47.2
С 74
802 905

СПРАВОЧНИК ПО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ГИДРОТЕХНИКЕ

47.2 + 40.68
С 74

СПРАВОЧНИК ПО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ГИДРОТЕХНИКЕ

Под редакцией З. М. Киппера

+ 202905

МОСКВА
«ЛЕГКАЯ И ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»
1983

...ı, принятой
...по увели-
...ах страны.
...интенсифи-
...варной ры-
...живой и

...коренной
...ьно-техни-
...материаль-
...ов и гид-
...жна быть
...рыбовод-

...итального
...тся, стро-
...шает ряд
...ых пред-
...хранилищ,
...бозащит-
...нереста,
...лищ, что
...имально-

...ых пло-
...отребите-

...ву оста-
...ков) и
..., торфя-
...ейновых

...рыбовод-
...зах.
...дротех-
...плуата-
...роприя-
...ник по
...хника и

ББК 40.6
С74
УДК 626.88(03)

Г. С. БОРКИН, Э. В. ГРИНЕВСКИЙ, А. Д. ЛУНЬКОВ, Н. Н. СОЛОВЬЕВ

С74 **Справочник** по рыбохозяйственной гидротехнике/ /(Г. С. Боркин, Э. В. Гриневский, А. Д. Луньков, Н. Н. Соловьев; под ред. З. М. Киппера).—М: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. — 280 с.

В книге дана подробная характеристика гидротехнических сооружений рыбоводных хозяйств. Кратко описаны предприятия по воспроизводству рыбных запасов (осетровые, лососевые, сиговые, рыбцовые заводы).

Представлены водохозяйственные расчеты.

Большое внимание уделено проектированию и строительству гидротехнических сооружений.

Описаны основные строительные работы, а также материалы и механизмы, применяемые в рыбохозяйственном строительстве.

Приведены данные по эксплуатации зданий и гидротехнических сооружений.

Описана охрана труда и техника безопасности при производстве строительных и ремонтных работ.

Дана характеристика рыбохозяйственной мелиорации.

Предназначен для гидротехников рыбоводных хозяйств, ихтиологов-рыбоводов, специалистов рыбоводно-мелиоративных станций.

С $\frac{4002020000-122}{044(01)-83}$ 122—83

ББК 40.6
631.6

Рецензент З. М. Киппер.

© Издательство «Легкая и пищевая промышленность», 1983 г.

Предисловие

В Продовольственной программе СССР на период до 1990 года, принятой майским (1982 г.) Пленумом ЦК КПСС, определены основные меры по увеличению добычи рыбы как во внешних, так и во внутренних водоемах страны. Большие задачи поставлены перед прудовым рыбоводством, путем интенсификации которого намечено увеличить за десятилетие производство товарной рыбы в рыбоводных хозяйствах примерно в 3 раза, при этом выпуск живой и охлажденной рыбы должен увеличиться примерно в 2 раза.

Столь значительный прирост производства рыбы невозможен без коренной реконструкции, технического перевооружения и развития материально-технической базы рыбоводных предприятий, оснащения их современными материально-техническими средствами для эффективной эксплуатации водоемов и гидротехнических сооружений. В связи с этим значительная роль должна быть отведена рыбохозяйственной гидротехнике как неотъемлемой части рыбоводства.

Рыбохозяйственная гидротехника относится к такому виду капитального строительства, при котором гидротехнические сооружения проектируются, строятся и эксплуатируются с учетом биологии разводимых рыб. Она решает ряд сложных комплексных задач, связанных со строительством рыбоводных предприятий, использованием для рыбоводных целей энергетических водохранилищ, мелиоративных систем и других технических водоемов, возведением рыбозащитных устройств на водозаборах, обеспечением пропуска рыбы к местам нереста, созданием новых искусственных и мелиорацией естественных нерестилищ, что в свою очередь определяет подход к их решению с точки зрения максимального удовлетворения рыбоводных требований.

Приходится также учитывать ограниченность выбора качественных площадок с удовлетворительными источниками водоснабжения вблизи потребителей рыбы ввиду дефицита земельных и водных ресурсов.

Поэтому одним из основных направлений на ближайшую перспективу остается рыбохозяйственное освоение естественных водоемов (озер, лиманов) и непригодных для сельского хозяйства заболоченных пойменных земель, торфяных карьеров и мелководий водохранилищ, а также строительство бассейновых и садковых хозяйств при тепловых и атомных электростанциях.

В последнее время значительное развитие получило строительство рыбоводных прудов в рыболовецких и сельскохозяйственных колхозах и совхозах.

Отсутствие новой справочной литературы по рыбохозяйственной гидротехнике затрудняет решение задач по проектированию, строительству, эксплуатации рыбоводных предприятий, проведению рыбоводно-мелиоративных мероприятий. В связи с этим была поставлена задача подготовить справочник по рыбохозяйственной гидротехнике, содержащий необходимые для гидротехника и

ихтиолога-рыбовода рыбоводных хозяйств и предприятий сведения по водохозяйственным, гидравлическим и гидротехническим расчетам, данные по проектированию, строительству и эксплуатации гидросооружений, характеристику строительных материалов, машин и механизмов, методику организации и производства культуртехнических, земляных, бетонных и других работ, сведения по контролю за качеством и приемкой строительно-монтажных и специальных работ, а также рекомендации по ремонту, эксплуатации и рыбохозяйственной мелиорации.

Разделы «Гидротехника в рыбоводстве», «Проектирование и строительство гидротехнических сооружений» подготовлены Э. В. Гриневским, «Строительные материалы и машины» — Г. С. Боркиным, «Производство работ» — Н. Н. Соловьевым, «Эксплуатация гидротехнических сооружений и рыбохозяйственная мелиорация» — А. Д. Луньковым. Кроме того, А. Д. Луньковым написан подраздел «Гидрологические характеристики и водохозяйственные расчеты» в разделе «Проектирование и строительство гидротехнических сооружений», Э. В. Гриневским — «Устройство пленочных экранов», «Герметизация стыков и швов в конструкциях» в разделе «Производство работ».

Так как Справочник выходит впервые, авторы будут признательны за все предложения, направленные на его улучшение. Все замечания авторы просят направлять по адресу: 113035, Москва, М-35, 1-й Кадашевский пер., 12, издательство «Легкая и пищевая промышленность».

ГИДРОТЕХНИКА В РЫБОВОДСТВЕ

Рыбоводные хозяйства

Типы и системы рыбоводных 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, и бассейновыми — рыбоводный процесс осуществляется в бассейнах, изготовленных из железобетона, металла или полимерных материалов.

По характеру производственных процессов и выпускаемой продукции тепловодные прудовые рыбоводные хозяйства подразделяют на племенные и товарные, представленные полносистемными, нагульными хозяйствами и рыбопитомниками.

Рыбопитомники — прудовые рыбоводные хозяйства, специализирующиеся на разведении и выращивании посадочного материала (личинок, мальков, сеголетков и годовиков, а в отдельных случаях и двухлетков).

Нагульные прудовые рыбоводные хозяйства предназначены для выращивания товарной рыбы.

В зависимости от продолжительности выращивания рыбы в хозяйстве от икрянки до заданной товарной массы различают хозяйства с однолетним, двухлетним и трехлетним оборотами.

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

Полносистемные прудовые хозяйства служат для выращивания как рыбопосадочного материала, так и товарной рыбы, т. е. несут в себе признаки рыбопитомника и нагульного хозяйства. Это основной и наиболее рациональный тип рыбоводного хозяйства, в котором выращивание рыбы осуществляется от икрянки 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 (племрассадники) специализируются на разведении и выращивании племенных производителей, которые затем поставляются в рыбопитомники и полносистемные прудовые хозяйства, выпускающие товарную рыбу и рыбопосадочный материал. Кроме них в СССР 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 определяются прежде всего принятой в нем технологией выращивания рыбы и зависят от источника водоснабжения, топографии площадки, на которой размещается хозяйство, климата района, а также особых специфических условий и факторов, учитываемых при проектировании и строительстве. Различают 3 основных типовых схемы компоновки хозяйств.

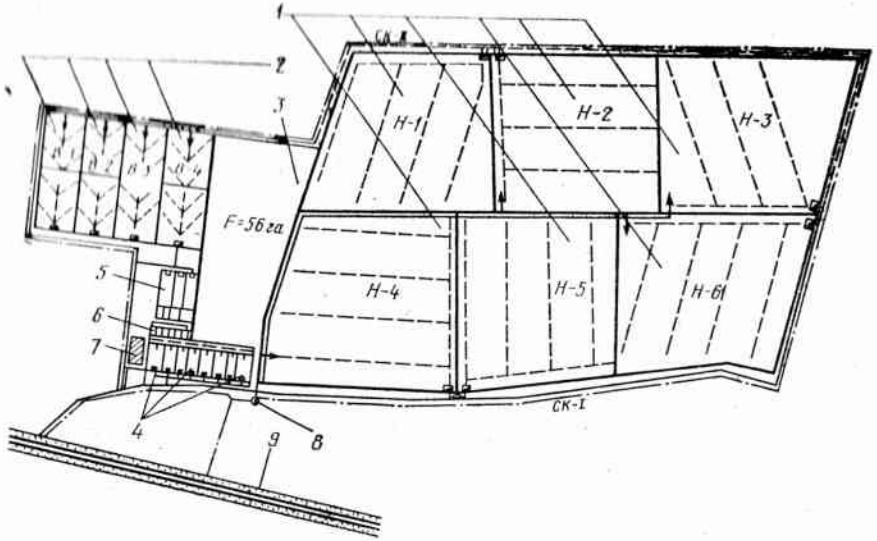


Рис. 1. Схема полносистемного прудового хозяйства с механическим водоснабжением и пойменными прудами:

1 — нагульные пруды; *2* — выростные пруды; *3* — резервный пруд; *4* — зимовальные пруды; *5* — маточные и ремонтные пруды; *6* — нерестовые пруды; *7* — хозцентр; *8* — насосная станция; *9* — водоисточник

I схема. При строительстве прудовых хозяйств на реках, ручьях, оврагах и балках, не имеющих развитой поймы, общая схема расположения прудов получается растянутой по длине в виде каскада русловых прудов, неодинаковых по очертаниям и площади с зависимым водоснабжением, когда каждый нижележащий пруд наполняется водой через вышележащий. В большинстве случаев по такой схеме строят нагульные хозяйства, предназначенные для выращивания товарной рыбы из привозного посадочного материала, получаемого в ближайших рыбопитомниках.

Следует учитывать, что каскадное расположение прудов приводит к значительному увеличению сроков опорожнения и облова прудов, увеличивает опасность распространения эпизоотий, а при значительной мощности водоисточника вызывает удорожание строительства, так как в этом случае 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 перепуска из вышележащих прудов в нижележащие. Примером такого решения может послужить одно из передовых предприятий нашей страны — «Донрыбокомбинат».

II схема. При строительстве рыбоводных хозяйств на реках с широкой поймой появляется возможность компактного размещения комплекса рыбоводных прудов в строгом соответствии с требованиями технологии, что необходимо для рыбопитомников и полносистемных прудовых хозяйств. Пойменные пруды, обваловываемые дамбами с трех-четырех сторон, имеют заданные размеры, оптимальные глубины и независимую систему водоснабжения и опорожнения. Компоновочное решение схемы хозяйства с одними пойменными прудами применяется, как правило, при механической системе подачи воды и связано в основном с использованием в качестве водоисточников крупных рек, водохранилищ и каналов (рис. 1).

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 самотечной подаче воды строят, по крайней мере, один русловой пруд,

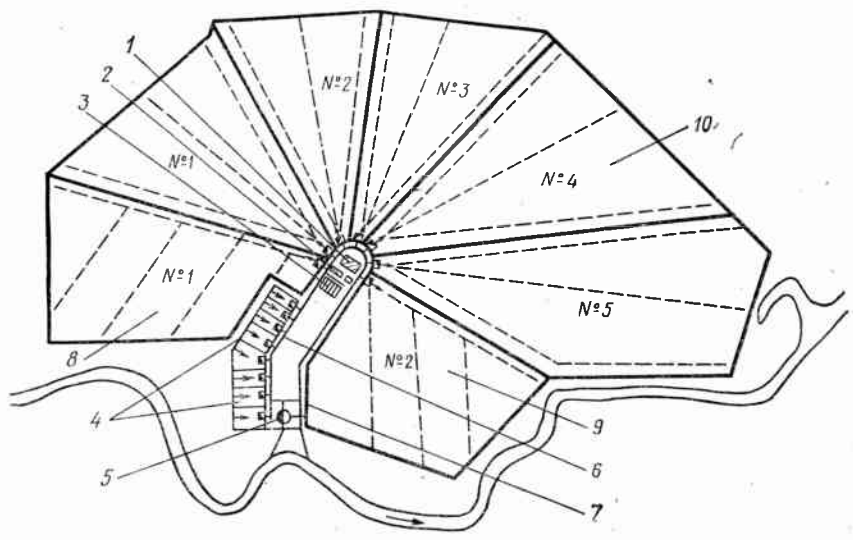


Рис. 2. Схема нагульного хозяйства с трехлетним оборотом и «веерным» расположением прудов:

1 — хозцентр; *2* — рыбоуловитель и сортировочная база; *3* — садки; *4* — зимовальные пруды; *5* — насосная станция; *6* — сбросные каналы; *7* — водоподающий канал; *8*, *9* — выростные пруды второго порядка (№ 1, 2); *10* — нагульные пруды (№ 1—5)

расположенный выше остальных, являющийся головным и обеспечивающий водой все хозяйство. При этом подача воды в пойменные пруды осуществляется независимо через разветвленную сеть каналов. Такая схема является классической и встречается наиболее часто.

До последнего времени обычной считалась схема с размещением прудов в один или несколько рядов — ярусов и подачей воды в них с противоположной от сброса стороны. При этом старались придать прудам прямоугольную форму с отношением длины и ширины 2 : 1. В настоящее время распространена так называемая веерная, или радиальная, схема компоновки, отличающаяся рядом существенных преимуществ, в частности меньшей протяженностью и разветвленностью 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 трапецендальную форму. Подача и сброс воды осуществляются в одной точке (рис. 2). Радиальная схема компоновки особенно удобна в тех случаях, когда при спуске прудов требуется механическая откачка воды (при подтоплении сбросной сети осенними паводками).

В современных прудовых рыбоводных хозяйствах все пруды по своему назначению делятся на следующие четыре группы:

водоснабжающие — головные, резервные, согревательные, пруды-отстойники;

производственные — нерестовые, мальковые, выростные, зимовальные, нагульные, летние и зимние маточные и ремонтные;

санитарно-профилактические — карантинно-изоляторные;

подсобные — пруды-садки.

Существуют категории прудов специального назначения, определяемые особенностями принятой в хозяйстве технологии.

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

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 всех производственных прудов.

Головные пруды создают путем сооружения на реках — источниках водоснабжения подпорных плотин с паводковыми водосбросами и донными водоспусками для сброса излишних весенне-паводковых или ливневых вод.

При наличии в источнике водоснабжения значительного твердого стока (влекомых или влекомых наносов) головной пруд может играть роль отстойника и одновременно согревательного пруда.

Головные пруды обычно являются русловыми, поэтому их морфометрические характеристики в значительной степени зависят от формы речной долины. Размеры головных прудов обычно составляют от 20—50 до несколько сот гектаров и определяются в основном объемом водопотребления всего хозяйства в целом, мощностью источника водоснабжения и его гидрологическим режимом. На малых реках с относительно большим объемом весеннего стока и незначительным объемом меженного стока приходится создавать головные пруды с большой регулирующей вместимостью для обеспечения потребностей хозяйства в воде в летний и особенно в зимний периоды. И наоборот, на реках с значительным живым током в периоды летней и зимней межени создавать большие головные пруды нет необходимости. Здесь вполне достаточно подпора для обеспечения превышения уровня головного пруда над остальными производственными прудами.

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 пруда. В этих случаях ложе пруда подвергается, помимо очистки от деревьев и кустарника, тщательной планировке с устройством рыбосборно-осушительной сети. Русло проходящей по ложу реки спрямляют, бочаги в нем засыпают, а в месте выклинивания подпора устанавливают рыбозаградитель (верховину). Требования к глубинам и их распределению по площади пруда такие же, как для русловых нагульных прудов.

Резервные пруды, как и головные, служат для создания запасов воды на период зимней межени. В отличие от головных прудов резервные пруды можно располагать в любой части территории хозяйства, превышение уровня резервного пруда над остальными необязательно, так как водоподача может быть механической. В отдельных случаях в качестве резервного может служить пойменный нагульный или выростной пруд. Вместимость резервного пруда зависит от объема водопотребления.

Пруды-отстойники служат для осветления и одновременного прогревания воды при повышенной мутности источника водоснабжения. Размеры этих прудов зависят, с одной стороны, от объема и расхода водопотребления, с другой — от механического состава твердого стока. Пруды систематически очищают от наносов. Обычно строят две секции пруда, очищаемые поочередно.

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 и ремонтного стада. Площадь одного пруда обычно не менее 0,2 га. Глубины прудов такие же, как и в нагульных и зимовальных прудах.

Нерестовые пруды предназначены для нереста производителей. Выклюнувшихся из икры личинок содержат в нерестовых прудах до перехода на активное питание (3—5 дней). Площадь нерестового пруда 0,1—0,2 га, средняя глубина 0,4—0,5 м, максимальная глубина у донного водоспуска 1,1 м. Зона с глубинами 0,2—0,3 м (где происходит нерест) должна занимать 40—50 % площади пруда. Соотношение сторон 1 : 2—1 : 3. Обязательным требованием является наличие в ложе нерестового пруда мягкой луговой растительности и отсутствие заболоченности. Нерестовые пруды, имеющие независимое водоснабжение и опорожнение, располагают вдали от дорог, прогонов скота, жилых зданий на защищенных от северных и северо-восточных ветров участках. Кроме того, они должны быть защищены от попадания в них «сорной» рыбы и

конкурентов выращиваемой молоди. Нижний бьеф донных водоспусков приспосабливают для вылова личинок.

Мальковые пруды предназначены для подращивания личинок, пересаживаемых из нерестовых прудов или из инкубационного цеха (при заводском методе выращивания). Подращивание молоди происходит в течение 15—18 дней.

Площадь пруда 0,2—1 га, средняя глубина 1,0—1,5 м, максимальная глубина у донного водоспуска до 1,5 м. Остальные требования по устройству мальковых прудов такие же, как нерестовых. После отсадки части молоди в выростные пруды мальковые пруды могут быть использованы в дальнейшем для выращивания сеголетков.

Выростные пруды предназначены для выращивания сеголетков.

Продолжительность эксплуатации выростных прудов в течение вегетационного периода составляет 60—80 дней. Эти пруды располагают на незаболоченных и незаторфованных участках с наиболее продуктивными почвами. Устройство выростных русловых прудов не допускается. Размещение их на участках с постоянными или временными водотоками допускается при условии отсутствия хищных рыб, а также если указанные водотоки имеют небольшие весенние и ливневые паводковые расходы, пропуск которых может быть обеспечен через донные водоспуски. Площадь выростного пруда 10—15 га, средняя глубина при ровной площадке 1,0—1,5 м, максимальная 1,5—2 м. Допустимая площадь мелководий с глубинами до 0,5 м составляет 5 % общей площади.

При достаточном обосновании допускают использование выростных прудов для зимовки сеголетков. В этом случае пруды должны иметь глубину непромерзающего слоя воды не менее 0,8—1 м.

Подача и сброс воды у выростных прудов должны быть независимыми. В отдельных случаях допускают зависимое водоснабжение, которое должно быть обосновано проектом.

Зимовальные пруды служат для зимнего содержания сеголетков или (при трехлетнем обороте) двухлетков, а также маточного и ремонтного поголовья (зимние маточные и зимние ремонтные пруды). Эти пруды необходимо располагать в непосредственной близости от источника водоснабжения обособленной группой с разрывами, исключающими возможность заболачивания фильтрационными водами из других прудов. Под зимовальные пруды, как правило, отводят незаболоченные и незаторфованные участки с низким стоянием грунтовых вод. При устройстве зимовальных прудов на заторфованных землях необходимо удалять торф до минерального грунта или присыпать ложе слоем минерального грунта толщиной не менее 20 см.

Подачу воды в зимовальные пруды осуществляют в основном по закрытому самотечному или напорному трубопроводу. Необходимы независимое водоснабжение и полное опорожнение прудов.

Рекомендуемая форма прудов прямоугольная с соотношением ширины и длины 1 : 2—1 : 2,5, площадь одного пруда 0,5—1 га, глубина непромерзающего слоя воды — 1—1,2 м. Зимовальные пруды обычно располагают в полувыемке-полунасыпи.

Нагульные пруды используют для выращивания товарной рыбы. Они могут быть русловыми или пойменными и располагаться на заболоченных и заторфованных землях или на низинных торфяных залежах, выработанных фрезерным способом.

Оптимальная площадь пойменного нагульного пруда 50—100 га, допускается при обосновании в проекте 150 га. Средняя глубина при ровной площадке 1,3—2,2 м. Допускаемая площадь мелководий с глубинами до 0,5 м — до 10 % площади пруда.

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, так и на источниках, обеспечивающих только их наполнение. В последнем случае глубину наполнения прудов следует принимать с учетом создания запаса воды на компенсацию потерь от испарения и фильтрации и с учетом снижения уровня воды.

Карантинные пруды используют для временного содержания вновь поступающих партий рыб, а также для временной изоляции заболевшей рыбы. Обычно в хозяйстве предусматривают 2—4 пруда площадью по 0,2—0,4 га

каждый. Средняя глубина пруда 1—1,3 м, максимальная у донного водоспуска (без осушительной сети) — 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 землях.

Воду в карантинные пруды подают с перепадом 0,2—0,3 м.

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

Ниже приведены данные о соотношении отдельных категорий прудов в полносистемном карповом прудовом хозяйстве (% общей площади хозяйства).

Нагульные	85—87
Питомные	13—15
В том числе	
выростные	10
нерестовые	0,5
летние и маточные и ремонтные	0,5
зимовальные для сеголетков	1,0—1,5
зимние маточные и ремонтные, карантинные	Менее 0,1

Соотношение отдельных категорий прудов в карповом рыбопитомнике (% общей площади рыбопитомника) характеризуется следующими величинами:

Выростные	83—85
Нерестовые	2
Летние маточные	1
Летние ремонтные	4
Зимовальные для сеголетков	8—9
Зимние маточные	0,6
Зимние ремонтные	0,3
Карантинные	0,1

В табл. 1 приведены данные о рекомендуемом распределении площадей выростных и нагульных прудов по глубинным зонам в карповых прудовых хозяйствах.

Таблица 1

Рекомендуемое распределение площадей по глубинам в прудах (% общей площади)

Глубина, м	Зоны	
	выростного пруда	обвалованного нагульного пруда
До 0,5	До 5	до 10
От 0,5 до 1,0	65—70	30—35
От 1,0 до 1,5	15—20	35—40
От 1,5 до 2,0	до 15	15—20
Свыше 2,0	—	До 10

В табл. 2 дана общая характеристика прудов различных категорий в полносистемном карповом прудовом хозяйстве.

Холодноводные форелевые хозяйства существенно отличаются от тепловодных карповых как по структуре, так и по размерам прудов. В состав полносистемного форелевого хозяйства входят выростные, нагульные, маточные и карантинные пруды. Нерестовые и зимовальные пруды в нем не предусматривают, так как икру форели инкубируют заводским методом в специальных аппаратах, личинок выдерживают в стеклопластиковых лотках, а зимовку осуществляют в выростных и нагульных прудах.

