б.М. Расчетные работы и упражнения по организации строительства ГЭС: учеб. Пособие / Б.М. Ерахтин, С.В. Ерахтин. - Н.Новгород.: ННГАСУ, 2002. - 96 с.
13. Кавешников Н.Т. Эксплуатация и ремонт гидротехнических сооружений. / Кавешников Н.Т. – М.: Изд-во «Агропромиздат», 1989. – 211 с.
14. Каспин Б.А. Проектирование и строительство рыбоводных хозяйств и заводов. / Каспин Б.А., Киппер З.М., Михалченков Г.Н., Морев А.Н. и др. – М.: изд-во «Пищевая промышленность», 1964. -365 с.
15. Козлов В.И. Рыбохозяйственная гидротехника: Учебно-методический комплекс дисциплины, по специальности (направлению): 110901.65 – Водные биоресурсы и аквакультура, М.: МГУТУ, 2012. – 379 с.
16. Курсовое и дипломное проектирование по гидротехническим сооружениям / под. ред. В. С. Лапшенкова. – М. : Агропромиздат, 1989. – 448 с.
17. Ларьков, В. М. Водопропускные сооружения низконапорных гидроузлов (с глухими плотинами) : учеб. пособие / В. М. Ларьков. – Минск: Ураджай, 1990. – 351 с.
18. Ляпичев Ю.П. Гидротехнические сооружения: Учеб. пособие. / Ляпичев Ю.П. – М.: РУДН, 2008. – 302 с.
19. Малеванчик Б.С. Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения (вопросы проектирования). / Малеванчик Б.С., Никаноров И.В. - М.: Изд-во «Легкая и пищевая промышленность», 1984. – 256 с.
20. Мартышев Ф.Г. Прудовое рыбоводство. Учебник. / Ф.Г. Мартышев - М.: Изд-во «Высшая школа», 1973. – 428 с.
21. Мухачев И.С. Озерное товарное рыбоводство: Учебник. / Мухачев И.С. – СПб.: 2013. – 400 с.

22. Нестеров М.В. Рыбохозяйственная гидротехника: учебное пособие. / Нестеров М.В., Васильева Н.В. – Горки: Изд-во БГСХА, 2013. – 303 с.
23. Орлова З.П. Рыбохозяйственная гидротехника. / Орлова З.П. - М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 1978. – 280 с.
24. Отраслевой сборник Нормативно-технической документации по товарному рыбоводству. Утвержден Приказом N 241 Минрыбхоза СССР от 24 апреля 1985 г.
25. Плотина из грунтовых материалов в составе гидроузла: метод. указания для выполнения курсового и дипломного проектов студентами специальности 29.04 «Гидротехническое строительство» / Нижегород. архитектур.-строит. ин-т ; сост. В. Н. Грандилевский. – Н. Новгород : НАСИ, 1992. - 36 с.
26. Проектирование обратных фильтров гидротехнических сооружений: метод. разработка к выполнению курсового и дипломного проектов студентами специальности 29.04 «Гидротехническое строительство» / Нижегород. архитектур.-строит. ин-т ; сост. В. Н. Грандилевский. – Н. Новгород : НАСИ, 1993. - 31 с.
27. Проектирование рыбопроводных предприятий. Справочник. / Под. Ред. Гриневского Э.В., Каспина А.М. и др. – М.: Изд-во «Агропромиздат», 1990. – 223 с.
28. Проскуренко И.В. Замкнутые рыбоводные установки. / Проскуренко И.В. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – 152 с.
29. Радченко, В. Г. Каменно-земляные и каменнонабросные плотины / В.Г. Радченко, В. А. Запрова. – Л. : Энергия, 1971. – 166 с.
30. Рекомендации по проектированию обратных фильтров гидротехнических сооружений : П 92-80 / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т гидротехники им. Б. Е. Веденеева. - Л.: ВНИИГ, 1981. - 105 с.
31. Родионов, Г. А. Волжско – камский каскад гидроэлектростанций – основа комплексного использования водных ресурсов Поволжья / Г.А. Родионов, Л.С. Подоплелов. – Саратов : Изд. Саратов. ун-та, 1983. – 106 с.
32. Розанов Н.П. Гидротехнические сооружения / Н.П. Розанов Я.В. Бочкарев, В.С. Лапшенков и др.; Под ред. Н.П. Розанова. — М.: Агропромиздат, 1985. — 432 с.
33. Российская Федерация. Законы. О безопасности гидротехнических сооружений : федер. закон от 21.07.1997 № 117-ФЗ [ред. от 27.12.2009] // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 1997. - № 30, ст. 3589.
34. Рыбохозяйственная гидротехника: методические указания к лабораторным работам. / сост. Васильева Н.В. и др. – Горки: Изд-во БГСХА, 2011. – 68 с.
35. СНиП 2.02.02-85. Основания гидротехнических сооружений: строит. нормы и правила : утв. Госстроем СССР 12.12.85 : взамен СНиП II-16-76 : срок введ. в д. 01.01.87. - Переизд. СНиП 2.02.02-85 с изм. №1, утв. 30.06.03. - М. : ФГУП ЦПП, 2004. - 48 с. : ил.
36. СНиП 2.06.04-82*. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые, от судов) : строит. нормы и правила : утв. Госстроем СССР 15.06.82 : взамен СНиП II-57-75 : срок введ. в д. 01.01.84. - М. : Технорматив, 2008. - 78 с. : ил.
37. СНиП 2.06.05-84*. Плотины из грунтовых материалов : строит. нормы и правила : изм., утв. 17.09.90 : утв. Госстроем СССР 28.09.84 : взамен СНиП II-И.4-73 (II-53-73) : срок введ. в д. 01.07.85. - М. : Технорматив, 2008. - 68 с. : ил.
38. СНиП 2.06.07-87. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. - М.: Госстрой СССР, 1987. – 42 с.
39. СНиП 33-01-2003. Гидротехнические сооружения. Основные положения : строит. нормы и правила : приняты и введ. в д. 30.06.03 : взамен СНиП 2.06.01-86 : дата введ. 01.01.04 / Госстрой России. - М. : ФГУП ЦПП, 2006. - III, 25 с.
40. Справочник по рыбохозяйственной гидротехнике. / Под ред. Кипера З.М. - М.: Изд-во «Легкая и пищевая промышленность», 1983. – 279 с.
41. Субботин А.С. Основы гидротехники. / Субботин А.С. – М.: Изд-во «Гидрометеиздат», – 1983. – 318 с.