Таблица 2

Характеристика рыбоводных прудов различных категорий (Нормы технологического проектирования прудовых рыбоводных хозяйств, 1982)

Категория прудов	Минимальное количество прудов в хозяйстве, шт.	Площадь отдельного пруда, га	Рекомендуемое соотношение ширины и длины	Глубина воды, м		Продолжительность наполнения, сут			Продолжительность опорожнения, сут		
				максимальная	средняя	рекомендуемая	одного пруда	всех прудов	рекомендуемая	одного пруда	всех прудов
							допустимая			допустимая	
Нерестовые	3—4	0,1	1:2	1,1	0,5	0,1	—	2	0,1	—	2
Мальковые	3—4	0,2—1,0	—	До 1,5	0,8—1,0	0,2	1,0	Обосновывается проектом	0,2	0,5	—
Выростные	2	10—15	—	1,5	1,0—1,5	10—15	До 20	30	3—5	10	20
Зимовальные	2	0,5—1,0	1:2—1:2,5	—	1,2*	1	2,0	До 10	1,0	1,5	—
Нагульные обвалованные	—	50—100	—	2,2	1,3—2,2	До 15	До 25	До 30	5—10	10	30
		Свыше 100**	—	2,2	1,3—2,2	—	Не более 35	До 40***	До 15	15	40
русловые	—	До 50	—	—	—	Определяется проектом			До 5	—	—
	—	50—100	—	—	—				До 10	—	—
	—	Свыше 100	—	—	—				До 20	—	—
Летние ремонтные	3	⩾0,2	—	1,4—1,9****	1,5—2,0	до 5	—	—	1—3	—	—
Зимние ремонтные	2	⩾0,1	—	—	1,2*	до 1,0	—	—	0,1	—	—
Летние маточные	2	⩾0,1	—	1,8—2,3	1,5—2,0	5	—	—	0,5	—	—
Зимние маточные	2	⩾0,1	—	—	1,2*	до 1,0	—	—	1—5	—	—
Карантинные	2—4	0,2	—	1,2—1,5	1,3	до 0,3	—	—	0,2	—	—
Выростные II порядка	—	до 50	—	2,0	1,3—2,0	до 15		до 40	до 10	10	до 30

* Указаны глубины непромерзающего слоя воды.
** Площадь до 150 га допускается при обосновании в проекте.
*** Увеличение сроков наполнения всех прудов обосновывается проектом.
**** Для карпа, растительноядных 1,8—2,2

Выростные пруды предназначены для выращивания молоди до достижения массы 15—25 г. Пруды представляют собой обвалованные вытянутые водоемы трапецеидального сечения или с вертикальными стенками с гравийно-щебеночным или бетонированным дном. Размеры прудов от 100 до 300 м² при глубине 1—1,2 м и отношении ширины к длине 1 : 5—1 : 20. Уклон дна в сторону водоспуска принимают равным 0,01—0,02.

Нагульные пруды предназначены для выращивания форели от сеголетка до товарной массы 125—150 г. От выростных прудов они отличаются несколько большими размерами (250—1000 м²) и глубиной 1—1,5 м. Отношение ширины и длины принимают равным 4 : 25, 4 : 50 и 8 : 50. Продольный уклон дна 0,01—0,02.

Маточные пруды необходимы для содержания производителей и выращивания ремонтного материала. В хозяйстве должно быть не менее двух прудов: один для производителей, другой для ремонтного поголовья. Площадь маточного пруда 500—700 м², ремонтного 250—300 м² при соотношении ширины и длины 1 : 5 и глубине 2 м.

В табл. 3 дано соотношение площадей прудов различных категорий в форелевых питомниках и полносистемных форелевых хозяйствах.

Таблица 3

Соотношение категорий прудов (% общей площади)

Категория прудов	Рыбопитомник	Полносистемное хозяйство
Выростные (с учетом садков-прудиков для выдерживания производителей)	60—70	20—30
Нагульные	—	60—70
Маточные и ремонтные	28—38	5—10
Живорыбные садки, бассейны	—	1—2

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.

В рыбохозяйственном строительстве используют железобетонные бассейны различных размеров и конфигурации с круговым током воды, прямоточные или с автономной оборотной системой водоснабжения, площади которых колеблются от 5 до 200 м².

В настоящее время распространены лотки и бассейны из стеклопластика сравнительно небольших размеров (площадью до 4 м²). Их используют для подращивания личинок, преднерестового содержания производителей и выращивания сеголетков.

Особенностью рыбоводных хозяйств индустриального типа является применение сверхплотных посадок рыбы (отношение массы рыбы к массе воды 1 : 5 и даже 1 : 3) и весьма интенсивное многоразовое кормление, поэтому при проектировании бассейнов необходимо учитывать следующие основные требования:

гидравлический режим должен обеспечивать самоочищение бассейнов от остатков корма и экскрементов рыб или смыв донного осадка путем периодического приспуска уровня воды в бассейне на $^1/_3$—$^1/_2$ его глубины;

размеры и конфигурация бассейна должны обеспечивать нормальный газовый режим без образования непроточных зон;

конструкция бассейна должна обеспечивать возможность применения средств механизации трудоемких процессов и автоматики для контроля за параметрами среды.

Самоочищение бассейнов эффективнее обеспечивается в круглых или квадратных со срезанными углами бассейнах с круговым током воды, создаваемым

с помощью водоподающей флейты, которая располагается радиально (или по диагонали квадрата). В этом случае осадок подтягивается течением к центральному стоку и увлекается в канализационную систему. Одновременно достигается оптимальный газовый режим по всей его площади.

В прямоточных бассейнах прямоугольной формы самоочищения не происходит, поэтому приходится периодически промывать их путем залповой сработки от $^1/_3$ до $^1/_2$ объема воды. Удовлетворительный газовый режим в прямоточных бассейнах обеспечивается, если их длина не превышает 8—12 м, а ширина 4—6 м. Как правило, размеры бассейнов определяются в зависимости от применяемых сборных железобетонных элементов конструкции.

Систему водоподачи рассчитывают исходя из удельной нормы водопотребления 2—3 л/с на 1 ц содержащейся в бассейне рыбы при максимальной проектной плотности посадки.

Среднюю глубину наполнения бассейнов в отечественных хозяйствах принимают равной 0,8—1 м, в хозяйствах ГДР — 0,5—0,7 м.

Систему сброса воды из бассейнов рассчитывают из условия обеспечения приспуска уровня воды на $^1/_3$—$^1/_2$ глубины в течение 5—10 мин без прекращения или уменьшения водоподачи.

В табл. 4 приведены основные параметры некоторых бассейнов хозяйств индустриального типа, применяемых для выращивания карпа и форели в СССР и ГДР.

На рис. 3 и 4 показаны конструкции бассейнов для тепловодных хозяйств Гидрорыбпроекта 1980—1981 гг.

Предприятия по воспроизводству 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.

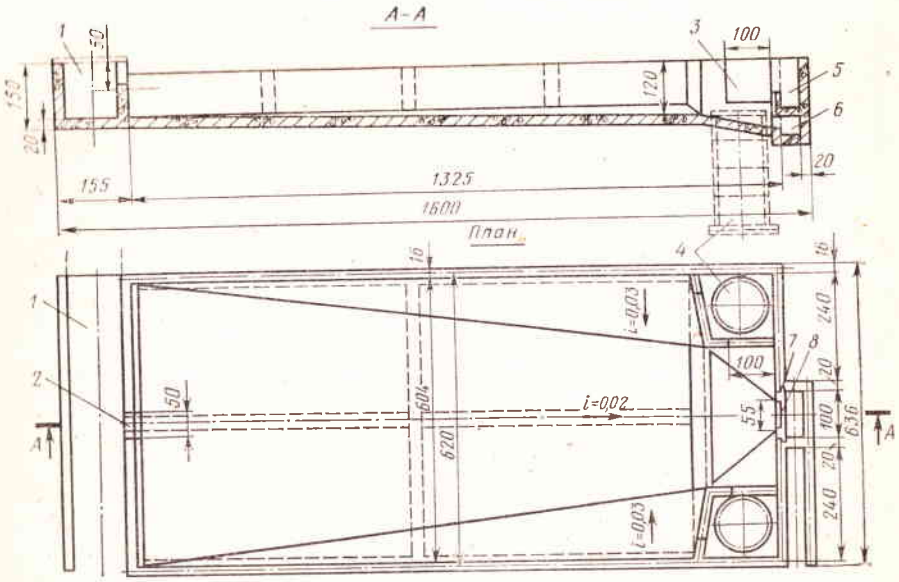


Рис. 3. Бассейн с автономной оборотной системой водоснабжения (тепловодное хозяйство при Рязанской ГРЭС, Гидрорыбпроект, 1980 г.):

1 — водоподающий лоток; *2* — окно водовыпуска; *3* — окно шахты эрлифта; *4* — шахта эрлифта; *5* — коллектор условно-чистых вод; *6* — обловно-промывочный коллектор; *7* — паз затвора окна условно-чистых вод; *8* — паз шибера обловно-промывочного окна

Характеристика рыбоводных бассейнов хозяйств индустриального типа

Таблица 4

Тип и назначение бассейна	Площадь, м²		Внутренние размеры, м				Уклон дна		Система		Объем железобетона и бетона на 1 бассейн, м³	
	общая	полезная	Длина	Ширина	глубина наполнения: у сброса	глубина наполнения: у подачи	продольный	поперечный	водоподачи	сброса	сборного	монолитного
Нагульно-выростной для карпа и форели, прямоточный (Конаковская ГРЭС)	10,7	10,0	6,5	1,65	1,3	1,0	0,02	—	Фронтальная через флейту с задвижкой с ручным управлением	Сливная неповоротная труба с боковой задвижкой с ручным управлением	—	7,13
Нагульный для карпа и форели, прямоточный (Киевская ТЭЦ-5)	200	200	20	10	1,10	0,9	0,01	—	Фронтальная через 4 отверстия шириной 1 м с деревянными шандорами	Фронтальная через 3 отверстия шириной 1 м с деревянными шандорами	48,9	9,72
Нагульный для карпа, прямоточный (Мироновская ТЭЦ)	100	100	10	10	1,10	0,9	0,01	—	Фронтальная через 2 отверстия шириной 1 м с деревянными щитами	Фронтальная через 1 отверстие шириной 1 м с металлическим щитом и подъемником 0,5В и 2 сифона	32,3	20,0
Нагульный для карпа и форели, прямоточный (Костромская ГРЭС)	54	54	9	6	0,9	0,8	0,011	—	Фронтальная через 2 отверстия шириной 0,8 м с металлическим щитом и подъемником 1В	Фронтальная через 2 отверстия шириной 0,8 м с металлическим щитом и подъемником 1В	12,25	2,93

Продолжение табл. 4

Тип и назначение бассейна	Площадь, м²		Внутренние размеры, м				Уклон дна		Система		Объем железобетона и бетона на 1 бассейн, м³	
	общая	полезная	Длина	Ширина	глубина наполнения: у сброса	глубина наполнения: у подачи	продольный	поперечный	водоподачи	сброса	сборного	монолитного
Нагульный для карпа с автономной гидропневматической системой оборотного водоснабжения (Рязанская ГРЭС)	82,2	72,9	12,15	6	0,9	0,8	0,02	0,03	Фронтальная через 3 отверстия шириной по 0,4 м с металлическими шиберами, оборотная система с 2 эрлифтами и лотками	Раздельный сброс через отверстия шириной 0,4—1,0 м	19,55	25,16
Выростной для карпа с круговым током воды и центральным сбросом (Калининская АЭС)	68,9	65	8,3	8,3	0,8	0,7	0,06	0,06	Радиальная через отверстие шириной 1 м с металлическим шибером	Раздельный сброс; верхний слой воды—через переливную трубу, промывка—через донную трубу с металлическим щитом и подъемником 1В	18,33	11,66
Унифицированный нагульно-выростной для форели (ГДР)	8,0	7,5	7,5	1,0	0,8	0,7	0,12	—	Фронтальная подача, щит из поливинилхлорида с козырьком с переливом через верхнюю кромку	Раздельный сброс через наклонную решетку и щит (верхний слой воды) и через донное отверстие с цилиндрическим затвором-стаканом	—	4,8

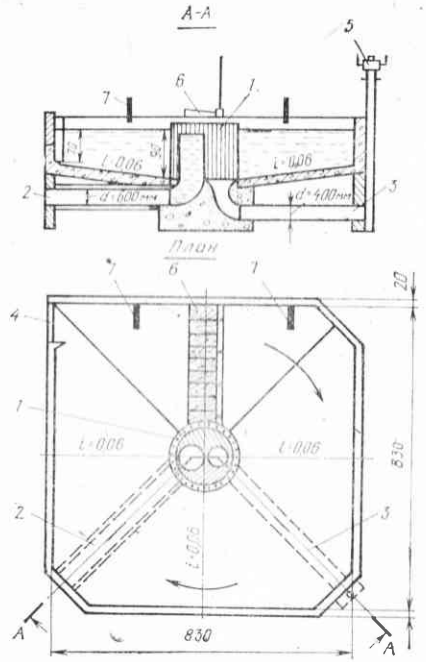


Рис. 4. Бассейн с круговым током воды (тепловодное рыбоводное хозяйство при Калининской АЭС, Гидрорыбпроект, 1981 г.):

1 — цилиндрическая решетка; *2* — трубопровод условно-чистых вод с уровенной трубой; *3* — обловно-промывочный трубопровод; *4* — окно водовыпуска; *5* — затвор с винтовым подъемником; *6* — служебный мостик; *7* — кронштейн для автокормушки

По характеру технологии выращивания молоди эти предприятия делят на две группы — рыбоводные заводы, нерестово-выростные хозяйства (НВХ).

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

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

Осетровые рыбоводные заводы

Структура предприятия определяется принятой технологической схемой. По технологии осетровые заводы делятся на две группы — с прудовым и 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. Для технологического водоснабжения используют обычную речную воду, пропускаемую через отстойник для осветления и подогрева. Главным требованием в период инкубации икры является бесперебойность водоснабжения и отсутствие загрязнения. Значительную роль играет также температурный режим источника водоснабжения, который определяет продолжительность каждого из туров выращивания и производственного процесса в целом.

Нормами технологического проектирования осетровых рыбоводных заводов 1974 г. для содержания производителей рекомендуются модернизированные садки куринского типа Астраханского отделения Гидрорыбпроекта.

Садок представляет собой вытянутый в длину водоем, разделенный на три секции (табл. 5).

Первая секция предназначена для длительного выдерживания производителей. Головная часть секции и откосы закреплены бетоном, дно покрыто слоем гравия толщиной 15 см. Переход от первой секции ко второй выполнен в виде пандуса, предназначенного для отлова производителей при переводе их на другие участки. Вторая секция служит для кратковременного предварительного выдерживания производителей перед инъекцией в период наступления нерестовых температур и представляет собой бетонный бассейн овальной формы с вертикальными стенками. Третья секция, выполненная в виде двух бетонных бассейнов овальной формы с вертикальными стенками, служит для инъецирования и кратковременного содержания производителей после инъекции.

Таблица 5

Характеристика садков куринского типа

Секция	Длина, м	Ширина, м		Глубина воды, м	Время наполнения, ч	Время опорожнения, ч	Расход водообмена, л/с	Время выдерживания производителей, сут
		по дну	по верху					
1	105	4,0	16,4	3,0	10—12	5—6	30	30—45
2	7	5,0	5,0	1,0	0,5	0,5	30	2—3
3	5	3,5×2	3,5×2	1,0	0,25	0,25	30	1—3

В целях регулирования температурного режима водоснабжение садков должно быть двойным: из реки и согревательного пруда-отстойника. Водоподача и сброс воды из секций должны быть независимыми. Приток осуществляется через флейты с противоположным направлением струй. Над садками должен устраиваться стационарный навес.

Цех подращивания личинок осетрового завода при комбинированном методе оборудуют круглыми железобетонными или земляными бассейнами (рис. 5), которые располагают во избежание перегрева в них воды под стационарными навесами вблизи от главного корпуса или инкубационного цеха.

Диаметр бассейнов 2,5—4,9 м, высота 0,5 м, глубина воды 0,15—0,35 м, расход воды на 1 бассейн 0,5 л/с, продолжительность подращивания личинок за 1 цикл — 15 сут. Подача воды осуществляется через флейту, сток — через центральное и периферийные отверстия. Характеристика четырех типов бассейнов дана в табл. 6.

При прудовом методе цех подращивания личинок оборудуют личиночными садками в виде прямоугольного деревянного каркаса, обтянутого латунной сеткой с ячеей 1×1 мм, которые устанавливают в двух равноценных прудах личиночно-выростной базы и обслуживают со специальных эстакад.

Цех выращивания молоди состоит из расположенных под открытым небом выростных прудов, общую площадь и количество которых определяют технологическими расчетами. Характеристика выростных прудов осетрового завода приведена в табл. 7.

Ложе выростных прудов должно быть спланировано с общим уклоном к донному водоспуску 0,0005—0,0008, поперечным уклоном 0,01 и должно быть лишено растительности. Для этого необходима срезка на глубину до 0,15 м. По дамбам предусматривают проезд внутрихозяйственного транспорта и механизмов со съездами в ложе пруда для тракторов.

Водоснабжение прудов обязательно независимое.

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 мес (молодь выпускают в 3—4-месячном возрасте), тогда как процесс выращивания молоди атлантического лосося длится в течение 2 лет, а в северных районах — 3 лет. Молодь тихоокеанских лососей подращивают в выростных водоемах площадью 3—9 га с глубиной 0,8 м, 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, подрусловые потоки рек, ключи и родники, реки и

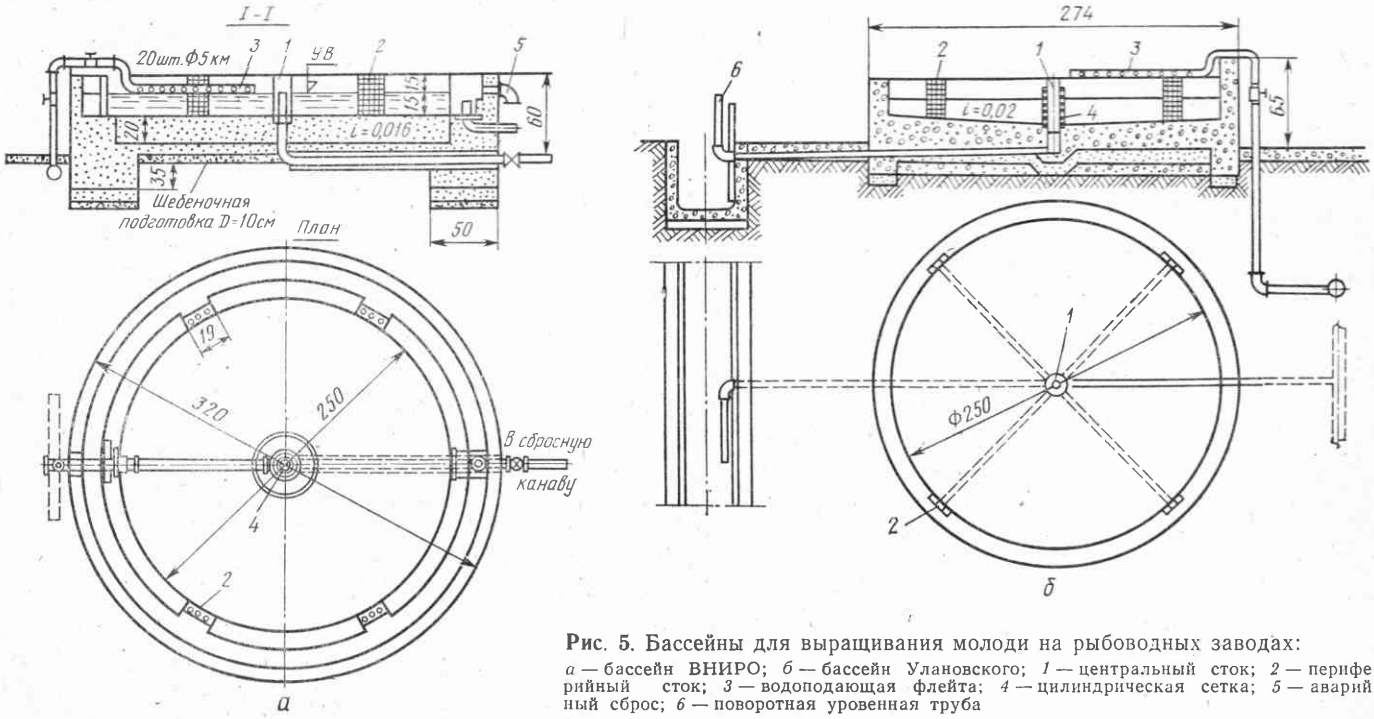


Рис. 5. Бассейны для выращивания молоди на рыбоводных заводах:
а — бассейн ВНИРО; *б* — бассейн Улановского; *1* — центральный сток; *2* — периферийный сток; *3* — водоподающая флейта; *4* — цилиндрическая сетка; *5* — аварийный сброс; *6* — поворотная уровенная труба

Таблица 6

Характеристика круглых бассейнов рыбоводных заводов

Тип бассейна	Диаметр, м	Глубина наполнения, м	Уклон дна	Площадь зеркала воды, м²	Система водоподачи	Система сброса	Объем бетона на 1 бассейн, м³
ВНИРО	2,5			4,9	Радиальная—флейтой с 20 отверстиями диаметром 5 мм с вентилем	Центральная—через уровенную съемную трубу с задвижкой. Периферийная—6 отверстий шириной 19 см с сеткой	3,62
	4,0	0,15	0,016	12,6			6,58
	4,5			15,9			7,74
Бакгидрорыбпроекта	2,5	0,15	0,02	4,9	Радиальная—флейтой с 15 отверстиями диаметром 5 мм с вентилем	Центральная—через уровенную поворотную трубу. Аварийная—нерегулируемый патрубок	1,85
Улановского	2,5	0,15	0,02	4,9	Радиальная—флейтой с 10 отверстиями диаметром 5 мм с вентилем	Центральная—через уровенную поворотную трубу. Периферийная—4 отверстия шириной 15 см, соединены с уровеиной трубой	1,9
Аралрыбвода (земляной)	4,9	0,35	0,01	20	Радиальная, сосредоточенная—открытым лотком с торца	Центральная—через трубу—с регулятором расхода	—

Таблица 7

Характеристика выростных прудов осетрового завода

(Нормы технологического проектирования осетровых рыбоводных заводов, 1974)

Площадь 1 пруда, га		Соотношение ширины и длины пруда		Глубина воды, м		Продолжительность наполнения, сут		Продолжительность спуска, сут		Продолжительность выращивания молоди в прудах, сут	
рекомендуемая	допустимая	рекомендуемое	допустимое	средняя	максимальная у донного водоспуска	1 пруда	всех прудов	1 пруда	всех прудов	при комбинированном методе	при прудовом методе
2	4	1:2	1:4	1,8—2,0	2,5—3,0	1—2	15	1—2	15	10—30	30—35

озера грунтового питания. Для подращивания молоди используют обычную речную воду, пригодную для лососевых рыб по гидрохимическим и температурным показателям.

Иногда в качестве основных или дополнительных водоисточников используют артезианские скважины.

Технологическое водоснабжение может быть механическим или самотечным. Основным требованием является его непрерывность и наличие резерва, а также стабильность температурного режима.

Выростные водоемы для молоди кеты должны иметь преобладающие глубины 0,2—1 м, незначительную зарастаемость, 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, предусматривают получение и инкубацию икры, выдерживание личинок 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.

Для снабжения водой сигового рыбоводного завода могут быть использованы разные источники — реки, ручьи, каналы, озера, водохранилища, пруды и артезианские скважины. При этом водоснабжение может быть самотечным, механическим или комбинированным. Основным требованием является бесперебойность водоснабжения, стабильность напора и температурного режима при работе инкубационно-личиночных цехов. Водоснабжение прудов для выращивания сеголетков должно обеспечивать покрытие потерь от испарения и фильтрации, а в наиболее жаркое время — слабую проточность при поддержании постоянного уровня.

В состав сигового рыбоводного завода, рассчитанного на выпуск годовиков, входят зимовальные пруды или питомные озера с глубинами, обеспечивающими нормальные условия зимовки.

Если учесть, что пруды для выращивания сеголетков сиговых одновременно используют для выращивания товарных двухлетков карпа, проектируемые пруды должны отвечать требованиям для выращивания комплекса рыб. Как правило, проектируют пойменные пруды, но в отдельных случаях допускают устройство русловых прудов, изолированных от захода хищных и сорных рыб. Во избежание самопроизвольного ската личинок в первый месяц выращивания

водоспускные сооружения необходимо закрывать наглухо. Как пойменные, так и русловые пруды должны быть полностью спускными.

Под пруды желательно использовать участки с наиболее продуктивными почвами, однако при необходимости они могут располагаться и на частично заторфованных участках.

Топографические условия участка должны обеспечивать оптимальное соотношение площадей глубинных зон в пойменных прудах в % от общей площади пруда.

Зоны с глубинами, м	
0—0,5	До 5
0,5—1,0	20—25
1,0—1,5	25—30
1,5—2,0	35—40
2—3 и более	5—10

Общая характеристика прудов для выращивания сиговых приведена в табл. 8.

Таблица 8

Характеристики прудов сиговых рыбоводных заводов

(Указания по проектированию сиговых рыбоводных заводов, утвержденные Минрыбхозом СССР в 1966 г.)

Категория прудов	Площадь 1 пруда, га	Глубина воды, м		Продолжительность наполнения, сут	
		средняя	наибольшая	1 пруда	всех прудов
Выростные	15—20	—	—	10—15	—
	20—50	1,3—1,7	2,5—3,0	15—20	40
	50—100	—	—	25—35	—
Зимовальные	0,5—1,0	1,0—1,3	—	0,5—1,0	До 10
Маточные	—	1,5—1,7	2,0—2,5	1,0	2,0

Продолжение табл. 8

Категория прудов	Продолжительность спуска 1 пруда, сут	Расход воды на подпитку, л/с на 1 га	Примечание
Выростные	5—7	—	Рекомендуемая площадь
	7—10	2—3	—
	10—15	—	Допустимая площадь
Зимовальные	1,0—1,5	10—15	Указана глубина непромерзающего слоя
Маточные	0,5	До 3	При использовании прудов для зимнего содержания. Глубина непромерзающего слоя и водообмен такие же, как в зимовальных прудах

Озера, используемые для выращивания сеголетков сиговых, должны быть приспускными. В отдельных случаях можно использовать неприспускные озера при условии указания в проекте способа их облова. Оптимальная площадь приспускных озер до 300 га, неприспускных — до 100 га. Преобладающие глубины — 1,5—2,5 м при наличии зон с глубинами 3—5 м. При использовании

озер для зимовки на большей части акватории глубины непромерзающего слоя воды должны составлять не менее 1,5—2 м.

Лучшими озерами являются те, в которых горизонты воды поддаются регулированию, позволяющему осуществлять приспуск воды на 0,5 м и более.

Рыбцовые рыбоводные заводы

Промышленное воспроизводство запасов азовского и балтийского рыбца может осуществляться заводским и экологическим методом или их сочетанием. При экологическом методе бо́льшая 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, 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 нерестово-выростных хозяйств 1977 г. определены следующие типы НВХ: НВХ с частично управляемым технологическим процессом; НВХ с неуправляемым технологическим процессом или нерестово-выростные водоемы.

В НВХ с частично управляемым технологическим процессом нерест и выращивание молоди сазана и леща осуществляют в одном пруду, молодь судака выращивают в монокультуре. В НВХ с неуправляемым технологическим процессом нерест и выращивание молоди всех полупроходных рыб осуществляют в одном водоеме.

Технологические схемы НВХ с частично управляемым и неуправляемым процессом различаются тем, что у первых производителей заготавливают на промысловых тонях, а затем высаживают в нерестовые пруды в строго учитываемых количествах, тогда как в НВХ с неуправляемым процессом производители свободно заходят в нерестово-выростные водоемы из реки или моря, а после нереста свободно скатываются обратно.

Для водоснабжения НВХ можно использовать реки, каналы, дельтовые озера и лиманы, обеспечивающие потребные расходы и качество воды. Система водоснабжения может быть самотечной, механической или комбинированной. На водозаборных сооружениях должны применяться эффективные рыбозащитные сооружения и устройства.

В нерестово-выростных водоемах с неуправляемым технологическим процессом режим наполнения и опорожнения имитирует ход весеннего половодья в естественных условиях.

Нерестово-выростные водоемы заполняют водой при условии залития основных мелководий к началу нерестового периода. На момент посадки производителей в них должна быть залита рыбосборно-осушительная сеть и 30—50 % площади ложа. В зависимости от категории и площади водоемов, входящих в состав НВХ, продолжительность их наполнения составляет от 0,2—0,5 до 60—90 сут, продолжительность опорожнения — от 0,2—0,5 до 35—45 сут. Продолжительность выращивания молоди обычно составляет от 35 до 60 сут.

В табл. 9 дана общая характеристика прудов и водоемов, входящих в состав нерестово-выростных хозяйств различного типа.

Таблица 9

Характеристика прудов и водоемов нерестово-выростных хозяйств
(Нормы технологического проектирования нерестово-выростных хозяйств, 1977)

Категория пруда (водоема)	Площадь, га	Средняя глубина, м	Продолжительность наполнения, сут	Продолжительность опорожнения, сут
Нерестовые пруды для судака	0,7—1,0	1,8—2,0	0,2—0,5	0,2—0,5
Выростные пруды для судака	100	1,2—1,5	10—13	5—7
Нерестово-выростные пруды (водоемы) для сазана и леща	200—400	1,1	10—20	10—30
Нерестово-выростные пруды (водоемы) для совместного выращивания молоди полупроходных рыб	3000—15000	1,1	45—90	30—45
Нерестово-выростные пруды для выращивания молоди судака в монокультуре	50	1,2—1,5	10—13	5—7

Примером системы нерестово-выростных водоемов (НВВ) с неуправляемым технологическим процессом является дельта р. Волги, где в настоящее время построены дамбы обвалования для создания нормальных глубин воды на нерестовых площадях. В вершине дельты расположен шлюз-вододелитель, представляющий собой низконапорную плотину, с помощью которой уровень воды поднимается до необходимой по условиям водоподачи самотеком отметки и осуществляется перераспределение воды на нерестовых площадях в оптимальном режиме. Такое решение позволяет обеспечить залитие нерестилищ при подаче рыбохозяйственного попуска объемом почти вдвое меньшим, чем в естественных условиях до зарегулирования.

Аналогичную систему нерестово-выростных водоемов намечается создать в низовьях р. Дона.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Гидрологические характеристики и водохозяйственные расчеты

Гидрологические характеристики. Для осуществления водохозяйственных расчетов и оценки качества воды необходимы материалы гидрологических исследований по речному стоку. Основные характеристики его (расход воды, модуль, модульный коэффициент, объем, слой и коэффициент стока) определяют разными способами в зависимости от длительности наблюдений.

При достаточном числе гидрологических наблюдений (в течение более 25 лет) определяют норму стока, коэффициент вариации и

коэффициент асимметрии. Норму стока определяют как среднюю арифметическую величину по данным за период наблюдений

$$X_{ср} = \sum_{i=1}^{i=n} X_i/n,$$

где n — число членов ряда.

Коэффициент вариации годового стока находят по формуле

$$C_v = \sqrt{\frac{\Sigma (K_i - 1)^2}{n-1}};$$

здесь K_i — модульный коэффициент, который определяют из соотношения $K_i = X_i/X_{ср}$,

где X_i — сток за данный год наблюдений;

$X_{ср}$ — среднеарифметическая величина стока за период наблюдений.

Коэффициент асимметрии C_s для искомого района СССР принимают по соотношениям, приведенным в СН 435—72 и других действующих нормативных документах. Так, для большей части территории СССР $C_s = 2\,C_v$, а для засушливых районов юга и юго-востока при величине среднего весеннего стока менее 20—30 мм принимают $C_s = 1{,}5\,C_v$ или $C_s = C_v$.

Эти три параметра используют для расчета стока нужной обеспеченности. По ним строят интегральные кривые обеспеченности любой характеристики стока, по которым определяют расчетную обеспеченность. Для построения кривых обеспеченности можно также использовать специальные таблицы. Методика расчета по кривым обеспеченности приведена в пособиях и учебниках по инженерной гидрологии.

При малом числе наблюдений (в течение менее 10 лет) норму стока определяют методом аналогии со стоком соседней реки, находящейся в одинаковых климатических условиях. В этом случае применяют графики связи годовых, минимальных и максимальных расходов, слоя весеннего стока и других характеристик стока реки с коротким рядом наблюдений и реки-аналога с длинным рядом наблюдений. Их уточняют методом корреляции между переменными величинами стока.

При отсутствии наблюдений по реке-водоисточнику гидрологические характеристики принимают по данным рек-аналогов, расположенных в аналогичных климатических условиях и имеющих одинаковые гидрологические условия. Если река-аналог не найдена, то используют приведенные в СН 435—72 и других пособиях[1] карты норм годового и минимального стока, среднего слоя весеннего половодья и коэффициентов вариации, а также эмпирические формулы.

Гидрограф стока необходим для оценки обеспеченности рыбоводного предприятия водой. Если кривая водопотребления ниже кривой гидрографа, то выбранный водоисточник обеспечивает рыбоводное предприятие водой. В противном случае осуществляют сезонное регулирование стока, когда фактическое потребление воды не превышает годового стока расчетного года, или повторное использование сбросной и фильтрационной воды, когда годовой сток не покрывает потребности хозяйства в воде.

Для построения расчетного гидрографа годового стока используют показатели расходов принятой обеспеченности, которые получают расчетным путем. При этом для каждой декады или месяца за все годы наблюдений вычисляют средний декадный или месячный расход воды и находят коэффициент вариации C_v. По найденному C_v и значению коэффициента асимметрии C_s определяют значение модульного коэффициента K_p, отвечающее принятой обеспеченности P %. Умножая средний расход воды за декаду или месяц на значение модульного коэффициента, получают расчетный расход. Этим способом находят расчетные расходы каждой декады или месяца всего расчетного года. Откладывая

[1] Расчетные нормы стока для проектирования осушительных систем в центральной части Нечерноземной зоны РСФСР. М., 1958.

по горизонтали периоды года, а по вертикали расчетные расходы, получают ряд точек. Их соединяют линией и получают гидрограф годового стока расчетной обеспеченности. Другие способы построения его изложены в СН 435—72 и гидрологических пособиях.

Максимальные расходы воды для расчета параметров отверстий водопропускных сооружений определяют по изложенным выше методам с учетом класса капитальности их по СНиП II—52—74 и вероятности превышения расходов и уровней воды по СН 435—72.

Водохозяйственные расчеты. Путем водохозяйственных расчетов определяют общую потребность рыбоводного предприятия в воде и подтверждают возможность обеспечения ее выбранным источником водоснабжения. Их используют также для расчета параметров водопропускных отверстий гидротехнических сооружений.

Основой водохозяйственных расчетов являются данные инженерных изысканий, принятые в соответствии со схемой рыбоводного предприятия.

С помощью водохозяйственных расчетов находят:

объемы воды для наполнения прудов;

расходы воды для водообмена в зимних прудах и живорыбных садках;

потери воды на испарение с поверхности прудов и транспирацию;

фильтрационные потери воды.

Указанные выше объемы и расходы воды устанавливают путем расчетов, приведенных в ранее изданных книгах по проектированию и строительству рыбоводных предприятий (Каспин, Луньков, Шлихунов, 1976) и рыбохозяйственной гидротехнике (Орлова, 1978). В них дана также методика водохозяйственных расчетов. Кроме того, формулы для определения фильтрационных потерь воды через тело и основание дамб и плотин указаны на с. 45, данного Справочника.

В настоящее время водохозяйственные расчеты производят также по рекомендациям, разработанным ВНИИВОДГЕО[1]. При этом рассматривают три периода наполнения прудов: в первый период (t_1) заполняют понижения и рыбосборно-осушительные каналы и замачивают грунты в этих местах. Так как он короток по времени, им пренебрегают в расчетах; во второй период (t_2) пруды наполняют на расчетную глубину H_0, до НПУ и замачивают грунты ложа; в третий период (t_3) поддерживают НПУ.

Фильтрация воды из прудов в эти периоды бывает свободной и с подпором. Свободная фильтрация воды продолжается по достижении фронтом промачивания уровня грунтовых вод. После этого начинается фильтрация с подпором.

Для определения расхода воды на наполнение пруда или группы их при заданном технологами времени t_2 используют зависимость

$$q/k = 0{,}5 + H_0/kt_2 + \sqrt{0{,}25 + (H_0/kt_2)\,n}\;; \quad Q = q\omega;$$

здесь H_0 — глубина наполнения пруда; q — удельный расход водоподачи; k, n — коэффициент фильтрации и пористость грунтов зоны аэрации; t_2 — время наполнения пруда площадью ω.

Расчет глубины промачивания грунтов основания к концу наполнения пруда ведут по формуле

$$l_2 = (qt_2 - H_0)/n.$$

При $l_2 < m$, где m — мощность грунтов зоны аэрации, и дальнейшем промачивании при постоянном уровне в пруде длительность стадии свободной фильтрации t находят по формуле

$$t = t_2 + n/k\left[m - l_2 - H_0 ln\left(\frac{H_0 + m}{H_0 + l_2}\right)\right].$$

Фильтрационные потери в этот момент будут равны

$$q_ф = k\,(H_0 + m)/m; \quad Q_ф = q_ф\omega.$$

[1] Фильтрация из водохранилищ и прудов. М., 1975, с. 204—277.

Если $l_2 < m$ и пруд не полностью наполнен водой, то время, за которое фронт промачивания достигнет зеркала грунтовых вод, получим по формуле

$$t = mn/[0{,}5k\,(1-n)\,(\alpha_0+1)],$$

где $\alpha_0 = \sqrt{1+[4q/k\cdot n/(1-n)^2]}$.

Тогда глубина наполнения пруда в момент замены свободной фильтрации напорной будет равна

$$H = qt - nm.$$

Дальнейшее наполнение пруда происходит при фильтрации с подпором.

При сильнопроницаемых грунтах ложа, малом расходе водоподачи, сильном дренирующем влиянии соседних понижений наполнение пруда может и не осуществиться. В этом случае предусматривают экранирование дна, уплотнение грунтов, кольматаж и другие инженерные мероприятия.

Если ложе сложено мало- или среднепроницаемыми грунтами, то наполнение пруда до НПУ и промачивание грунтов на глубину m обычно осуществляется в конце второго периода. В третьем периоде приходится лишь поддерживать НПУ путем подачи расхода для компенсации фильтрационных потерь воды из пруда. Этот расход находят по формуле

$$q_\Phi = k\,(H_0 + m)/m; \quad Q_\Phi = q_\Phi w.$$

Найденные по вышеуказанным формулам расходы на наполнение Q и подпитку Q_Φ не компенсируют потребность хозяйства в воде, если к ним не добавить потери на испарение и транспирацию, которые определяют по данным ближайших гидрометеорологических станций.

Все данные по потребным расходам и установленным технологами срокам сводят в табл. 10, 11 и строят по ним календарный график водопотребления, совмещенный с гидрографом источника водоснабжения (рис. 6).

Таблица 10

Водохозяйственный баланс

Наименование прудов по категориям и расходы воды	Количество прудов	Площадь, га	Объем, тыс. м³	Сроки наполнения и сброса	Потребное количество воды (W—объем, тыс. м³; q—расход, л/с)									
					I		II		III		IV		V	
					W	q	W	q	W	q	W	q	W	q
1. Нагульные														
а) Наполнение														
б) Насыщение														
в) Фильтрация														
г) Испарение														
Итого														
2. Выростные														
а) Наполнение														
б) Насыщение														
и т. д.														

Продолжение табл. 10

Наименование прудов по категориям и расходы воды	Потребное количество воды (W—объем, тыс. м³; q—расход, л/с)														Примечание
	VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII		
	W	q	W	q	W	q	W	q	W	q	W	q	W	q	
1. Нагульные															
а) Наполнение															
б) Насыщение															
в) Фильтрация															
г) Испарение															
Итого															
2. Выростные															
а) Наполнение															
б) Насыщение															
и т. д.															

Таблица 11

Сводный водохозяйственный баланс

№ п/п	Наименование прудов хозяйства	Площадь прудов, га	Водопотребление							
			Период наполнения							
			Сроки наполнения	Продолжительность, сут	Наполнение геометрического объема, млн. м³	Насыщение ложа прудов, млн. м³	Итого, млн. м³	Расход Q, м³/с	Сроки эксплуатации	

Продолжение табл. 11

№ п/п	Наименование прудов хозяйства	Площадь прудов, га	Водопотребление						
			Период эксплуатации						
			Продолжительность, сут	Потери			Водообмен, млн. м³	Всего, млн. м³	Расход Q, м³/с
				Фильтрация, млн. м³	Испарение, млн. м³	Итого потерь, млн. м³			

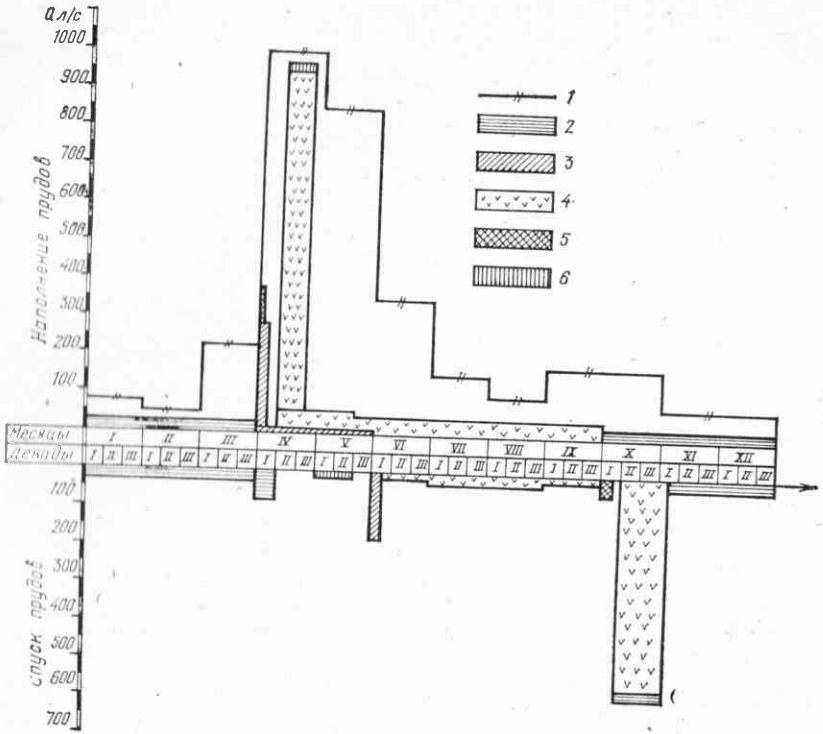


Рис. 6. График водопотребления прудами рыбопитомника:
1 — гидрограф стока; *2* — зимовальные бассейны; *3* — мальковые пруды; *4* — выростные пруды; *5* — летние маточные и ремонтные пруды; *6* — инкубационный цех

Совмещение графика водопотребления с гидрографом водоисточника, составленным по среднедекадным или среднемесячным расходам, дает возможность определить водообеспеченность проектируемого рыбоводного предприятия.

Нормативная водообеспеченность нагульных прудов 75 %, питомных — 90 %.

Земляные плотины и дамбы

Типы земляных плотин

В рыбоводных хозяйствах земляные плотины служат для создания подпора в головных и русловых нагульных прудах. Плотины рыбоводных хозяйств относят к числу низконапорных, так как действующий напор на них не превышает 10 м. В соответствии с действующими строительными нормами и правилами (СНиП) класс капитальности таких плотин принимает IV.

Земляные плотины рыбоводных прудов обычно возводят насыпным способом: намыв плотин не применяется из-за малой мощности водотоков, перекрываемых плотинами.

В теле плотин могут быть использованы глинистые и песчаные грунты, за исключением набухающих глинистых грунтов, пылеватых песков, грунтов, содержащих более 5 % массы неразложившихся остатков растений или более

8 % полностью разложившихся органических веществ в аморфном состоянии, а также грунтов, содержащих более 2 % массы сульфатных солей или более 5 % хлоридных (сульфатохлоридных) солей.

Плотины отсыпают из однородного грунта или из грунтов двух или трех разных видов. При этом грунтами одного вида считают грунты, отличающиеся по механическому составу в пределах ±5 % по количеству глинистых частиц, величинам угла внутреннего трения не более чем на 2 град, по сцеплению не более чем на 0,002 МПа, по коэффициенту фильтрации менее чем в 10 раз.

По конструкции земляные насыпные плотины рыбоводных прудов возводят следующих типов (рис. 7):

а) из однородного глинистого грунта с защитным слоем из песка средней крупности и крупного;

б) из однородного песчаного грунта с защитным слоем из песков разной крупности;

в) из песка (кроме пылеватого) с экраном из глинистых грунтов, прикрытых защитным слоем из песка;

г) из песка с ядром из глинистых грунтов;

д) из песчаных грунтов с экраном из водонепроницаемой пленки, прикрытым защитным слоем из песка;

е) из песка с асфальтобетонным экраном;

ж) из двух или трех видов грунтов с ядром из глины или суглинка.

з) из однородных глинистых или песчаных грунтов на торфах.

Проектирование земляных плотин заключается в выборе местоположения створа, типа и конструкции, размеров, обеспечивающих ее устойчивость против фильтрации, ветрового волнения, размыва. Наряду с типом плотины выбирают тип сопряжения тела с основанием и берегами, виды крепления гребня и отко-

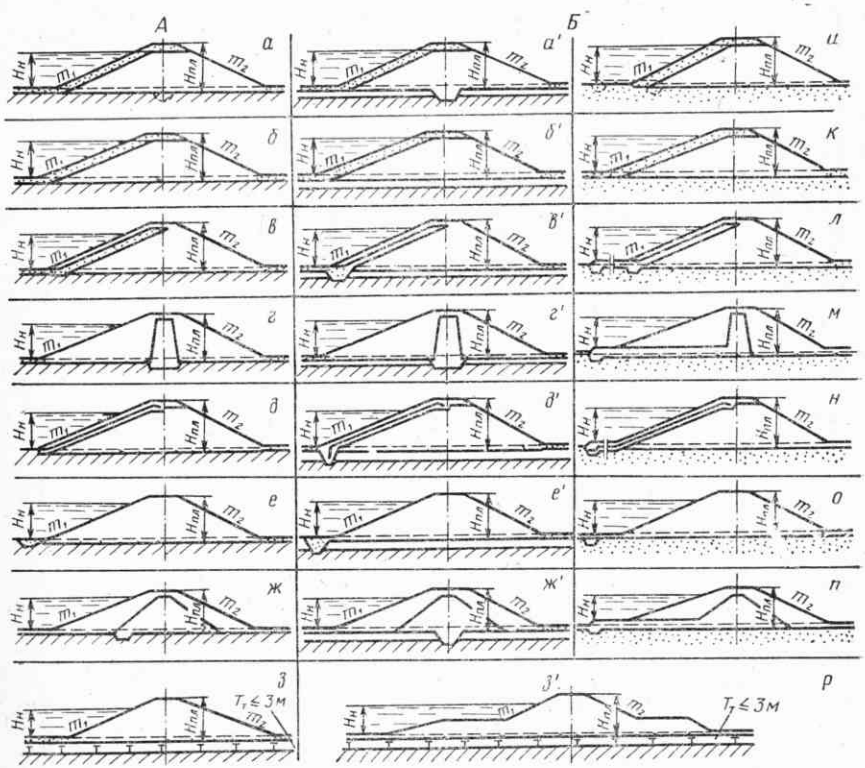


Рис. 7. Типы насыпных земляных плотин

Таблица к рис. 7

Грунты тела плотины, защитного слоя, материал противофильтрационных устройств	$H_{пл}$, м	$H_н$, м	А Грунты основания—глина, суглинок, супесь	Б Грунты основания—песок, супесь легкая	
				подстилаемые водоупором на практически достигаемой глубине	подстилаемые водоупором на практически недостигаемой глубине
Тело плотины—глина, суглинок, супесь; защитный слой—песок средней крупности и крупный	⩽15	⩽12	а	а[1]	и
Тело плотины—песок средней крупности и мелкий; защитный слой для плотин из песка мелкого—песок средней крупности и крупный	⩽15	⩽12	б	б[1]	к
Тело плотины—песок, за исключением пылеватого; экран—глина, суглинок, супесь тяжелая; защитный слой—песок средней крупности и крупный	⩽15	⩽12	в	в[1]	л
Тело плотины—песок, за исключением пылеватого; ядро—глина, суглинок, супесь	⩽15	⩽12	г	г[1]	м
Тело плотины—песок, за исключением пылеватого, супесь легкая; экран—пленка полиэтиленовая; защитный слой—песок средней крупности и крупный	⩽15	⩽12	д	д[1]	н
Тело плотины—песок, за исключением пылеватого; экран—асфальтобетон	⩽15	⩽12	е	е[1]	о
Тело плотины—два или три вида грунта; ядро—из глины или суглинка	⩽15	⩽12	ж	ж[1]	п
Тело плотины—суглинок, супесь, песок средней крупности и мелкий	⩽10	⩽8	з	з[1]	р

сов, а также дренажных устройств в основании. При проектировании плотин следует руководствоваться требованиями СНиП II—53—73 (плотины из грунтовых материалов).