42. Чугаев, Р.Р. Гидротехнические сооружения. Глухие плотины / Р.Р.Чугаев. – М.: Высш. шк., 1975. – 328 с.
43. Чугаев, Р.Р. Гидротехнические сооружения. Ч. 1. Глухие плотины / Р.Р. Чугаев. - М. : Агропромиздат, 1985. – 319 с.

Дополнительные электронные информационные ресурсы

- <http://nabitablet.ru/sooruzheniya/> - (литература по рыбохозяйственной гидротехнике, охватывающая материал всех тем дисциплины, в том числе об устройстве рыбоводных заводов и нерестово-выростных хозяйств, устройству рыбозащитных и рыбопропускных сооружений, а также вопросам биологических основ их проектирования);
- <http://dic.academic.ru/contents.nsf/bse> - (электронная энциклопедия, в том числе с очерками по ключевым вопросам рыбохозяйственной гидротехники);
- <http://ribovodstvo.com/books/item/f00/s00/z0000005/st004.shtml> - (информация расположении, техническом устройстве и строительстве рыбоводных прудов);
- <http://almih.narod.ru/lib-en/pteessrf-htm/cont.htm> - (технические нормы и правила по эксплуатации гидротехнических сооружений);
- <http://cawater-info.net/bk/dam-safety/index.htm> - (сайт о гидротехнических сооружениях, классификации ГТС, условиях безопасной их эксплуатации и пр.);
- <http://www.dom-eknig.ru/spravochniki/17882-proektirovanie-rybovodnyh-predpriyatij-spravochnik.html> - (сайт - база электронных книг, в том числе по рыбохозяйственной гидротехнике);
- http://www.labogen.ru/20_student/600_fish/fish-doc/04_prakt.pdf - (практическое пособие и по устройству и расчету прудового рыбного хозяйства);
- <http://fish-industry.ru/prudovoe-rybovodstvo/> - (электронная база по рыбоводству и рыбохозяйственной гидротехнике).

Андрей Викторович Кулиш

Конспект лекций
для студентов направления подготовки
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» очной и заочной форм
обучения

Тираж _____ экз. Подписано к печати _____
Заказ № _____. Объем 9,18 п.л.
Изд-во ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический
университет»
298309 г. Керчь, Орджоникидзе, 82