Выбор створа плотины

Створ плотины выбирают на основании технико-экономического сравнения вариантов (например, сопоставляют короткую, но более высокую плотину с длинной, но более низкой; сравнивают также полезные размеры пруда, получаемые при том или ином местоположении створа) в увязке с общей компоновкой гидроузла.

Одновременно следует учитывать:

а) необходимость размещения в теле плотины водопропускных сооружений таким образом, чтобы исключить возможность размывов берегов и подмыва основания при сбросе воды в нижний бьеф;

б) возможность пропуска воды через створ плотины в период ее строительства, а также возможность прокладки по гребню и на подходах дорог различного назначения как в период строительства, так и в период эксплуатации;

в) включение наброски (банкета), необходимой для перекрытия русла реки в период строительства гидроузла, в тело плотины;

г) режимы расходов и уровней перекрываемого водотока, условия пропуска льда и другие специальные требования.

Выбор типа и конструкции плотины

Тип плотины выбирают в зависимости от топографических условий створа, инженерно-геологической характеристики основания и берегов, гидрологических и климатических условий района строительства, величины напора и расчетного максимального расхода воды.

При оценке качества грунтов основания следует обращать особое внимание на наличие в нем суффозионных грунтов, а также грунтов, в которых при возведении плотины может развиваться избыточное давление в связи с их консолидацией. Торфяное (заторфованное) основание допускается при высоте плотин менее 20 м при степени разложения торфа не менее 50 %.

Выбор типа плотины в каждом конкретном случае производится с расчетом использования местных грунтов из карьерных разработок, закладываемых вблизи от возводимой плотины, или грунтов из полезных выемок. При этом предпочтительнее возводить плотину из грунта одного вида — глинистого или песчаного.

Глины, особенно тяжелые, с содержанием глинистых частиц более 60 % применять не рекомендуется, так как при намокании такие грунты расползаются, при высыхании образуют трещины, а при замерзании вспучиваются.

Защитное покрытие из песчаных непучинистых грунтов гребня и верховых откосов плотин, возводимых из глинистых грунтов или мелкого песка, должно предусматриваться при расчетной глубине промерзания грунта более 0,5 м. Проектная толщина защитного слоя должна назначаться не менее величины глубины промерзания грунта покрытия. Отказ от устройства защитного покрытия на полную глубину промерзания должен обосновываться проектом.

Плотины из сильно фильтрующих песчаных грунтов без противофильтрационных устройств применимы при надлежащем обосновании водохозяйственными расчетами допустимости величины фильтрационных потерь, а также при обеспечении фильтрационной прочности сооружения.

Использование двух или трех видов грунтов для отсыпки плотин допускается при соответствующем обосновании. Во всех случаях низовую призму следует отсыпать из наиболее проницаемого грунта.

Уклон откосов плотин назначают из условия устойчивости с учетом:

а) физико-механических характеристик грунтов, из которых сложены откосы плотин, и грунтов основания;

б) действующих на откосы сил (дополнительно к силам от собственной массы): фильтрационных взвешивающих от воды, капиллярного давления,

сейсмических, динамических, различных нагрузок, действующих на гребень, и др.;

в) высоты плотины;

г) условий производства работ по возведению плотины и ее эксплуатации.

При наличии на верховом откосе экрана из грунта, имеющего более низкие значения угла внутреннего трения и сцепления по сравнению с грунтом тела плотины, заложение верхового откоса назначают с учетом не только возможности обрушения откоса в целом, но и сдвига экрана по поверхности откоса, а также сдвига защитного слоя на поверхности экрана.

При проектировании земляных насыпных плотин рекомендуется принимать следующие расчетные характеристики грунтов, укладываемых в тело плотин (табл. 12).

Таблица 12

Расчетные характеристики грунтов, укладываемых в тело плотин

Грунт	Влажность на границе раскатывания, %	Число пластичности, %	Удельный вес, г/см³	Угол внутреннего трения, град	Сцепление, МПа
Песок					
крупный	—	—	2,66	35	0
средней крупности	—	—	2,66	32	0
мелкий	—	—	2,66	30	0
Супесь	9,5—12,4	1—7	2,70	22	0,005
Суглинок					
легкий	12,5—15,4	7—10	2,71	21	0,01
средний	15,5—18,4	10—13	2,71	20	0,015
тяжелый	18,5—22,4	13—17	2,71	18	0,02
Глина	22,5—26,4	17—25	2,74	15	0,03

Коэффициенты верхового и низового откосов плотин определяют по данным табл. 13. При этом следует принимать во внимание, что верховой откос должен иметь защитное крепление.

На откосах плотин устраивают бермы, число которых зависит от высоты плотины, условий производства работ, типов крепления откоса и его общей устойчивости. Бермы должны предусматриваться на верховом откосе в конце крепления для создания упора, на низовом откосе — для служебных проездов, сбора и отвода атмосферных вод. При этом устройство берм не должно вести к общему уположению откоса против определенного по расчету.

Ширину гребня плотины устанавливают в зависимости от условий производства работ и эксплуатации (использование гребня для проезда, прохода, прогона скота и т. п.), но не менее 3 м. В местах сопряжения с другими сооружениями или с берегами ширину устанавливают в соответствии с конструкцией сопряжения и назначением создаваемых площадок.

Отметку гребня плотины следует назначать с учетом возвышения его над уровнем воды в верхнем бьефе, определяемого по двум расчетным положениям:

1) в водохранилище (головном, русловом пруду) — нормальный подпорный уровень (НПУ); на верховой откос плотины действуют ветровые волны и ветровой нагон, возникающие при расчетной скорости ветра W_{10}, обеспеченностью 4 %;

2) в водохранилище — форсированный подпорный уровень (ФПУ); на верховой откос действуют ветровые волны и ветровой нагон, возникающие при расчетной скорости ветра W_{10}, обеспеченностью 50 %, наблюдаемой в сроки форсировки уровней.

Если расчетный максимальный расход воды пропускается при горизонте воды ниже НПУ у плотины, расчет производят только по первому расчетному случаю.

Таблица 13

Рекомендуемые значения коэффициентов верхового и низового откосов плотин (по типовому проекту 820-0-1 Ленгипроводхоза, 1976)

Грунт тела плотины	Высота плотины $H_{пл}$, м	Расчетный напор $H_н$, м	Рекомендуемые коэффициенты откосов	
			верхового m_1	низового m_2
Песок средней крупности	⩽10	⩽8	2,75	2,00
	10—15	8—12	2,75	2,25
Песок мелкий	⩽10	⩽8	3,00	2,25
	10—15	8—12	3,25	2,50
Супесь	⩽5	⩽4	2,50	2,00
	5—10	4—8	3,50	2,25—2,50
	10—15	8—12	4,00	2,75—3,00
Суглинок легкий	⩽5	⩽4	2,00	2,00
	5—10	4—8	2,75	2,00
	10—15	8—12	3,25	2,25—2,50
Суглинок средний	⩽5	⩽4	2,00	2,00
	5—10	4—8	2,00	2,00
	10—15	8—12	2,75	2,00—2,25
Суглинок тяжелый	⩽5	⩽4	2,00	2,00
	5—10	4—8	2,00	2,00
	10—15	8—12	2,50	2,00
Глина	⩽5	⩽4	2,00	2,00
	5—10	4—8	2,00	2,00
	10—15	8—12	2,50	2,00

Примечание. При двойных значениях рекомендуемых коэффициентов низового откоса меньшие значения принимаются при трубчатом дренаже в основании, большие — при наслонном.

Возвышение гребня определяют с учетом ветрового нагона воды Δh, высоты наката ветровых волн на откос $h_н$ расчетных обеспеченностей и необходимого запаса a по высоте сооружения по формуле

$$\Delta H = \Delta h + h_н + a \text{ м}.$$

Расчетные параметры ветровых волн определяют в каждом частном случае в соответствии со СНиП — 57—75 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые от судов)», а также «Руководством по определению нагрузок и воздействий на гидротехнические сооружения» II 58—76 (ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, 1977).

При необходимости устройства по гребню плотины защитного слоя отметка гребня должна быть откорректирована с учетом требований укладки крупнозернистого грунта защитного слоя в зоне выше ФПУ.

При пропуске по гребню плотины автодороги с усовершенствованными типами покрытия возвышение гребня плотины над расчетными уровнями воды принимают в соответствии со СНиП II—Д.5—72 «Автомобильные дороги. Нормы проектирования».

Высоту наката на откос волн обеспеченностью 1 % по накату $h_{н1\%}$, м, для фронтально подходящих волн при глубине $H \geqslant 3\ h_{гл}\%$, $H \geqslant 2h_{1\%}$ определяют по формуле

$$h_{н1\%} = k_{\Delta} k_{нп} k_c k_{нг} h_{1\%} \text{ м},$$

где k_{Δ} и $k_{нп}$ — коэффициенты, принимаемые по табл. 14; k_c — коэффициент, принимаемый по табл. 15; $k_{нг}$ — коэффициент, принимаемый по рис. 8; $h_{1\%}$ — высота бегущей волны обеспеченностью 1 %, м.

Таблица 14

Определение коэффициентов k_Δ и $k_{нп}$

Характеристика крепления откоса	Относительная шероховатость $\Delta/h_{1\%}$	Коэффициент k_Δ	Коэффициент $k_{нп}$
Бетонные (железобетонные) плиты	—	1	0,9
Гравийно-галечниковое, каменное или крепление бетонными (железобетонными) блоками	Менее 0,002	1	0,9
	0,005—0,01	0,95	0,85
	0,02	0,9	0,8
	0,05	0,8	0,7
	0,1	0,75	0,6
	Более 0,2	0,7	0,5

Примечание. Характерный размер шероховатости Δ м следует принимать равным среднему диаметру зерен материала крепления откоса или среднему размеру бетонных (железобетонных) блоков.

Определение коэффициента k_c и k_i

Таблица 15

Коэффициент откоса m_1	Коэффициент k_c для скорости ветра в м/с		Обеспеченность по накату i, %	Коэффициент k_i
	20 и более	10 и менее		
0,4	1,3	1,1	0,1	1,1
0,4—2,0	1,4	1,1	1	1,0
3—5	1,5	1,1	5	0,91
5	1,6	1,2	10	0,86
			50	0,68

При расчетной скорости ветра $10<W<20$ значения коэффициентов определяют по табл. 15 путем интерполяции.

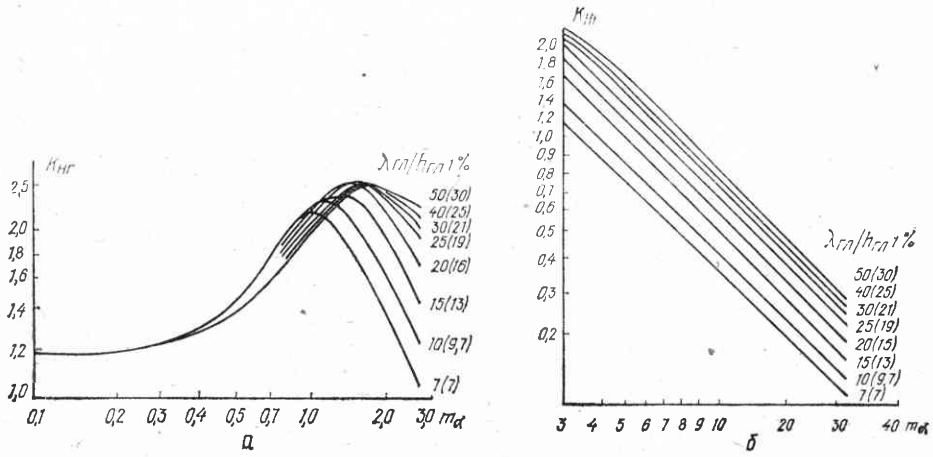


Рис. 8. График значений коэффициента $k_{нг}$:
а — при m_α=0,1—3; *б* — m_α=3—40

Высоту наката на откос волн i % обеспеченностью по накату $h_{нi}$% определяют умножением полученного по формуле значения $h_{н1\%}$ на коэффициент k_i, принимаемый из данных табл. 15.

При подходе фронта волны к плотине под углом β, град, со стороны открытой акватории величину наката волн на откос уменьшают умножением на коэффициент $k\beta$, принимаемый из следующих данных:

Величины угла, град	0	10	20	30	40	50	60
Коэффициент k_β	1	0,98	0,96	0,92	0,87	0,82	0,76

Величина наката ветровой волны для некоторых типов крепления верхового откоса плотин приводится в табл. 16.

Таблица 16

Значения высоты наката ветровой волны (в м) на откосы плотин, закрепленные бетонными плитами, асфальтобетоном или каменной наброской (по типовому проекту 820-0-1 Ленгипроводхоза 1976 г.). при различной скорости ветра (W_{10})

Высота волны $h_в$, м	Коэффициент откоса m_1	Крепление железобетонное монолитное и сборное из плит, омоноличенных в карты, асфальтобетонное		Крепление железобетонное из плит шарнирно соединенных		Крепление каменной наброской при относительной шероховатости $\Delta_{ср}/h_в$			
						0,1		⩾0,2	
		$W_{10}\leqslant 10$ м/с	$W_{10}\geqslant 20$ м/с	$W_{10}\leqslant 10$ м/с	$W_{10}\geqslant 20$ м/с	$W_{10}\leqslant 10$ м/с	$W_{10}\geqslant 20$ м/с	$W_{10}\leqslant 10$ м/с	$W_{10}\geqslant 20$ м/с
0,5	2,0	1,05	1,35	0,95	1,20	0,50	0,60	0,40	0,50
	3,0	0,75	1,00	0,65	0,90	0,35	0,45	0,25	0,35
	3,5	0,60	0,85	0,55	0,75	0,30	0,40	0,25	0,30
1,0	2,0	2,10	2,70	1,90	2,45	0,95	1,25	0,75	0,95
	3,0	1,45	2,00	1,30	1,80	0,65	0,90	0,50	0,70
	3,5	1,20	1,65	1,10	1,50	0,55	0,75	0,35	0,45
1,2	2,0	2,60	3,25	2,35	2,95	1,15	1,45	0,90	1,15
	3,0	1,75	2,35	1,60	2,10	0,80	1,05	0,60	0,85
	3,5	1,45	2,00	1,30	1,80	0,65	0,90	0,55	0,70
1,5	2,0	3,15	4,00	2,90	3,65	1,45	1,85	1,10	1,45
	3,0	2,15	3,00	1,95	2,60	1,00	1,35	0,75	1,05
	3,5	1,85	2,50	1,70	2,25	0,85	1,15	0,65	0,90

Высоту ветрового нагона определяют по формуле

$$\Delta h = 2\cdot 10^{-6}\,\frac{W_{10}^2 X}{g' H}\cos\alpha \text{ м},$$

где W_{10} — расчетная максимальная скорость ветра на высоте 10 м над уровнем водоема, м/с; H — средняя глубина водоема по направлению разгона, м; g' — ускорение силы тяжести, м/с²; α — угол между направлением разгона волны и направлением ветра.

Длину разгона X определяют по линии наибольшей протяженности, нормальной или наклонной к оси плотины, проведенной по водной поверхности к наиболее дальней точке уреза воды у любого из берегов.

Запас высоты плотины a принимают равным 0,5 м для плотин, разрушение которых может вызвать последствия катастрофического характера и угрожать безопасности населения. В остальных случаях a=0,3 м.

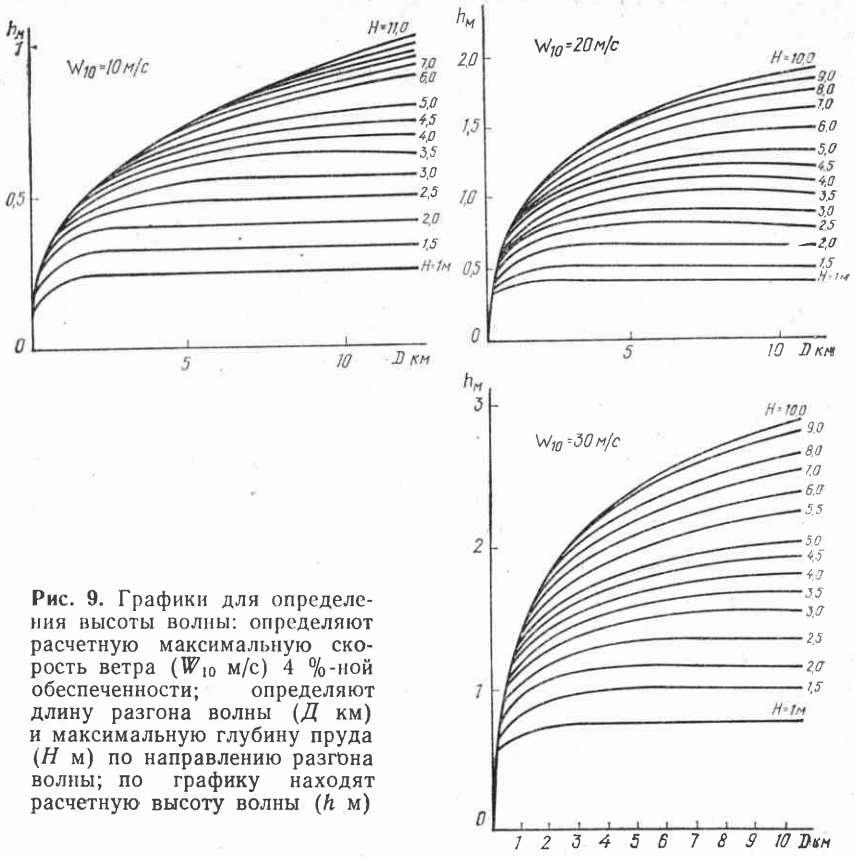


Рис. 9. Графики для определения высоты волны: определяют расчетную максимальную скорость ветра (W_{10} м/с) 4 %-ной обеспеченности; определяют длину разгона волны ($Д$ км) и максимальную глубину пруда (H м) по направлению разгона волны; по графику находят расчетную высоту волны (h м)

Высоту ветровой волны и ее элементы определяют согласно Приложению 1 к СНиП II—57—75. Достаточно точные результаты дают графики (рис. 9), которыми рекомендуется пользоваться в практических расчетах.

Крепление откосов

В рыбохозяйственном строительстве применяют следующие виды креплений (по основному виду используемых материалов): каменные (насыпные); бетонные монолитные, железобетонные сборные и монолитные; биологические.

Можно применять и другие виды облегченных креплений, например гравийно-галечниковые, грунто-цементные и др. Крепление выбирают, исходя из обеспечения устойчивости откоса, наличия материалов, опыта строительства и эксплуатации, с учетом максимального использования средств механизации. При этом проводят сравнение вариантов различных типов крепления или уположения откосов и по технико-экономическим показателям выбирают оптимальный вариант.

Основное, более мощное крепление верхового откоса располагают в зоне, подверженной в эксплуатационный период наиболее интенсивным волновым и ледовым воздействиям. Ниже и выше основного крепления располагают облегченное крепление.

Как правило, верхнюю границу основного крепления назначают на отметке гребня плотины, за исключением случаев значительного возвышения гребня над расчетным уровнем воды, когда основное крепление заканчивается ниже гребня

на отметке высоты наката ветровой волны $h_н$, а далее до гребня доводится облегченное крепление.

Нижнюю границу основного крепления назначают на глубине $H_г = 2h_1\%$ (где $h_1\%$ — высота волны 1 %-ной обеспеченности), считая от минимального уровня сработки водохранилища.

При этом нижняя граница основного крепления должна располагаться ниже подводной кромки ледяного покрова не менее чем на величину, равную половине его расчетной толщины. Нижнюю границу облегченного крепления определяет глубина водохранилища, на которой значения волновых скоростей не превышают скоростей трогания частиц для грунта откоса.

Для повышения устойчивости крепления против сползания и подмыва в местах сопряжения основного и облегченного крепления предусматривают конструктивные меры в виде упора из камня или бетона, размеры которого назначают в зависимости от заложения и высоты откоса, а также коэффициента трения покрытия в месте контакта упора с материалом откоса с учетом возвышения покрытия в условиях волновых воздействий (не менее 2—3 толщин крепления).

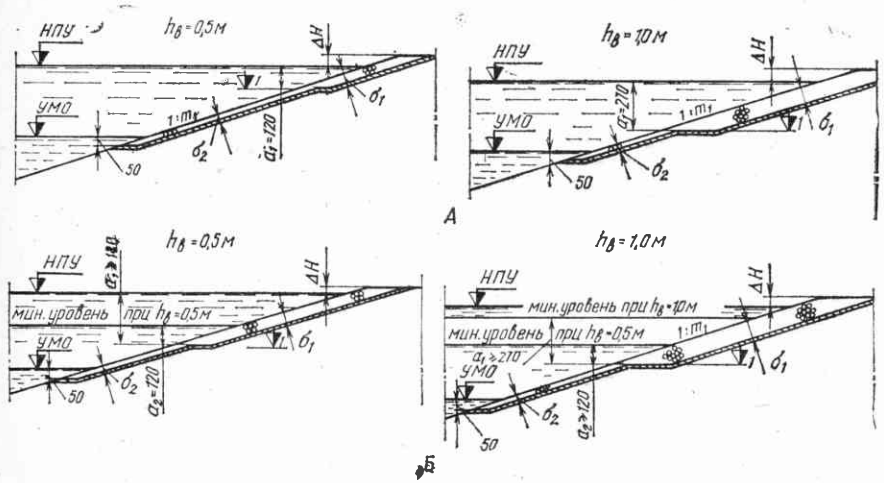


Рис. 10. Крепление верхового откоса каменной наброской:
а — неспускной пруд; *б* — спускной пруд

Таблица к рис. 10

Размеры каменной наброски

m_1	$h_в = 0,5$ м		$h_в = 1,0$ м	
	D_{01}, см	δ_1, см	D_{01}, см	δ_1, см
А. Наброска из сортированного камня				
2,0	15	45	36	90
3,5	14	35	28	70
Б. Наброска из несортированного камня				
2,0	18	55	36	110
3,5	14	42	28	85

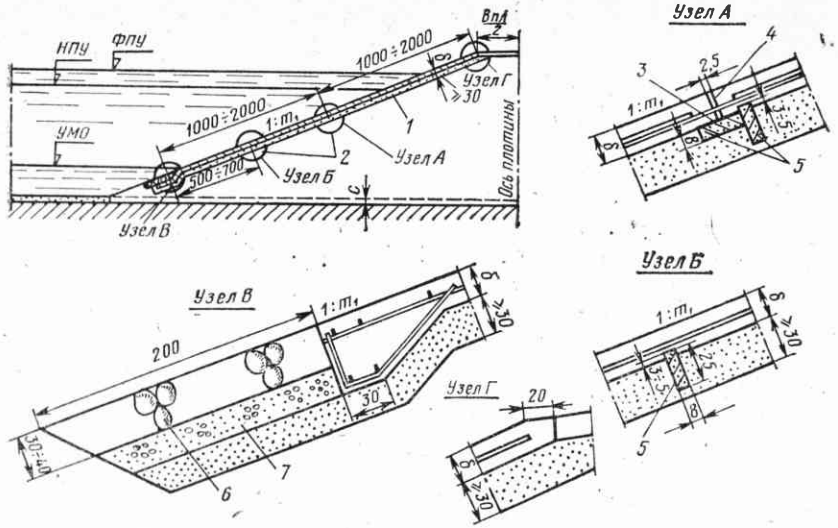


Рис. 11. Крепление верхового откоса из монолитного железобетона:

1 — песок средней крупности или крупный; *2* — противосуффозионные шпонки (плиты ПС); *3* — битумный мат толщиной 1 см по двойному слою битумной обмазки; *4* — антисептированная доска; *5* — железобетонные плиты ПС; *6* — камень размером 16—20 см; *7* — обратный фильтр

Особое внимание следует обращать на надежность сопряжения облегченного крепления с гидросооружениями, располагаемыми в теле плотины.

Каменнонабросные крепления выполняют, как правило, из несортированного камня. Сортированный камень применяют при надлежащем обосновании.

Толщину каменной наброски из несортированного камня принимают равной не менее $3\,D_ш$, из сортированного — не менее $2{,}5\,D_ш$, где $D_ш$ — диаметр камня в м, приведенный к диаметру шара и определенный по формуле

$$D_ш = \sqrt[3]{\frac{Q}{0{,}524\gamma_к}},$$

где Q — расчетная масса отдельного камня в наброске, кг; $\gamma_к$ — объемная масса камня, кг/м³.

На рис. 10 даны схемы крепления верхового откоса плотин русловых прудов каменной наброской при различной высоте волны (по типовому проекту 820—0—1 Ленгипроводхоза).

Толщину крепления из каменной наброски принимают с учетом возможности частичного выноса мелких частиц из наброски при волновом воздействии, подвижки крупных камней, некоторого уплотнения материала крепления, а также опыта эксплуатации аналогичных креплений. При этом для крепления откосов используют прочные изверженные, осадочные и метаморфические виды каменных материалов с необходимой прочностью, водостойкостью и морозостойкостью, удовлетворяющих СНиП I—В.8—62.

В рыбохозяйственном строительстве для крепления используют монолитный железобетон толщиной 12—15 см с армированием рулонной сеткой из стержней диаметром 6 мм с шагом в обоих направлениях, равным 20 см. В качестве деформационных швов применяют антисептированные доски толщиной 2,5—3 см, поставленные на ребро, под которыми укладывают битумные маты толщиной 1 см по двойному слою битумной обмазки поверх железобетонных сборных плит (рис. 11).

Крепление верхового откоса сборными железобетонными плитами допускается с замоноличиванием отдельных плит в карты после укладки их на откос,

а при надлежащем обосновании — из незамоноличенных плит с открытыми швами. Плиты в картах до замоноличивания соединяют между собой сваркой выпусков рабочей арматуры.

Подготовка под крепление из каменной наброски или плит с открытыми швами обычно является обратным фильтром и выполняется из одного слоя разнозернистого материала или двух-трех слоев материала с частицами разной крупности. Обратные фильтры под креплениями могут также выполняться из искусственных волокнистых материалов (табл. 17).

Таблица 17

Характеристика искусственных волокнистых материалов, применяемых для устройства обратных фильтров под креплениями

Наименование материала	Длина, м	Ширина, см	Толщина, мм	Единица измерения	Масса единицы, кг	Диаметр волокна, мкм
Маты полужесткие стекловатные для строительства (по ГОСТ 10499—67)	10	100±5	50; 60	м³	35—50	11—17
Плиты полужесткие стекловатные для строительства (по ГОСТ 10499—67)	1	100±5	50	м³	50—75	11—17
Маты прошитые из штапельного базальтового волокна (по ТУ33УССР 1—72)	По согласованию с заказчиком	70±3 85±4	75 75	м³	60—70	25
Войлок из штапельного базальтового волокна (по ТУ611-215—71)	То же	100±5	50	м³	40—50	15
Стеклосетка СС-1 (по СТУ 27-120—64)	50—100	60,70 80,90	0,1 0,2	м²	—	14

Применение фильтров из искусственных материалов допускается на откосах, отсыпанных из глин, суглинков, супесей, мелкого или среднезернистого песков при грунтовых нейтральных, слабокислых или слабощелочных водах с содержанием железа не более 5 мг/л, удельном давлении на фильтр не более 0,15 МПа и отношениях коэффициентов фильтрации фильтра $K_ф$ и грунта откоса $K_{отк}$: для песчаных грунтов $K_ф/K_{отк} \geqslant 5$; для глинистых грунтов $K_ф/K_{отк} \geqslant 20$.

Коэффициент фильтрации фильтра определяют по графику (рис. 12).

В рыбохозяйственном строительстве распространены биологические крепления в виде посадки на верховой откос черенков ивняка или ивовых хлыстов (рис. 13).

Этот вид крепления рекомендуется на участках верхового откоса, подверженных воздействию волн, высотой 0,5—0,7 м и при продолжительности непрерывного затопления посадок не более 2—2,5 мес.

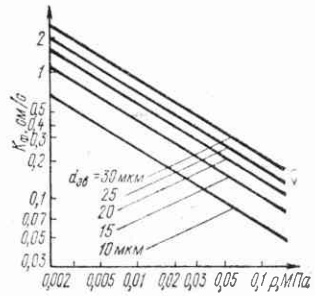


Рис. 12. График для определения коэффициента фильтрации фильтра из минеральных слоистых материалов

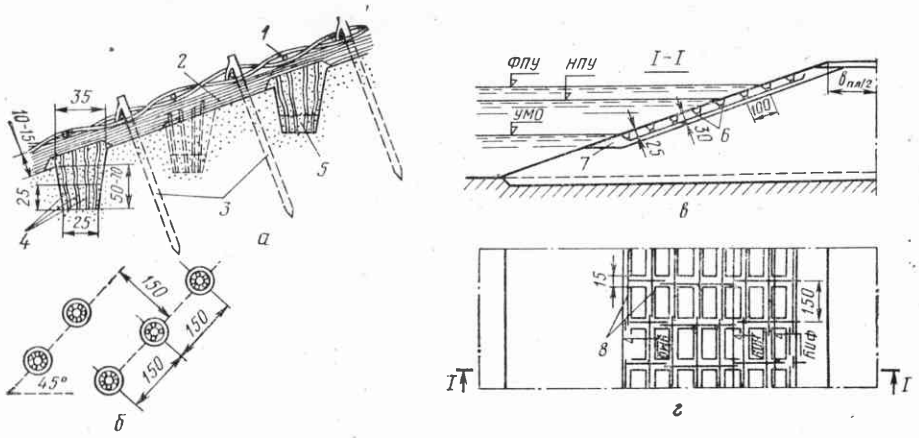


Рис. 13. Типы биологических креплений:

а — рассада ивняка черенками в гнездах: *1* — хворостяной плетень; *2* — слой соломы; *3* — колья диаметром 5—6 см, длиной 100—120 см; *4* — черенки (6—8 шт.), рассаживаемые в лунку глазками вверх без повреждения коры; *5* — засыпка лунок растительным грунтом; *б* — расположение гнезд в плане; *в*, *г* — крепление ивовыми хлыстами; *6* — ивовые прутья длиной до 4 м; *7* — растительный грунт; *8* — поперечные борозды

Противофильтрационные устройства

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

Для создания грунтовых противофильтрационных устройств (экранов, ядер, понуров, зубьев) применяют маловодопроницаемые грунты (преимущественно глинистые) с коэффициентом фильтрации не более 10^{-4} см/с. При этом наиболее пригодными являются глинистые грунты с естественной влажностью, равной или большей влажности на границе раскатывания, но меньшей влажности на границе текучести.

Для экранов и понуров низконапорных плотин можно использовать торф со степенью разложения не менее 50 %, а также искусственную грунтовую смесь, содержащую глинистые, песчаные и крупнообломочные грунты в соотношении, исключающем возможность пучения. Состав смеси определяют на основании исследований и производственных испытаний на опытных отсыпках. Рекомендуемый состав смеси (глинобетон): глина 20—25 %, песок 35—40 %, гравий 35—40 %.

Кроме противофильтрационных устройств из грунтовых материалов, в земляных плотинах применяют устройства из бетона, железобетона, асфальтобетона, битумных и полимерных материалов в виде экранов, ядер, диафрагм, понуров, зубьев, свайно-столбчатых и траншейных шпор, цементационных и других завес.

Противофильтрационные устройства в теле плотины должны надежно сопрягаться с противофильтрационными устройствами в основании, а при их отсутствии — с самим основанием путем врезки их в основание или сопряжения с верхней частью шпунта, забитого в основание, а также путем устройства инъекционных завес.

Толщину грунтового экрана или ядра плотины увеличивают сверху вниз. При этом минимальный размер экрана или ядра поверху назначают по условиям производства работ по их отсыпке, но не менее 0,8 м.

Участки ядра или экрана, а также понура, на которых возможно их промерзание и размыв вследствие значительных скоростей течения воды (например, при подходе к паводковому водосбросу или донному водоспуску), покрывают соответствующим защитным слоем.

Гребень экрана после окончательной осадки плотины должен быть не ниже форсированного уровня воды в верхнем бьефе с учетом высоты волны и наката уровня воды.

При глубоком залегании водоупора при экране предусматривают устройство понура, являющегося продолжением экрана и выполняемого из того же материала.

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.

В плотинах с насыпным ядром ось поперечного сечения ядра принимают вертикальной, совпадающей с осью поперечного сечения плотины. При глубоком залегании водоупора предусматривают устройство завесы путем инъекции в грунт основания глиноцементного раствора (не менее 20 % цемента), глиносиликатного или алюминатно-силикатного раствора.

При отсутствии на месте строительства грунтов, пригодных для устройства насыпного ядра, указанные растворы можно применять для создания инъекционного ядра в теле плотины. Толщину инъекционного ядра понизу принимают не менее $^1/_{10}$ напора, действующего на плотину.

Дренажные устройства

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

При расчетном напоре до 5 м плотины можно строить без дренажа. Отказ от устройства дренажа при соответствующем обосновании допускается также:

а) в плотинах на водопроницаемом основании при низком стоянии грунтовых вод, когда депрессионная кривая не выходит на поверхность низового откоса, а в случае промерзания грунта проходит ниже границы промерзания;

б) в плотинах из песка на спускаемых на зиму прудах при коэффициенте низового откоса $m_2 \geqslant 2/\mathrm{tg}\,\varphi_т$, где $\varphi_т$ — угол внутреннего трения грунта тела плотины или ее низовой призмы.

Дренаж тела плотины с напором менее 5 м предусматривают:

а) в плотинах из песка при отсутствии противофильтрационных устройств и коэффициенте низового откоса $m_2 < 2/\mathrm{tg}\,\varphi_т$;

б) при неспускаемых на зиму прудах;

в) при неблагоприятных гидрогеологических условиях (высокое стояние грунтовых вод, возможность заболачивания нижележащей территории, наличие в основании водонасыщенных глинистых грунтов т. п.).

Дренажные устройства низового клина плотины по своей конструкции делятся на пять видов: 1) дренажный банкет; 2) наслонный дренаж; 3) трубчатый горизонтальный или вертикальный дренаж; 4) горизонтальный дренаж в виде сплошного слоя или дренажных лент (тюфячный дренаж); 5) комбинированный дренаж.

В рыбохозяйственном строительстве в основном применяют наслонный и горизонтальный (тюфячный) дренажи, а также дренажный банкет (рис. 14).

Тип дренажного устройства выбирают в зависимости от условий его работы и наличия материалов.

Внутренние дренажи (трубчатый, тюфячный) не рекомендуется применять: а) в плотинах на сильносжимаемых или неравномерно оседающих основаниях; б) на участках плотин, подтапливаемых со стороны нижнего бьефа.

Наружные дренажи (наслонный дренаж, дренажный банкет) устраивают в русловой части плотин, а также на участках, перекрывающих затапливаемую пойму.

Дренажный банкет применяют, если есть дешевый крупнообломочный материал и песчано-гравелистые грунты, при отсутствии которых предпочтение следует отдавать наслонному дренажу (если при этом нет необходимости защищать низовой откос от промерзания). Наслонный дренаж применяют также в

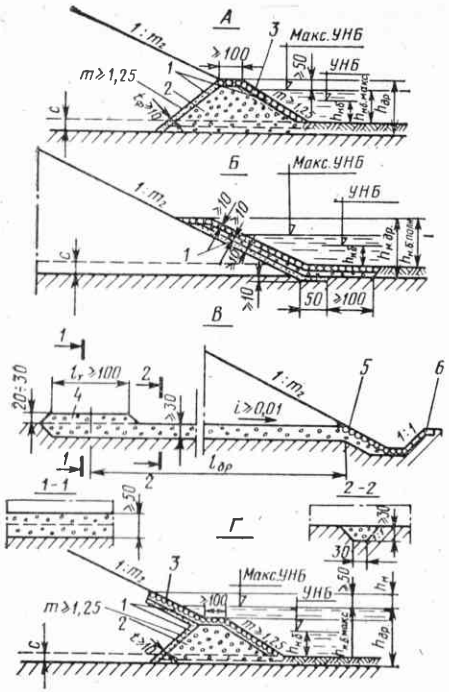


Рис. 14. Типы дренажных устройств: *А* — дренажный банкет; *1* — обратный фильтр; *2* — песчано-гравийный грунт; *3* — наброска из щебня или камня; *Б* — наслонный дренаж; *В* — тюфячный дренаж (разрез по отводящему коллектору); *4* — разнозернистый гравий; *5* — мощение из камня крупностью 15—20 см на участках вывода дренажа; *6* — одерновка канавы; *Г* — комбинированный дренаж

построенных плотинах для защиты низового откоса при выходе из него кривой депрессии. Высоту наслонного дренажа относительно подошвы плотины устанавливают в зависимости от напора и глубины воды в нижнем бьефе по табл. 18.

При возможности кратковременного поднятия уровня воды в нижнем бьефе выше уровня $h_{н.б}$ высоту дренажа корректируют по формуле

$$h_{н.др} > h_{н.б.макс} + C + 0{,}5 \text{ м},$$

где $h_{н.б.макс}$ — максимальная глубина воды в нижнем бьефе, м. C — толщина растительного слоя, снимаемого в основании плотины, м.

Толщину наслонного дренажа назначают исходя из условий производства работ, но не менее величины

$$t = (2{,}5 - 3)\, D_{ш} + \delta_{обр.ф},$$

где $D_{ш}$ — диаметр камня; $\delta_{обр.ф}$ — толщина обратного фильтра.

При необходимости защиты низового откоса в пределах выклинивания кривой депрессии от промерзания толщину наслонного дренажа принимают равной глубине промерзания. Дренаж распространяется вверх по откосу до отметки, превышающей верх дренажа (определенный по формуле) на величину, равную удвоенной глубине промерзания.

Дренажное устройство любого типа распространяется вдоль плотины до отметки НПУ — 4 м.

Дренажный банкет применяют в основном на русловых участках плотины при ее возведении без перемычек и перекрытии реки путем отсыпки камня в воду.

Высоту дренажного банкета берут из табл. 19.

При возможности кратковременного подъема воды выше уровня, отвечающего $h_{н.б}$, высоту банкета корректируют по приведенной выше зависимости. В этом случае может оказаться экономичным комбинированный дренаж в виде сочетания дренажного банкета и наслонного дренажа.

При основании из мелкозернистого или среднего песка песчано-гравелистый грунт дренажной призмы следует укладывать на слой обратного фильтра.

Обратные фильтры

Для защиты грунта от вымывания и разрушения в месте контакта дренажа и дренируемого тела или основания земляной плотины устраивают обратные фильтры, представляющие собой слои песчано-гравийно-галечниковых или щебеночных грунтов с последовательно возрастающей в направлении движения фильтрационного потока крупностью частиц каждого слоя, подобранной с тем расчетом, чтобы через поры свободно протекала вода, но частицы защищаемого грунта не проходили в поры первого слоя, а частицы первого слоя не проходили в поры второго слоя и т. д.

Число слоев обратного фильтра и их гранулометрический состав определяют на основании расчетов, руководствуясь Инструкцией по проектированию

обратных фильтров гидротехнических сооружений (ВСН-02—65). При этом стремятся к назначению минимального числа слоев (2—3 слоя). В рыбохозяйственном строительстве в низконапорных плотинах чаще всего применяют однослойные фильтры из песчано-гравийной смеси, которые достаточно надежны, просты в производстве работ при отсыпке и в эксплуатации.

Таблица 18

Определение высоты наслонного дренажа

Тип плотины	$H_{пл}$	$H_{н}$	Высота дренажа $h_{н.др}$, м, при глубине воды в нижнем бьефе $h_{н.б}$	
			0,0	$0{,}2H_{н}$
Плотины из глинистых грунтов на водоупоре	5	4	1,2	1,5
Плотины из песчаных грунтов с экраном на водоупоре ($K_{в} \leqslant 0{,}01\, K_{т}$; $K_{э} \leqslant 0{,}01\, K_{т}$)	10	8	2,7	3,0
	15	12	4,3	4,7
Плотины из глинистых грунтов на водопроницаемом основании	5	4	1,1	1,8
Плотины из песчаных грунтов с ядром или экраном из глинистых грунтов на водопроницаемом основании ($0{,}1\, K_{т} \leqslant K_{о} \leqslant 10\, K_{т}$; $K_{я} \leqslant 0{,}01\, K_{т}$; $K_{э} \leqslant 0{,}01\, K_{т}$)	10	8	2,7	3,5
	15	12	4,6	5,6
Плотины из песчаных грунтов с ядром на водоупоре ($K_{в} \leqslant 0{,}01\, K_{т}$; $K_{я} \leqslant 0{,}01 K_{т}$)	5	4	0,0	1,0
	10	8	0,4	1,8
	15	12	0,6	2,8

Примечание $H_{пл}$ и $H_{н}$ — соответственно высота плотины и напор при НПУ, м; $h_{н.б}$ — глубина воды в нижнем бьефе при продолжительном стоянии уровня, м; $K_{в}$, $K_{о}$, $K_{т}$, $K_{я}$ и $K_{э}$ — коэффициенты фильтрации соответственно водоупора, основания, тела, ядра и экрана плотины.

Таблица 19

Определение высоты дренажного банкета

Тип плотины	$H_{пл}$, м	$H_{н}$, м	$T_{м}$	$h_{др}$, м, при			
				$h_{пр} = 1{,}0$ м		$h_{пр} = 2{,}0$ м	
				$h_{н.б}=0{,}0$	$h_{н.б} = 0{,}2H_{н}$	$h_{н.б}=0{,}0$	$h_{н.б} = 0{,}2H_{н}$
Плотины из глинистых и песчаных грунтов на водоупоре $K_{в} \leqslant 0{,}01\, K_{т}$	5	4	0	1,0	1,5	2,0	2,5
	10	8	0	1,6	2,5	2,5	3,2
	15	12	0	2,0	3,5	3,0	4,0
Плотины на водопроницаемом основании $K_{о} > K_{т}$	5	4	4—6	0,8	1,7	1,6	2,5
	10	8	4—12	1,0	2,5	1,6	3,2
	15	12	6—18	1,0	3,5	1,8	4,0
Плотины из песчаных грунтов с ядром или экраном из глинистых грунтов на водоупоре	5	4	0	1,0	1,5	1,5	2,2
	10	8	0	1,2	2,3	1,8	3,0
	15	12	0	1,5	3,2	2,2	4,0

Примечание. $h_{пр}$ — глубина промерзания грунта.

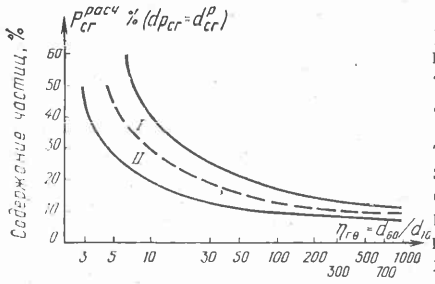


Рис. 15. График для определения расчетных размеров сводообразующих частиц грунта:

I — область выбора расчетных значений $d_{сг}^{р}$ для фильтров из щебеночного материала; *II* — область выбора расчетных значений $d_{сг}^{р}$ для фильтров из песчано-гравелистого материала

Для устройства обратных фильтров применяют несвязные естественные или искусственно получаемые грунты из твердых каменных пород, не содержащих водорастворимых солей (песчаные, гравийно-галечниковые грунты, щебень, отходы камнедробильных заводов), с пределом прочности при сжатии не менее 30 МПа, выдерживающие при испытании на морозостойкость не менее 50 циклов замораживания и оттаивания при температуре ±17 град.

Зерновой состав обратного фильтра подбирают по зерновому составу защищаемого грунта, в качестве расчетных характеристик которого принимают: $d_{мин}$, d_5, d_{17}, d_{60}, d_{10} — размеры частиц грунта, меньше которых содержится соответственно 5, 17, 60 и 10 % частиц (по массе); $\eta = d_{60}/d_{10}$ — коэффициент разнозернистости защищаемого грунта; $\gamma_у$ — удельная масса частиц грунта, г/см³; $\gamma_{ск}$ — объемная масса скелета грунта, г/см³; n — пористость, доли единицы.

При отсутствии характеристик грунта фильтров $\gamma_у$; $\gamma_{ск}$, n последние принимают:

$$\gamma_у = 2{,}6 - 2{,}72 \text{ г/см}^3; \quad n = n_о - 0{,}1 \lg \eta,$$

где $n_о = 0{,}40$ для песчано-гравийно-галечниковых грунтов; $n_о = 0{,}45$ для щебеночных (угловатых) фракций.

При наличии данных о карьерных грунтах порядок проектирования фильтра должен быть следующим.

1. В зависимости от состава защищаемого грунта назначают расчетный размер его сводообразующих фракций $d_{сг}^{расч}$; при этом если защищаемый грунт несуффозионный, $d_{сг}^{расч}$ принимают по графику $d_{сг}^{расч} = f(\eta)$ (рис. 15); если грунт суффозионный — по формуле

$$d_{сг}^{расч} \geqslant Bd_5,$$

где $B = 3$—8; d_5 — размер частиц грунта основания, мельче которых содержится 5 % общей массы.

2. По полученному значению $d_{сг}^{расч}$ и размеру фракций грунта, предназначенного для первого слоя обратного фильтра D_{17}^{I}, определяют действительную величину междуслойного коэффициента:

$$\eta_м = D_{17}^{I}/d_{сг}^{расч}.$$

3. При условии непросыпаемости грунта в поры фильтра для защищаемого грунта определяют допустимый междуслойный коэффициент

$$\eta_{доп} = \frac{4(1 - n_ф)}{n\sqrt[6]{\eta_ф}},$$

где $n_ф$ и $\eta_ф$ — соответственно пористость и коэффициент разнозернистости грунта фильтра.

4. Сопоставляют полученную величину $\eta_м$ с допустимым его значением $\eta_{доп}$:

при $\eta_м \leqslant \eta_{доп}$ рассматриваемый грунт для фильтра следует считать приемлемым;

при $\eta_м > \eta_{доп}$ грунт для фильтра нельзя использовать (необходима его переработка, отсев крупных и отмыв мелких фракций). Новый состав грунта фильтра вновь проверяют, как указано в пп. 1—4.

5. Зону допустимого зернового состава грунта, пригодного для укладки в слой фильтра, намечают с таким расчетом, чтобы карьерный грунт был примерно нижним ее пределом.

Толщина слоя обратного фильтра по фильтрационным условиям должна быть

$$T_{мин} \geqslant 7D_{85},$$

где D_{85} — размер фракций фильтра, мм.

Толщину слоев фильтра принимают: при ручной укладке (планировка и уплотнение) $T \geqslant 0{,}1$ м; при механизированной укладке $T \geqslant 0{,}2$ м.

Второй слой фильтра (и последующие, если в этом есть необходимость) принимают с учетом местных условий. Зерновой состав его назначают при условии непросыпаемости в соответствии с приведенными выше формулами при выбранном значении $D_{сг}^{I}$.

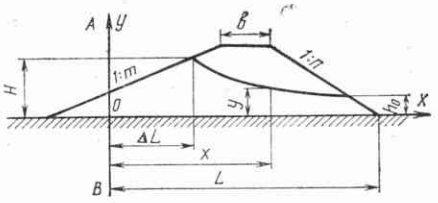


Рис. 16. Схема к фильтрационному расчету однородной плотины без дренажа

Фильтрационные расчеты земляных плотин

Задачей фильтрационных расчетов является установление положения кривой депрессии (верхней границы фильтрационного потока) в теле плотины и разработка такого поперечного сечения плотины, при котором она не выходила бы на низовой откос ее. Выход депрессионной кривой на низовой откос может вызвать суффозию, т. е. вымыв мелких частиц грунта потоком профильтровавшейся воды, и как следствие оседание тела плотины и обрушение низового откоса.

Метод аналитического расчета однородной земляной плотины, предложенный Е. А. Замариным, заключается в замене реального профиля плотины расчетным эквивалентным профилем с вертикальным откосом со стороны верхнего бьефа, называемым раздельным сечением (рис. 16).

Расстояние ΔL от точки пересечения уровня воды верхнего бьефа с откосом плотины до раздельного сечения определяют по формуле

$$\Delta L = \varepsilon H m_1, \tag{1}$$

где ε — коэффициент, зависящий от грунта и принимаемый равным 0,27—0,30; H — напор в верхнем бьефе, м; m_1 — коэффициент заложения верхового откоса.

Однородные плотины без дренажа. Расчет ведут по формулам

$$h_1 - h_0 = L/m_2 - \sqrt{(L/m_2)^2 - (H - h_0)^2}; \tag{2}$$

$$q/k = (H^2 - h_1^2)/[2(L - m_2 h_1)] = (H^2 - y^2)/2x, \tag{3}$$

где h_1 — ордината кривой депрессии при выходе ее на низовой откос, м; h_0 — глубина воды в нижнем бьефе, м; L — расстояние от подошвы низового откоса до раздельного сечения, м; m_2 — коэффициент заложения низового откоса; H — глубина воды в верхнем бьефе, м; q — удельный фильтрационный расход, м/сут на 1 м длины плотины; k — коэффициент фильтрации грунта тела плотины; x и y — координаты кривой депрессии, считая от начала, располагаемого в точке пересечения раздельного сечения с основанием плотины.

При отсутствии воды в нижнем бьефе ($h_0 = 0$) формула (2) принимает вид

$$h_1 = L/m_2 - \sqrt{(L/m_2)^2 - H^2}. \tag{2'}$$

Расчет производят в следующей последовательности:

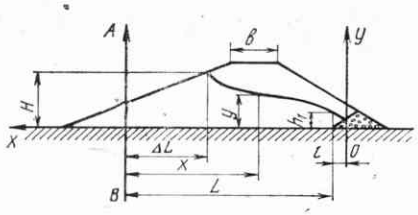


Рис. 17. Схема к фильтрационному расчету плотины с дренажом

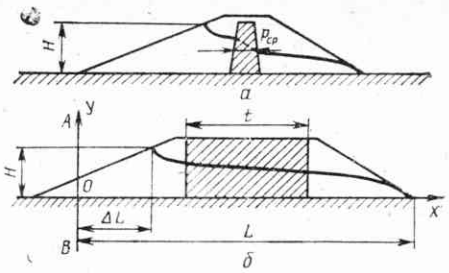


Рис. 18. Схема к фильтрационному расчету плотины с ядром; профиль плотины:

а — действительный; *б* — расчетный эквивалентный

1) определяют положение раздельного сечения из выражения (1); 2) вычисляют ординату кривой депрессии (h_1) в месте выхода ее на низовой откос по формуле (2); 3) определяют величину удельного расхода фильтрационных вод (q) по формуле (3); 4) используя выражение (2) или (2′), задаваясь различными значениями x, вычисляют соответствующие значения y, по которым точки кривой депрессии наносят на вычерченное в масштабе поперечное сечение земляной плотины, считая началом координат точку пересечения раздельного сечения с основанием плотины, а затем соединяют их плавной кривой. У верхнего бьефа кривую исправляют от руки с тем, чтобы ее примыкание к верховому откосу осуществлялось под прямым углом.

Однородные плотины с дренажом (рис. 17). При отсутствии воды в нижнем бьефе расчет ведут по формулам

$$h_1 = 2l = \sqrt{L^2 + H^2} - L, \tag{4}$$

$$q = kh_1, \tag{5}$$

$$y^2 = 2h_1 x, \tag{6}$$

где h_1 — ордината кривой депрессии в начале дренажа; l — расстояние от начала дренажа до начала прямоугольных координат, которое принимается в точке пересечения кривой депрессии с основанием плотины.

При наличии воды в нижнем бьефе плотины используют те же расчетные формулы при условии совмещения оси абсцисс с горизонтом воды нижнего бьефа. При этом в расчетные формулы (1), (4), (5) и (6) вместо напора H подставляют величину $(H—h_0)$.

Плотина с ядром (рис. 18). Ядро трапецеидального сечения заменяют эквивалентной прямоугольной призмой с коэффициентом фильтрации, равным коэффициенту фильтрации грунта тела плотины. Ширину эквивалентной призмы t находят из пропорции

$$k/k_я = t/\delta_{ср}, \tag{7}$$

где k — коэффициент фильтрации грунта тела плотины; $k_я$ — коэффициент фильтрации грунта ядра; t — ширина эквивалентной призмы; $\delta_{ср}$ — средняя ширина трапецеидального ядра.

Для полученной расчетной схемы применимы формулы (1)—(6).

Кривую депрессии строят вначале на профиле приведенной однородной плотины, а затем переносят на действительный профиль в пределах тела плотины, исключая ядро. Падение напора в ядре показывают пунктирной линией, соединяющей две крайние ординаты.

Плотина с экраном (рис. 19). Фильтрационный расход воды через экран определяют по формуле Павловского

$$q/k = \left(H^2 - h_3^2 - z_0^2\right)/(2tC\sin\theta),$$

где h_3 — ордината кривой депрессии за экраном в начальной точке прямоугольных координат; t — средняя толщина экрана; θ — угол наклона экрана; $z_0 = t\cos\theta$; $C = k/k_э$ — отношение коэффициента фильтрации грунта тела плотины к коэффициенту фильтрации грунта экрана.

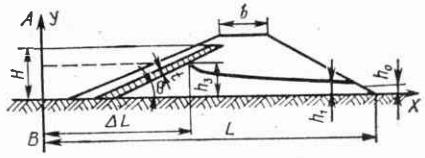


Рис. 19. Схема к фильтрационному расчету плотины с экраном

Далее за экраном движение фильтрационной воды рассматривают уже как в однородной плотине с напором, равным h_3 (вместо H). При этом можно использовать выражения, приведенные выше. Так, для плотины с экраном без дренажа расчетные формулы примут вид

$$q/k = \left(H^2 - h_3^2 - z_0^2\right)/(2tC\sin\theta); \tag{8}$$

$$h_1 - h_0 = L/m_2 - \sqrt{\left(\frac{L}{m_2}\right)^2 - (h_3 - h_0)^2}\ ; \tag{9}$$

$$q/k = \left(h_3^2 - h^2\right)/[2\,(L - m_2 h)] = \left(h_3^2 - y^2\right)/2x. \tag{10}$$

Задачу решают путем подбора. Задаваясь значениями h_3, добиваются удовлетворения равенств (8) и (9).

Возведение плотин и пропуск паводка в период их строительства

Тело плотины насыпают из грунтов, разрабатываемых в карьерах или в полезных выемках (например, в котлованах паводкового водосброса, донного водоспуска, рыбоуловителя).

Наиболее целесообразно закладывать карьеры со стороны верхового откоса на расстоянии не менее 50 м от его подошвы в пределах зоны затопления. В зависимости от конкретных условий (толщины слоя вскрыши, мощности слоя карьерной разработки, дальности транспортировки) карьеры можно закладывать вдоль одного или обоих берегов водотока, на отметках выше уровня грунтовых вод (в противном случае перед укладкой грунта в тело плотины потребуется его предварительная подсушка).

При возведении земляных плотин соблюдают следующую очередность операций:

1) насыпают часть плотины от одного из бортовых примыканий до русла водотока на полную ее проектную высоту; в этот период пропуск строительных расходов воды осуществляют по естественному руслу водотока; одновременно строят донный водоспуск и паводковый водосброс;

2) русло водотока с верховой стороны перегораживают временной перемычкой, а с низовой — пригрузкой, отсыпаемой из некачественного грунта; под защитой перемычек выполняют все операции по возведению плотины на участке от места примыкания к ранее отсыпанной части плотины до другого бортового примыкания; бытовые расходы водотока пропускают по ранее построенному донному водоспуску, а расходы ливневых паводков аккумулируют в чаше пруда (водохранилища) перед верховой временной перемычкой, высоту которой определяют по топографической характеристике водохранилища из условия аккумуляции в нем расчетного объема стока 10 %-ной обеспеченности.

При отсыпке плотины из грунтов карьерных выработок состав и последовательность процессов обычно следующие:

1) срезка растительного грунта на склонах и пойменной части основания плотины скрепером вместимостью ковша 6—8 м³ с перемещением на расстояние до 100 м;

2) разработка грунта в траншее зуба экскаватором, оборудованным обратной лопатой с ковшом вместимостью 0,4 м³, с погрузкой на автотранспорт и

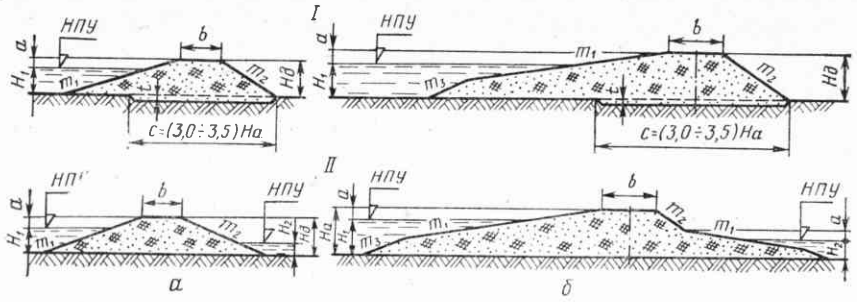


Рис. 20. Типы дамб:

I — контурные; *II* — разделительные; *а* — нормального и уширенного профиля; *б* — распластанного профиля

транспортировкой на расстояние до 1 км в верховую перемычку, пригрузку и засыпку карьера суглинка;

3) строительство закрытого дренажа вручную; разработка водоотводной канавы экскаватором, оборудованным обратной лопатой с ковшом вместимостью 0,4 м³ в отвал;

4) вскрыша карьера бульдозером на базе трактора 76 кВт с перемещением на среднее расстояние 20 м;

5) разработка грунта в карьерах:

а) для отсыпки зуба и тела плотины скрепером с ковшом вместимостью 6—8 м³ с перемещением на среднее расстояние 300 м;

б) для устройства защитного слоя на верховом откосе и по гребню плотины экскаватором обратная лопата с ковшом вместимостью 0,4 м³ с перемещением на расстояние 2 км с помощью автосамосвалов.

Работы по отсыпке плотин должны производиться в соответствии со СНиП III—8—76 «Земляные сооружения. Правила производства и приемки работ» и СНиП III—4—79 «Техника безопасности в строительстве».

Контурные и разделительные дамбы рыбоводных прудов

Дамбы, проходящие по внешним границам прудов, называют контурными. Они подвергаются длительному волновому воздействию только со стороны верхового («мокрого») откоса, который выполняется с более пологим уклоном.

Разделительные дамбы проходят между смежными прудами с одинаковыми или разными уровнями воды и подвергаются длительному двустороннему волновому воздействию, поэтому откосы их выполняют с одинаковыми уклонами (за исключением случаев со значительной разностью уровней воды в прудах, когда один из откосов может быть ломаным).

Дамбы бывают трех типов, различающихся крутизной откосов и конструкцией крепления (рис. 20):

дамбы нормального профиля с минимальным заложением откосов по условиям устойчивости сечения с капитальным креплением верховых откосов (камнем, железобетонными плитами);

дамбы уширенного профиля, отличающиеся несколько более пологим верховым откосом, закрепляемым временным креплением волногасящими стенками из местных материалов в сочетании с биологическим креплением посадкой черенков или хлыстов ивы;

дамбы распластанного профиля с уположенным мокрым откосом, позволяющим полностью исключить крепление.

Учитывая небольшие напоры, контурные дамбы отсыпают непосредственно на основание, с которого на части ширины дамбы понизу (3÷3,5 *H*) удаляют растительный грунт с неразложившимися органическими включениями, при отсутствии которых допускается заменять снятие растительного грунта вспашкой основания.

Разделительные дамбы отсыпают на вспаханное основание.

Дамбы насыпают, как правило, из однородных песчаных или глинистых грунтов. При отсыпке из разнородных грунтов в верховую призму отсыпают суглинок, в низовую — песчаный грунт с коэффициентом фильтрации, в 10 и более раз превышающим коэффициент фильтрации грунта верховой призмы. При других соотношениях коэффициентов фильтрации и разности в содержании пылеватых фракций менее 5 % грунты рассматривают как однородные и укладывают в тело дамбы без разбора.

Плотность грунта в насыпи определяют на основании лабораторных исследований. Она должна быть не менее 1,6 т/м³ для суглинистых грунтов и 1,65 т/м³ для песчаных грунтов.

При высоте дамб до 4 м и напоре воды до 3 м допускается использовать в насыпи торф со степенью разложения не менее 30 % при условии покрытия дамбы слоем минерального грунта (кроме глины) толщиной 0,3—0,5 м.

Основанием для дамб могут служить однородные или горизонтально-слоистые минеральные грунты, не содержащие более 6 % водорастворимых солей, а также торфяные однородные залежи, подстилаемые минеральными грунтами (для удельных нагрузок до 0,05 МПа).

Параметры дамб различного профиля приведены в табл. 20.

Таблица 20

Основные параметры контурных и разделительных дамб из различных грунтов
(по типовому проекту 413-54, Гидрорыбпроект, 1974 г.; см. рис. 20)

Грунты насыпи	Контурные дамбы						
	напор H_1, м	нормального профиля		уширенного профиля		распластанного профиля	
		m_1	m_2	m_1	m_2	m_1	m_2
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	2,0	8,0	2,5

Продолжение табл. 20

Грунты насыпи	Разделительные дамбы							
	напор, м		нормального профиля		уширенного профиля		распластанного профиля	
	H_1	H_2	m_1	m_2	m_1	m_2	m_1	m_2
Глинистые	1,0—2,0	$\frac{<1,0}{1,0—2,0}$	2,5	$\frac{2,0}{2,5}$	3,5	$\frac{3,0}{3,5}$	7	1,5
	>2,0	$\frac{<1,0}{1,0—2,5}$	3,0	$\frac{2,0}{2,5}$	4,0	$\frac{3,0}{3,5}$	7	1,5
Песчаные	1,0—2,0	$\frac{<1,0}{1,0—2,0}$	3,0	$\frac{2,5}{3,0}$	4,0	$\frac{3,0}{4,0}$	8	2
	>2,0	$\frac{<1,0}{1,0—2,5}$	3,5	$\frac{2,5}{3,0}$	5,0	$\frac{3,0}{4,0}$	8	2

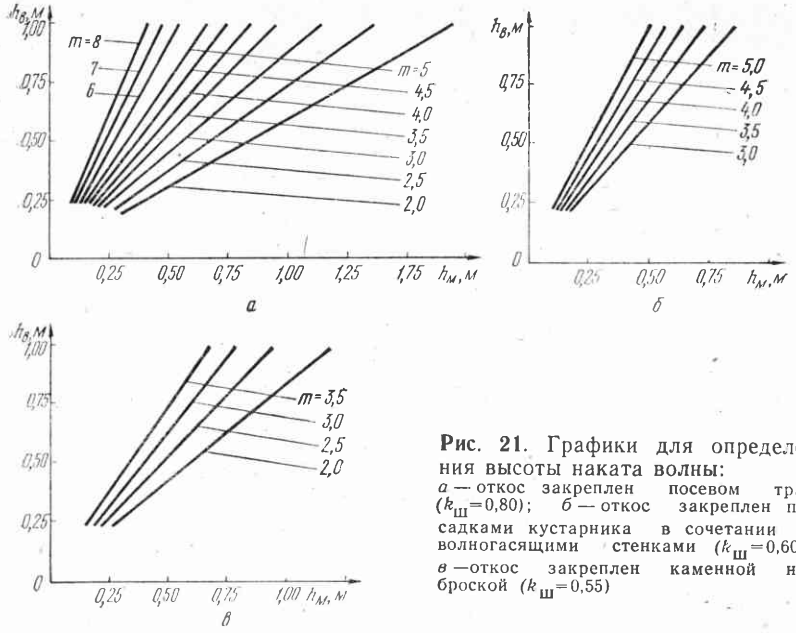


Рис. 21. Графики для определения высоты наката волны:
а — откос закреплен посевом трав ($k_ш$=0,80); *б* — откос закреплен посадками кустарника в сочетании с волногасящими стенками ($k_ш$=0,60); *в* — откос закреплен каменной наброской ($k_ш$=0,55)

Превышение гребня дамб над уровнем воды в прудах определяют так же, как и для земляных плотин, при этом нормативный сухой запас *а* для нормальных условий эксплуатации принимают равным 0,4 м.

В расчетах высоту волны определяют по графикам рис. 9, а высоту наката ветровой волны на верховой откос, закрепленный засевом трав, волногасящими стенками или каменной наброской, — по графикам рис. 21.

Конструкция крепления дамб уширенного профиля волногасящими стенками приведена на рис. 22.

Дамбы рыбоводных прудов возводят в основном насыпным способом с применением бульдозеров, прицепных или самоходных скреперов, экскаваторов

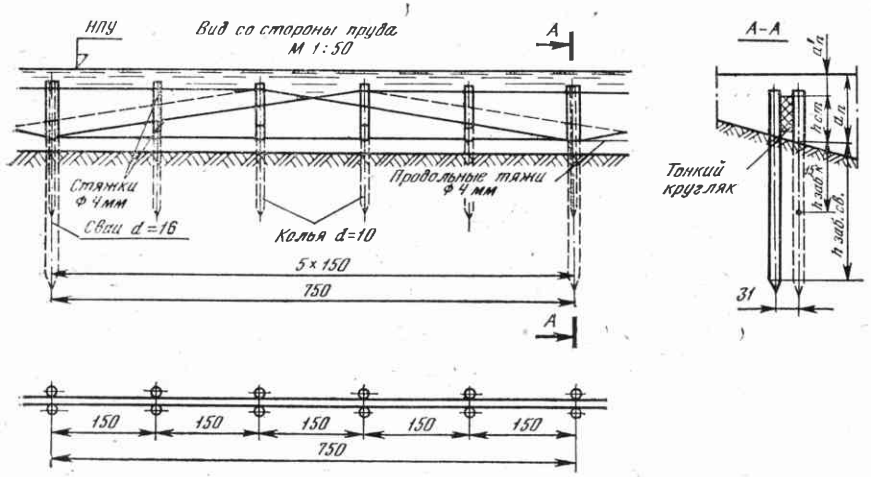


Рис. 22. Крепление откоса волногасящими стенками

и автосамосвалов в сочетаниях, определяемых технологической схемой производства работ и проектом организации строительства.

Особой конструкцией отличаются отсекающие защитные дамбы рыбоводных хозяйств на мелководьях водохранилищ. Они противостоят воздействию ветрового волнения, продольных течений и ледовых явлений со стороны открытой части водохранилища. Разрушение отсекающей дамбы грозит катастрофическими последствиями для остальных сооружений хозяйства, поэтому класс капитальности ее должен быть выше, чем обычных дамб рыбоводных хозяйств. Отсекающие дамб возводят способом гидромеханизации.

Отсекающую дамбу проектируют, как правило, без крепления. Для нее характерно сложное поперечное сечение с ломаной линией откоса со стороны водохранилища. Нижняя часть дамбы имеет заложение откоса 1 : 10. Эта часть не испытывает влияния ветрового волнения, поэтому заложение откоса зависит лишь от механических свойств грунтов, из которых намывается дамба (намыв в спокойную воду). Среднюю часть дамбы проектируют с волногасящим, практически неразмываемым откосом («пляжным» откосом). В зависимости от расчетной высоты волны и качества грунта, из которого возводят дамбу, заложение откоса со стороны открытой части водохранилища может быть от 1 : 20 (песчаные грунты) до 1 : 50 и более (суглинистые и глинистые грунты) при досыпке верхней части сечения пионерным способом.

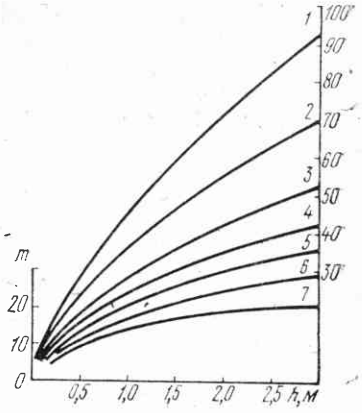


Рис. 23. График для определения коэффициента практически неразмываемого откоса отсекающей дамбы:
1 — глина; *2* — лесс; *3* — суглинок; *4* — песок мелкозернистый; *5* — песок среднезернистый; *6* — песок крупнозернистый; *7* — гравий

Верхнюю часть дамбы выше границы наката ветровой волны проектируют с заложением откоса не менее 1 : 2. Эту часть можно возводить насыпным способом с применением обычной землеройной и транспортной техники.

Для определения коэффициента заложения «пляжного» откоса рекомендуется пользоваться графиком, составленным Б. А. Пышкиным для прогнозирования коэффициента откоса устойчивой отмели при нормальном к берегу подходе волны (рис. 23).

Следует отметить, что «пляжный» откос хорошо гасит волну, вследствие чего общая высота дамбы оказывается ниже, чем при более крутом откосе. Максимальную высоту наката $h_н$ волны на откос определяют по формуле

$$h_н = \frac{2k_ш h}{m}\sqrt[3]{\lambda/h},$$

где $k_ш$ — коэффициент шероховатости откоса (для задернованного откоса $k_ш$ = =0,75—0,80); h — высота волны, определяемая по графикам (см. рис. 9); m — заложение откоса (в данном случае «пляжного»); λ/h — пологость волны, определяемая по специальному графику в зависимости от скорости ветра и высоты волны (для практических расчетов можно принимать эту величину в пределах от 10,0 до 12,0).

Границы изломов откоса в верхней и нижней частях дамбы с переходом на более крутые заложения принимают за пределами размывающего действия волнения. В расчетах величину верхнего a_1 и нижнего a_2 пределов размывающего действия волнения определяют в зависимости от высоты волны по формулам

$$a_1 = 0{,}5h \quad \text{и} \quad a_2 = 1{,}5\,h.$$

Заложение внутреннего откоса отсекающей дамбы определяют, как для обычных дамб рыбоводных прудов, с учетом конкретных условий.

Расчет кривых свободной поверхности в условиях стеснения поймы дамбами прудов

При строительстве рыбоводных прудов в речных поймах от пойм отсекают и обваловывают значительные по площади участки, вследствие чего максимальные паводковые расходы приходится пропускать в условиях стеснения, вызывающего подпор и увеличение скоростей течения. В этих случаях важной задачей является построение кривой свободной поверхности речного потока и определение скоростей течения в местах наибольшего стеснения поймы.

Кривые можно строить с помощью различных приемов и методов, выбор которых зависит прежде всего от полноты гидрометрических данных по рассматриваемому отрезку реки (методы Рахманова, Чарномского, Мастицкого, Павловского и др.). Во всех случаях кривые строят по участкам, последовательно, снизу вверх по течению. Реку разбивают на участки по условиям однообразия потока в пределах каждого участка. Наиболее надежным будет деление по однообразию уклона свободной поверхности, которое полезно коррек-

Таблица 21

Значения коэффициентов шероховатости для естественных водотоков (по Срибному, с сокращениями)

Категория водотока	Характеристика русла	Коэффициент шероховатости n
1	Русла в весьма благоприятных условиях (чистые, прямые, незасоренные со свободным течением)	0,025
2	Русла постоянных водотоков равнинного типа (преимущественно больших и средних рек) в благоприятных условиях состояния ложа и течения. Периодические потоки (большие и малые) при очень хорошем состоянии поверхности и формы ложа	0,033
3	Сравнительно чистые русла постоянных равнинных водотоков, в обычных условиях извилистые, с некоторыми неправильностями в направлении струй или с неправильностями в рельефе дна (отмели, промоины, местами камни). Земляные русла периодических водотоков (сухих логов) в относительно благоприятных условиях	0,040
4	Русла больших и средних рек, значительно засоренные, извилистые и частично заросшие, каменистые, с неспокойным течением. Периодические (ливневые и весенние) водотоки с крупногалечным или покрытым растительностью ложем. Поймы больших и средних рек, сравнительно разработанные, покрытые травой и частично кустарником	0,050
5	Русла периодических водотоков, сильно засоренные и извилистые. Сравнительно заросшие, неровные, плохо разработанные поймы рек (промоины, кустарник, деревья с наличием заводей). Галечно-валунные русла горного типа. Порожистые участки равнинных рек	0,067
6	Русла и поймы, значительно заросшие (со слабым течением), с большими, глубокими промоинами. Валунные русла горного типа, течение бурное, пенистое	0,080
7	Поймы такие же, как в предыдущей категории, но с сильно неправильным течением, заводями и пр. Горно-водопадного типа русла с крупновалунным извилистым строением ложа, с ярко выраженными перепадами	0,100
8	Горные реки примерно те же, что и в седьмой категории. Реки болотистого типа (заросли, кочки, местами почти стоячая вода). Поймы с очень большими мертвыми пространствами, местными углублениями (озерами и пр.)	0,133
9	Глухие поймы (сплошь лесные)	0,200

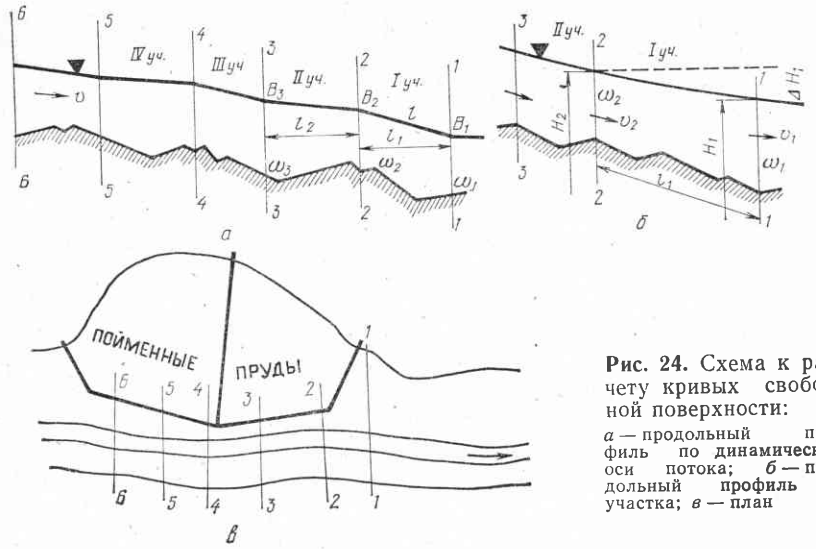


Рис. 24. Схема к расчету кривых свободной поверхности:
а — продольный профиль по динамической оси потока; *б* — продольный профиль 1 участка; *в* — план

тировать сопоставлением изменения вдоль русла остальных гидравлических элементов (живого сечения, ширины поверху, глубины, гидравлического радиуса и т. д.).

Для решения задачи необходимы гидрометрические данные об уклонах водной поверхности в бытовых (нестесненных) условиях, форме русла и коэффициенте шероховатости рассматриваемого отрезка реки. Если коэффициент шероховатости нельзя определить непосредственными полевыми исследованиями, следует пользоваться данными наблюдений на других руслах или табл. 21.

Падение свободной поверхности для любого участка реки, например для первого участка (рис. 24), определяют по уравнению

$$\Delta H_1 = \frac{Q^2}{2g}\left(\frac{1}{\omega_1^2} - \frac{1}{\omega_2^2}\right) + \frac{Q^2}{\omega^2 C^2 R} l_1 ,$$

или

$$\Delta H_1 = \frac{Q^2}{2g}\left(\frac{1}{\omega_1^2} - \frac{1}{\omega_2^2}\right) + \frac{Q^2}{K^2} l_1 .$$

где ω, C, R, K и Q — соответственно средние для данного участка значения площади поперечного сечения, коэффициента Шези, гидравлического радиуса, расходной характеристики и расхода.

Определив падение свободной поверхности на данном участке (методом последовательного приближения), переходят к расчету смежного вышележащего участка.

Порядок вычислений. Имея отметку уреза воды H_1 паводкового расхода расчетной обеспеченности в первом створе, задаются падением свободной поверхности для первого участка ΔH_1, что дает отметку горизонта воды во втором створе $H_2 = H_1 + \Delta H_1$ (это первое приближение).

Затем по данным для поперечных сечений *1—1* и *2—2* находят

$$\omega = (\omega_1 + \omega_2)/2; \quad R = (R_1 + R_2)/2 \quad \text{и} \quad C = (C_1 + C_2)/2$$

или

$$K = (K_1 + K_2)/2 = (\omega_1 C_1 \sqrt{R_1} + \omega_2 C_2 \sqrt{R_2})/2,$$

вычисляют правую часть уравнения и получают значение $\Delta H'_1$. Если $\Delta H'_1$ окажется равным предварительно заданному падению ΔH_1, то расчет первого участка на этом заканчивается, в противном случае вычисления повторяются при новом значении ΔH_1. Закончив расчет первого участка, переходят к следующему.

Если $\omega_1 > \omega_2$, то первое слагаемое правой части уравнения будет отрицательным и им следует пренебречь.

Вычисления следует проводить в табличной форме (табл. 22), а для ускорения процесса расчета целесообразно заранее составить графики ω, C и R, как $f(H)$. В этих графиках должны быть приняты одни и те же отметки, т. е. они должны быть построены по отношению к одному и тому же горизонту.

Таблица 22

Расчет элементов кривой свободной поверхности

№ створа	H	ΔH	ω_1	ω_2	$1/\omega_1^2 - 1/\omega_2^2$	K_1	K_2	$K = (K_1+K_2)/2$	$\Delta H' = \frac{Q^2}{2g} \times [(1/\omega_1^2 - 1/\omega_2^2) + Q^2 l/K^2]$

Примечание. Для определения коэффициента Шези, входящего в расходную характеристику, следует пользоваться рис. 57, составленным по полной формуле Павловского.

Рассчитанную таким образом кривую наносят на продольный профиль русла реки. По ней определяют элементы наиболее стесненного сечения, для которого находят скорость потока, и делают заключение о необходимости крепления внешнего откоса дамбы.

Водосбросные сооружения

Типы водосбросных сооружений

Водосбросные сооружения (водосбросы) служат для пропуска расчетных максимальных расходов весеннего половодья, дождевых паводков и других неиспользуемых излишков воды во избежание переполнения водохранилища (головного или руслового нагульного пруда).

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.

Расчетный максимальный расход воды, который должен быть пропущен через водопропускные сооружения гидроузла, определяют исходя из максимального расхода воды реки в естественном состоянии с учетом трансформации его в емкости проектируемого пруда (водохранилища). При этом величины максимальных расходов воды принимают в соответствии с указаниями по определению гидрологических характеристик с учетом класса капитальности сооружений гидроузла.

Обычно сооружения головных гидроузлов рыбоводных хозяйств относят к IV классу капитальности и рассчитывают на пропуск расходов весеннего половодья и летне-осенних дождевых паводков 1 %-ной обеспеченности.

Применяют водосбросы двух основных типов — автоматические и управляемые (щитовые). В отдельных случаях используют комбинированные сооружения, совмещающие черты автоматического паводкового водосброса и донного водоспуска.

Водосбросы автоматического действия

К водосбросам автоматического действия относят открытые, шахтные и трубчатые сооружения с порогом, располагаемым на отметке НПУ.

Шахтные водосбросы. Получившие широкое распространение сооружения такого типа состоят из вертикальной шахты прямоугольного, шестигранного, круглого или овального сечения, горизонтальной водопроводящей трубы прямоугольного или круглого сечения и водобойного колодца. В зависимости от расчетной пропускной способности водопроводящая труба может быть одно- и двухочковой (рис. 25).

Верх шахты располагается на отметке НПУ. Если водосброс используют для зарыбляемого руслового пруда, то по периметру сливной кромки шахты предусматривают установку рыбозаградительных решеток. В передней стенке шахты обычно устраивают донное отверстие, перекрываемое глубинным затвором с винтовым подъемником, для полного опорожнения пруда. Для обслуживания подъемника и решеток предусматривается служебный мостик, соединяющий шахту с гребнем плотины.

Пропуск паводковых расходов происходит при повышении уровня воды в пруду сверх отметки НПУ, при этом вода сливается в шахту по всему ее периметру. Пропускная способность сооружения зависит от протяженности сливного фронта (т. е. периметра сечения шахты) и высоты слоя воды над порогом водослива, которая может достигать 0,75—1 м и более.

При отсутствии подтопления со стороны водопроводящей трубы пропускную способность шахтного водосброса при шахте любого сечения можно определить с достаточной для практических расчетов точностью по формуле

$$Q = mb\sqrt{2g}\,H^{3/2},$$

где b — периметр сливной кромки шахты, м; g — ускорение силы тяжести, равное 9,81 м/с²; H — напор над порогом водослива, м; m — коэффициент расхода, равный для шахты с плоским гребнем 0,36—0,40.

При шахте круглого сечения с радиусом R расчетная формула принимает вид

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

При значительно затопленной воронке водослива со стороны водопроводящей трубы, т. е. когда $H/R > 1{,}6$, пропускную способность шахтного водосброса определяют по формуле

$$Q = \mu\omega\sqrt{2g\,(H + z_{гр})},$$

где μ — коэффициент расхода, определяемый по сумме сопротивлений от входа в шахту до выходного сечения горизонтальной водопроводящей трубы, равный приблизительно 0,60—0,65; ω — площадь выходного сечения, м²; $z_{гр}$ — превышение гребня шахты над свободной поверхностью воды в выходном сечении.

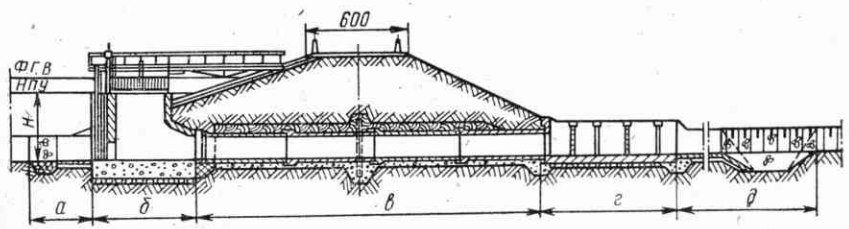


Рис. 25. Шахтный водосброс из сборно-монолитного железобетона на расход до 30 м³/с (по типовому проекту 413—51 Киевского отделения Гидрорыбпроекта):

а — длина понурной части; *б* — длина основания башни; *в* — длина водопроводящей части; *г* — длина водобойного колодца; *д* — длина рисбермы

При проектировании должны быть использованы типовые проекты:

413—51 «Паводковые водосбросы шахтного типа из сборно-монолитного железобетона на расходы 10—20—30 м³/с» при напорах 4, 5 и 6 м с квадратным очертанием шахты (разработан Киевским отделением Гидрорыбпроекта в 1972 г.);

820—210 «Водосбросы-водовыпуски с шахтным оголовком на расход воды до 70 м³/с при перепадах от 5 до 12 м» с шахтой овального очертания из сборно-монолитного и монолитного железобетона (разработан Укргипроводхозом в 1976 г.)

Основные параметры и технико-экономические показатели водосбросов по типовому проекту 413—51 приведены в табл. 23 и 24.

Таблица 23

Основные размерные параметры (в м) паводковых водосбросов шахтного типа из сборно-монолитного железобетона по типовому проекту 413—51 Киевского отделения Гидрорыбпроекта (см. рис. 25)

Пропускная способность, м³/с	Шахта		*а*	*б*	*в*	*г*	*д*
	в плане	высота					
10	2,7×2,7	4	4,3	5,8	20,15	7,0	16,8
		5	4,3	5,8	25,15	7,0	16,8
		6	4,3	5,8	30,15	7,0	16,8
20	4,0×3,4	4	4,3	6,5	20,15	8,0	18,8
		5	4,3	6,5	25,15	8,0	18,8
		6	4,3	6,5	30,15	8,0	18,8
30	4,4×4,4	4	4,3	7,6	20,10	12,3	21,8
		5	4,3	7,6	23,70	12,3	21,8
		6	4,3	7,6	29,10	12,3	21,8

Примечание. *а* — длина понурной части; *б* — длина основания башни; *в* — длина водопроводящей части; *г* — длина водобойного колодца; *д* — длина рисбермы.

Таблица 24

Основные технико-экономические показатели паводковых водосбросов шахтного типа из сборно-монолитного железобетона

(по типовому проекту 413—51 Киевского отделения Гидрорыбпроекта)

Выпуск	Параметры сооружения		Бетон, м³	Железобетон, м³		Арматура, т	Металлоконструкции, т
	расход, м³/с	высота шахты, м		монолитный	сборный		
1	10	4	44	103	17	6,06	3,05
2	10	5	47	107	19	6,85	3,44
3	10	6	49	111	22	7,45	3,80
4	20	4	102	138	32	8,01	3,45
5	20	5	112	144	38	8,70	3,80
6	20	6	124	148	44	8,92	4,40
7	30	4	56	205	51	13,16	3,85
8	30	5	60	215	59	13,71	4,20
9	30	5	64	223	72	14,49	6,10

Примечание. Оборудование: Металлический скользящий затвор размером 1,31×1,32 м; винтовой подъемник марок 5В и 10В.

Трубчатые водосбросы (рис. 26). Их применяют при расчетных паводковых расходах 10—15 м³/с. Сооружение представляет собой железобетонную трубу,

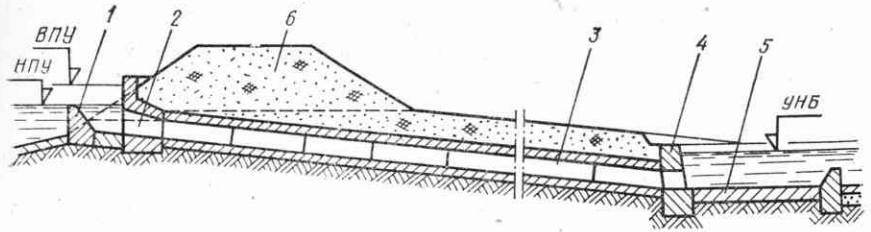


Рис. 26. Трубчатый водосброс:

1 — ковш входного оголовка; *2* — раструб входного оголовка; *3* — водопроводящая часть; *4* — выходной оголовок; *5* — водобойный колодец; *6* — земляная плотина

укладываемую наклонно по типу быстротока на плотный грунт основания под плотиной. Входную часть выполняют в виде ковша с передней и боковыми стенками, верх которых располагают на отметке НПУ. Сливная кромка стенок ковша — плоская шириной поверху 0,4—0,6 м, внутренние плоскости стенок — наклонные с заложением откоса $m=0,5—1$. Водопроводящая труба на входе и выходе имеет оголовки в виде раструба или вертикальной стенки. В конце сооружения располагается водобойный колодец.

Пропускную способность трубчатого водосброса определяют по формуле

$$Q = \sigma M b H_0^{3/2}, \quad м^3/с,$$

где σ — коэффициент затопления, зависящий от горизонта воды в ковше и величины H_0; σ может быть принят равным 0,97—0,99; M — коэффициент расхода; для стенок ковша с вертикальной наружной и наклонной внутренней плоскостями $M=1,86$; b — периметр сливной кромки ковша, м; H_0 — напор на пороге водослива с учетом скорости подхода, м; $H_0=H+v^2_0/2g$.

Щитовые (управляемые) водосбросы

В отличие от водосбросов автоматического действия порог управляемых щитовых водосбросных сооружений располагается ниже НПУ. Регулирование уровня воды в пруду, а также пропускаемого расхода осуществляется с помощью затворов (щитов). Щитовые водосбросы рассчитаны в основном на напоры от 3 до 6 м, поэтому в прудах, полностью спускаемых с большими глубинами, кроме водосбросного сооружения, предусматривается строительство донного водоспуска.

Число и размеры отверстий водосбросов, перекрываемых щитами, определяют, исходя из пропуска максимального расчетного расхода воды при полном открытии всех водосбросных и водоспускных отверстий с учетом возможности форсирования уровня воды в пруду.

В соответствии со СНиП II—50—74 пролет (ширину) и высоту водопропускных отверстий, перекрываемых затворами, следует принимать исходя из следующих данных.

Размеры прямоугольных отверстий водосбросных сооружений, перекрываемых затворами

Пролет (ширина) отверстия, м	0,4	0,6	0,8	11,25	1,5	1,75	2	
Высота отверстия, м	0,6	0,8	1,25	1,5	1,75	2	2,5	
Пролет (ширина) отверстия, м	2,25	2,5	3	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0
Высота отверстия, м	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5

Примечания: 1. За пролет отверстия принимается размер в свету между боковыми гранями сооружений.

2. За высоту отверстия принимается для поверхностных отверстий — размер от порога до нормального подпорного уровня воды; для глубинных отверстий — размер от порога до верхней грани отверстия.

3. В рыбохозяйственном строительстве максимальный пролет отверстия водосброса не превышает 6 м, высота — 4,5 м.

В рыбохозяйственном строительстве используют два типа щитовых водосбросов: закрытые с водопроводящей частью в виде одно-, двух-, трех- или четырехочковой железобетонной трубы прямоугольного сечения и открытые. В зависимости от топографических условий сооружения могут быть с перепадом или без него.

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

Флютбет представляет собой основание сооружения, по которому проходит поток воды из верхнего в нижний бьеф. Он состоит из понура, сливной части, водобоя и рисбермы. Понур — водонепроницаемая часть флютбета, которая находится перед щитовой линией сооружения, предохраняет от размыва участок перед затворами и препятствует фильтрации воды в грунт основания. Длину понура обычно принимают равной 1,5—2,5 Н. Водобой — часть флютбета, расположенная за щитами и воспринимающая удары воды при пропуске ее из верхнего бьефа в нижний. Длину водобоя принимают равной 2—3Н. Слив, расположенный ниже водобоя, представляет собой горизонтальный участок, соединяющий водобой с рисбермой, или быстроток определенного уклона с водобойным колодцем. Рисберма находится за сливом и предохраняет от размыва участок между выходом из сооружения и отводящим каналом, создавая плавный переход от больших скоростей на сливе к допустимым скоростям в конце ее.

Толщину флютбета и его длину устанавливают на основании гидротехнического расчета, которым определяют также скорость, напор и расход грунтового потока под сооружением. При этом длина флютбета (его подземного контура) должна обеспечивать гашение напора фильтрационных вод.

В расчетах целесообразно пользоваться простым и точным методом линейной контурной фильтрации, основанным на том, что фильтрация происходит по подземному контуру флютбета, а падение напора фильтрационного потока пропорционально величине пройденного пути. Во избежание вымывания частиц грунта из основания сооружения длину подземного контура флютбета в зависимости от грунтов основания принимают в 2—3 раза большей величины действующего напора. При этом учитывают, что гашение напора на вертикальных участках контура флютбета в 1,5—3 раза интенсивнее, чем на горизонтальных. Поэтому расчетную длину подземного контура определяют как сумму длин вертикальных участков и одной третьей части суммы длин горизонтальных участков, т. е.

$$L_0' = \Sigma L_в + \Sigma L_г/3,$$

где L'_0 — расчетная длина подземного контура флютбета, м; $\Sigma L_в$ — сумма длин вертикальных участков контура, м; $\Sigma L_г$ — сумма длин горизонтальных участков, м.

Минимальная необходимая длина расчетного пути фильтрации

$$L_0 = C_0 H \text{ м},$$

где H — максимальный действующий напор, м; C_0 — коэффициент, учитывающий грунт основания, принимаемый из следующего вывода:

Ил	8,0	Галечник	3,0
Песок		Торф	
мелкозернистый	6,0	разложившийся	8,0
среднезернистый	5,0	неразложившийся	5,0
крупнозернистый	4,0	Лесс	4—3,5
Гравий	3,5	Суглинок	3,5—3,0

Фильтрационный напор на флютбет сооружения в любом произвольно выбранном сечении, удаленном на расстояние L_x от конца флютбета, определяют по формуле

$$h_x = L_x/C_0' \text{ м},$$

где $C'_0 = L'_0/H$ — фактическое значение коэффициента.

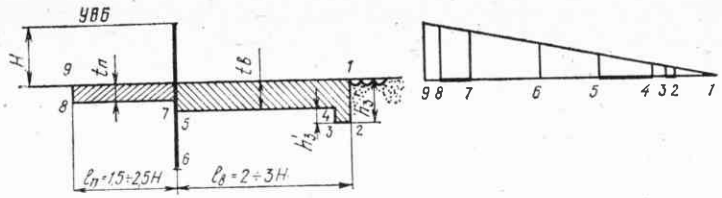


Рис. 27. Схема к гидротехническому расчету флютбета

Толщина флютбета в этом сечении

$$t_x = \frac{nh_x}{\gamma_{кл} - 1} \text{ м},$$

где n — коэффициент запаса, принимаемый для сооружений IV класса равным 0,75—0,8; h_x — фильтрационный напор, м; $\gamma_{кл}$ — объемная масса кладки флютбета; для бетона и железобетона $\gamma_{кл} = 2{,}2—2{,}5$ т/м³.

Максимальное фильтрационное давление, а следовательно, и максимальная толщина флютбета будут в сечении, совпадающем со щитовой линией.

Указанная формула действительна для сооружения разрезной конструкции, где флютбет отделен от устоев и бычков сооружения конструктивными швами. В сооружениях неразрезной «доковой» конструкции, в которых флютбет представляет собой единое целое с устоями и бычками, следует учитывать их общую массу. При этом может быть достигнуто существенное уменьшение толщины флютбета и снижение материалоемкости.

Общепринятым является следующий порядок проектирования флютбета (рис. 27):

1) принимают конструкцию, длину и толщину понура и водобоя;

2) подсчитывают фактическую длину флютбета, приведенную к вертикальному пути

$$L_0^* = \Sigma L_в + \Sigma L_г/3 = t_п + (t_в - t_п) + 2S + h_з' + h_з + (l_г + l_в)/3;$$

3) определяют минимально необходимую длину пути фильтрации по формуле

$$L_0 = C_0 H.$$

Если $L'_0 < L_0$, то требуется увеличить длину пути фильтрации, например за счет забивки шпунта вдоль щитовой линии или устройства зуба; при этом глубина забивки шпунта (закладки зуба) должна составлять

$$h_{шпунта} \geqslant (L_0 - L_0')/2 \geqslant 2 - 3 \text{ м};$$

4) определяют толщину флютбета в характерных сечениях по формуле

$$t_x = (nh_x)/(\gamma_{кл} - 1).$$

Флютбет можно рассчитывать, помимо метода линейной контурной фильтрации, способом построения гидродинамических сеток, на которых показывают линии токов, огибающие сооружение снизу, и перпендикулярные к ним линии равных напоров. Сетки строят графически.

Устои представляют собой 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 т. п.

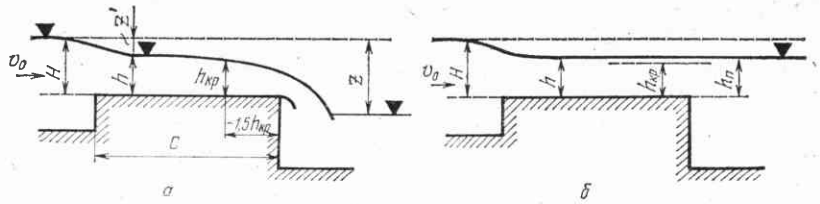


Рис. 28. Расчетные схемы водослива с широким порогом:
а — неподтопленным; *б* — подтопленным

В рыбохозяйственном строительстве применяют металлические, плоские или сегментные рабочие затворы, перекрывающие отверстия размерами до 6 м при высоте до 4,5 м. Ремонтные затворы представляют собой шандоры из дерева или металла с деревянным уплотнением.

Служебный мостик предназначен для работы обслуживающего персонала по управлению подъемными механизмами и приспособлениями. Он может быть и пешеходным и проезжим мостом, предназначенным для прохода по нему автотранспорта внутри хозяйства. Если через водосбросное сооружение необходим транзитный проезд транспорта, то предусматривается отдельный проезжий мост.

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 запонь из бревен, связанных между собой тросами. Применяют также льдозащитные стенки из деревянных и железобетонных свай. Наиболее надежным сооружением является льдозащитная стенка в виде арки из железобетонных свай с монолитным железобетонным поясом, защищенным деревянными коротышами. Концы арки опираются на устои водосброса или в специальные опоры из наклонно забитых свай (см. рис. 32).

Гидравлический расчет пропускной способности щитового паводкового водосброса осуществляют по формулам прямоугольного водослива с широким порогом, который может быть неподтопленным и подтопленным (рис. 28).

Подтопленным считается водослив при перепаде $z<H—h_{кр}$, т. е. при глубине подтопления $h_п>h_{кр}$.

Неподтопленный водослив. Глубину на пороге обычно принимают равной критической глубине

$$h = h_{кр} = \frac{2\varphi^2}{1+2\varphi^2} H_0 = \sqrt[3]{2m^2}\, H_0 \approx 0{,}6H_0,$$

где φ — коэффициент скорости; m — коэффициент расхода.

Пропускную способность определяют по формуле

$$Q = mb\sqrt{2g}\, H_0^{3/2}$$

или

$$Q = MbH_0^{3/2},$$

где

$$M = m\sqrt{2g}.$$

Числовые значения коэффициентов приведены в табл. 25 (по Павловскому).

Подтопленный водослив. Глубину на пороге в этом случае принимают равной глубине подтопления, т. е. $h_п=h$. Расход определяют по формуле

$$Q = \varphi b h_п \sqrt{2g(H_0 - h_п)} = \varphi b h_п \sqrt{2gz_0},$$

где $z_0=H_0—h_п$ или по формуле

$$Q = m\sigma_п b\sqrt{2g}\, H_0^{3/2},$$

Таблица 25

Значения коэффициентов скорости и расхода к расчету водослива с широким порогом

Условия истечения	φ	m	$M=m\sqrt{2g}$	$k=h_{кр}/H_0$
При отсутствии гидравлических сопротивлений	1	0,385	1,70	0,667
При хорошо подобранной форме входа	0,95	0,365	1,62	0,645
Порог с закругленным входным ребром	0,92	0,350	1,55	0,630
При притупленном входном ребре	0,88	0,335	1,48	0,610
При незакругленном входном ребре (острая кромка)	0,85	0,320	1,42	0,590
При неблагоприятных гидравлических условиях входа (острое, неровное входное ребро)	0,80	6,300	1,33	0,560

где φ — коэффициент скорости; $\sigma_п$ — коэффициент подтопления, зависящий от отношения $h_п/H_0$ и принимаемый из вывода (по Березинскому).

$h_п/H_0$	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98
$\sigma_п$	1,00	0,99	0,97	0,95	0,90	0,84	0,72	0,70	0,65	0,59	0,50	0,40

Сопряжение бьефов в водосбросных сооружениях обычно происходит с образованием гидравлического прыжка, который представляет собой резкий переход от глубины $h_1<h_{кр}$ к глубине $h_2>h_{кр}$, происходящий на сравнительно небольшой длине $l_п$, называемой длиной прыжка. Глубины h_1 и h_2 до и после прыжка называются сопряженными.

Критическую глубину $h_{кр}$ определяют по формуле (для прямоугольного русла)

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}},$$

где α — коэффициент Кориолиса, равный 1,05—1,10; q — удельный расход, м²/с;

$$q = Q/b,$$

где b — ширина русла, м.

Сопряженные глубины определяют по формулам

$$h_1 = \frac{h_2}{2}\left[\sqrt{1+\frac{8\alpha q^2}{gh_2^3}} - 1\right];$$

$$h_2 = \frac{h_1}{2}\left[\sqrt{1+\frac{8\alpha q^2}{gh_1^3}} - 1\right],$$

которые решают путем подбора. Расчеты можно производить с использованием графика (рис. 29) зависимости $\xi_2=f(\xi_1)$, где $\xi_1=h_1/h_{кр}$; $\xi_2=h_2/h_{кр}$.

В водосбросных сооружениях со сливной частью за водобоем могут быть три формы сопряжения бьефов: с отогнанным прыжком, с прыжком в критическом состоянии и надвинутым (затопленным) прыжком. Форму сопряжения определяют следующим образом.

1. Определяют напор на водосливе по формуле

$$H_0 = H + v_0^2/2g = \sqrt[3]{q^2/2gm}.$$

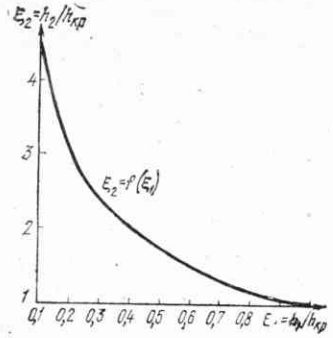


Рис. 29. График для определения сопряженных глубин в прямоугольном русле

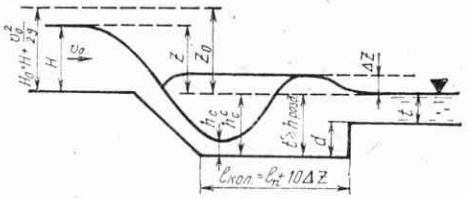


Рис. 30. Схема к расчету водобойного колодца

2. Определяют глубину в «сжатом сечении», т. е. глубину в нижнем бьефе у основания слива, путем решения уравнения

$$q = \varphi h_c \sqrt{2g\,(p + H_0 - h_c)}.$$

3. Определяют «раздельную глубину», сопряженную с глубиной h_c в сжатом сечении

$$h_{разд} = \frac{h_c}{2}\left[\sqrt{1 + 8\,(h_{кр}/h_c)^3} - 1\right].$$

После этого по условию $h_{разд} < t$, где t — бытовая глубина в нижнем бьефе, решают вопрос о форме сопряжения:

при $h_{разд} > t$ прыжок отогнан,

при $h_{разд} = t$ — критическое состояние прыжка,

при $h_{разд} < t$ прыжок затоплен.

Глубину в сжатом сечении определяют путем подбора, методом последовательного приближения или путем графоаналитического построения кривой, при этом коэффициент скорости φ может быть принят равным 0,80—0,95.

Если сопряжение бьефов происходит с отогнанным прыжком, то устраивается водобойный колодец или водобойная стенка, назначение которых увеличение глубины за сооружением до таких пределов, при которых прыжок оказывается затопленным и устраняется явление отгона (рис. 30).

Глубину колодца d определяют из условия получения в нижнем бьефе глубины t', равной или больше раздельной глубины $h_{разд}$ (сопряженной с глубиной h_c в сжатом сечении):

$$t' = d + t + \Delta z \geqslant h_{разд},$$

где Δz — перепад, образующийся на выходе потока из водобойного колодца в русло нижнего бьефа

$$\Delta z = v_б^2/(\varphi^2 2g) - v_0^2/2g,$$

где φ — коэффициент скорости, равный 0,80—0,95; $v_б$ — средняя скорость в нижнем бьефе при бытовой глубине, м/с; v_0 — средняя скорость в водобойном колодце, равная q/t', м/с.

В расчетах с «запасом» величиной Δz пренебрегают и глубину водобойного колодца находят по уравнению

$$d = [(1{,}05 \div 1{,}10)\, h_c [\sqrt{1 + 8\,(h_{кр}/h_c)^3} - 1)]/2] - t,$$

которое решают методом последовательного приближения в табличной форме.

Длину водобойного колодца водосбросного сооружения с пологим сливом и «сжатым сечением», расположенным непосредственно у подошвы слива, мож-

Таблица 26

Основные технико-экономические показатели щитовых паводковых водосбросов по типовым проектам Гидрорыбпроекта и его Киевского отделения

Выпуск	Шифр	Наименование	Расход, м³/с	Железобетон монолитный, м³	Бетон, м³	Арматура, т	Металлоконструкции
		Типовой проект 413-32 Киевского отделения Гидрорыбпроекта					
1	ПЗВ-1	Щитовой водосброс закрытого типа на напор 3 м без перепада	25	142,1	48,2	19,4	3,5
2	ПЗВ-2		50	217,2	77,4	28,7	5,4
3	ПЗВ-3		75	291,3	105,7	36,7	7,6
4	ПЗВ-4		100	416,1	124,9	48,7	9,3
5	ПЗВ-5	То же, с перепадом 1 м	25	205,3	64,6	22,4	3,5
6	ПЗВ-6		50	228,3	93,0	32,3	5,4
7	ПЗВ-7		75	370,0	127,7	41,6	7,6
8	ПЗВ-8		100	438,5	174,5	51,8	9,3
9	ПЗВ-9		25	205,6	65,5	22,9	3,5
10	ПЗВ-10	То же, с перепадом 2 м	50	288,8	94,3	32,5	5,4
11	ПЗВ-11		75	371,0	129,4	41,8	7,6
12	ПЗВ-12		100	493,3	176,6	62,2	9,3
13	ПЗВ-13		25	206,0	66,5	23,0	3,5
14	ПЗВ-14	То же, с перепадом 3 м	50	289,6	95,6	36,0	5,4
15	ПЗВ-15		75	371,7	131,1	45,3	7,6
16	ПЗВ-16		100	509,5	178,7	52,5	9,3
		Типовой проект 413-36 Киевского отделения Гидрорыбпроекта					
1	ЩВЗ-1	Щитовой водосброс на напор 4 м без перепада	40	236	79	28,7	7,9
2	ЩВЗ-2		80	286	133	43,1	12,2
3	ЩВЗ-3		120	540	208	58,6	16,6
4	ЩВЗ-4		160	672	285	74,6	20,5
5	ЩВЗ-5	То же, с перепадом 1 м	40	270	100	30,7	7,9
6	ЩВЗ-6		80	424	162	46,8	12,2
7	ЩВЗ-7		120	571	243	63,6	16,6
8	ЩВЗ-8		160	708	327	79,4	20,5
9	ЩВЗ-9	То же, с перепадом 2 м	40	270	100	31,2	7,9
10	ЩВЗ-10		80	425	163	46,8	12,2
11	ЩВЗ-11		120	572	241	63,7	16,6
12	ЩВЗ-12		160	708	328	79,4	20,5
13	ЩВЗ-13	То же, с перепадом 3 м	40	286	104	32,4	7,9
14	ЩВЗ-14		80	443	167	49,5	12,2
15	ЩВЗ-15		120	598	245	56,6	16,6
16	ЩВЗ-16		160	738	329	82,1	20,5
		Типовой проект 820-59 Гидрорыбпроекта					
		Водосброс с сегментными затворами на напор 4,5 м, перепад 3 м	160	2608	87	137	38,9
		Типовой проект 820-60 Гидрорыбпроекта					
		Водосброс с сегментными затворами на напор 4,5 м, перепад 3 м	250	3509	87	169,6	52,4

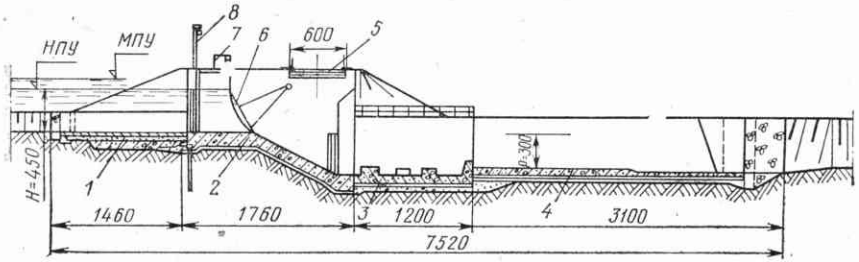


Рис. 31. Паводковый водосброс из монолитного железобетона с сегментными затворами на расход 160 м³/с, напор 4,5 м и перепад 3 м (по типовому проекту 820-59 Гидрорыбпроекта):

1 — понур; *2* — водослив; *3* — водобойный колодец; *4* — рисберма; *5* — автодорожный мост; *6* — сегментный затвор; *7* — электрическая лебедка; *8* — монорельс

но принимать равной длине прыжка с некоторым запасом, который Павловский определил как величину, равную десятикратному перепаду.

По опытным данным длина прыжка равна

$$l_{\text{п}} = (4 \div 5)(h_2 - h_1) \text{ м}.$$

Таким образом, расчетная длина водобойного колодца (м) составляет

$$l_{\text{кол}} = (4 \div 5)(h_2 - h_1) + 10\Delta z.$$

При проектировании следует использовать типовые проекты (табл. 26):

413-32 «Щитовые водосбросы закрытого типа на расходы 25, 50, 75, 100 м³/с, напор 3 м с перепадом 1, 2, 3 м и без перепада»;

413-36 «Щитовые паводковые водосбросы закрытого типа из сборно-монолитного железобетона на расход 40, 80, 120 и 160 м³/с, напор 4 м без перепада и с перепадом 1,2 и 3 м»;

820-59 «Водосброс паводковый из монолитного железобетона с сегментными затворами на расход 160 м³/с, напор 4,5 м и перепад 3 м» (рис. 31);

820-60 «Водосброс паводковый из монолитного железобетона с сегментными затворами на расход 250 м³/с, напор 4,5 м и перепад 3 м».

Основные технико-экономические показатели льдозащитных стенок по типовому проекту 43—30 Киевского отделения Гидрорыбпроекта приводятся в табл. 27.

Таблица 27

Технико-экономические показатели льдозащитных стенок по типовому проекту 413-30 Киевского отделения Гидрорыбпроекта (рис. 32)

Показатели	Единица измерения	Количество по типоразмерам стенок				
		ЛЗС-20	ЛЗС-30	ЛЗС-40	ЛЗС-50	ЛЗС-60
Пролет	м	22	30	41,2	52	60
Трудоемкость	чел.-день	521	706	828	1057	1253
Объем железобетона	м³	32,3	41,6	50,7	66,6	67,9
Железобетонные сваи	м³	15,4	26,4	53,4	62,1	71,0
Расход арматурной стали	т	9,4	15,4	25,7	28,0	33,0
Масса металлоконструкций	т	8,0	13,7	18,4	20,8	24,8
Крепление	м²	336,0	470,0	635,0	681,0	960,0

Примечание. Оборудование: таль грузоподъемностью 0,5 т — 2 шт.; кошка грузоподъемностью 1 т — 2 шт.

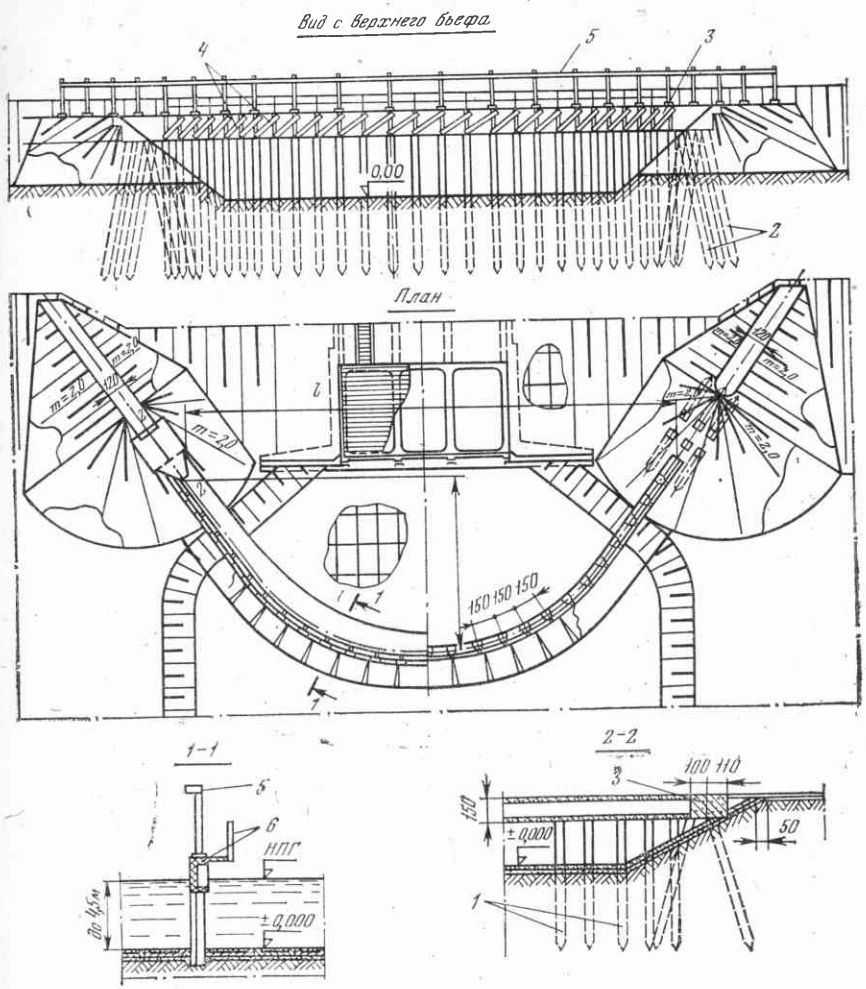


Рис. 32. Льдозащитная стенка с рыбозаградителем для водосбросов с напором до 4,5 м и расходом 250 м³/с (по типовому проекту 413-30 Киевского отделения Гидрорыбпроекта):

1 — вертикальные сваи, *2* — наклонные сваи козловых опор; *3* — арочное верхнее строение; *4* — деревянные коротыши; *5* — тельферный путь; *6* — служебный мостик

Строительство водосбросных сооружений

Водосбросные сооружения на рыбоводных прудах рекомендуется строить до начала работ по устройству подводящего и отводящего каналов и возведению земляной плотины на участке сооружения. При производстве строительно-монтажных работ следует руководствоваться строительными нормами и правилами производства и приемки строительно-монтажных работ и правилами по технике безопасности (СНиП III—4—79).

Земляные работы выполняют в следующей последовательности:

1) снятие растительного грунта с поверхности котлована бульдозером и перемещение его в отвал;

2) разработка грунта в котловане экскаватором-драглайном в отвал и последующее перемещение его из отвала во временные кавальеры бульдозером;

3) доработка дна котлована до проектных отметок бульдозером и вручную;

4) обратная засыпка «пазух» сооружения грунтом с тщательным уплотнением. При этом если сооружение возводят на песчаных грунтах, засыпку необходимо осуществлять песчаным грунтом с увлажнением и послойным уплотнением имеющимися механизмами до $K \geqslant 0{,}95$. При строительстве на суглинистых грунтах обратную засыпку выполняют местным грунтом при оптимальной влажности, определяемой по зависимости

$$W_{опт} = W_p \pm 2\%,$$

где W_p — предел раскатывания.

Грунт обратной засыпки должен быть послойно уплотнен до объемной массы скелета

$$\gamma_{ск} = \frac{\gamma_0 \gamma_в (1 - v_0)}{\gamma_в + 0{,}01 W_{опт} \gamma_0 \gamma_в},$$

где γ_0 — плотность грунта основания, кг/м³; $\gamma_в$ — плотность воды, кг/м³; v_0 — объем воздуха в порах грунта (для ориентировочных расчетов может быть принят равным 0,04).

Перед обратной засыпкой сооружения необходимо осуществить контрольную проверку плотности грунта путем уплотнения имеющимися механизмами с последующим лабораторным анализом.

Бетонные и железобетонные работы выполняют в следующей последовательности.

1. Заготовка арматуры, опалубки и приготовление бетонной смеси на строительном дворе.

2. Транспортировка опалубки, арматуры, бетонной смеси и сборных железобетонных элементов к месту установки бортовыми автомашинами и автосамосвалами.

3. Установка арматуры, опалубки, пазовых стальных конструкций, сборных железобетонных элементов и подача бадей с бетоном автокранами или экскаваторами с крановым оборудованием.

4. Уплотнение бетона в сооружении с помощью внутренних и поверхностных вибраторов.

Донные водоспуски и рыбоуловители

Донные водоспуски

Донные водоспуски предназначены для полного сброса воды из прудов, перепуска рыбы в камеры облова или рыбоуловители, пропуска бытовых расходов воды и регулирования уровней воды в прудах. Донные водоспуски руслових прудов могут быть использованы для пропуска паводковых расходов. В период строительства головного узла сооружений донный водоспуск может быть использован также для пропуска расчетных строительных расходов.

Донный водоспуск, как правило, расположенный в наиболее низком месте водоема, представляет собой закрытое трубчатое сооружение с входным оголовком в виде башни и водобойным колодцем. В башне находятся щиты, шандоры и рыбозаградительные решетки с подъемниками. С гребнем плотины башню соединяет служебный мостик. Водобойный колодец донных водоспусков нерестовых, мельковых, выростных и зимовальных прудов обычно используют в качестве прямоточной камеры облова, для чего в нем предусмотрены дополнительные пазовые конструкции для шандор и решеток, а также приспособления для установки сетчатых контейнеров. Для строительства донных водоспусков используют сборный и монолитный железобетон. В отдельных случаях водопроводящую часть сооружения можно выполнять из асбестоцементных, а при надлежащем обосновании — из металлических труб с соответствующей гидроизо-

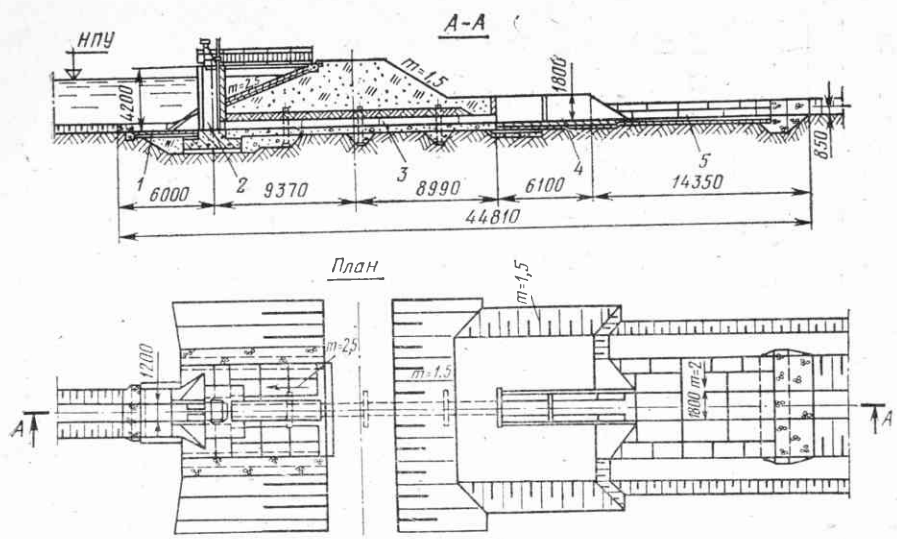


Рис. 33. Донный водоспуск на напор 3,5 м и расход 1,53 м³/с (по типовому проекту 413-10/71 Гидрорыбпроекта):
1 — понур; *2* — оголовок; *3* — водопроводящая часть; *4* — водобой; *5* — рисберма

ляцией. Во избежание фильтрации по контакту трубы с грунтом тела плотины, вдоль трубы устанавливают диафрагмы (рис. 33).

В табл. 28 приведены параметры донных водоспусков прудов различных категорий.

Таблица 28

Основные параметры донных водоспусков рыбоводных прудов

Категория прудов	Напор, м	Диаметр трубы, м
Нерестовые и мальковые	1,0—1,5	0,3—0,4
Выростные	1,5—2,5	0,4—0,6
Нагульные пойменные	2,5—3,5	0,6—1,0
Зимовальные	2,5—3,5	0,6—1,0
Нагульные русловые	3,0—5,0	1,0—1,2
Головные	4,0—7,0	1,0—1,2

Пропускную способность донного водоспуска определяют по формуле

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

где ω — площадь сечения трубы, м²; H — действующий напор, м; μ — коэффициент расхода, определяемый по формуле

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1{,}5 + (\lambda L/d)}},$$

где λ — коэффициент, зависящий от материала трубы, равный 0,02—0,0222; L — длина трубы, м; d — диаметр трубы, м.

Коэффициент расхода может быть принят равным 0,135—0,145. Для донных водоспусков с трубами диаметром 40, 60, 100 и 120 см пропускную способность можно определить по графикам (рис. 34).

Таблица 29

Характеристика донных водоспусков конструкции Гидрорыбпроекта (рис. 33)

Напор, м	Расход, м³/с	Диаметр трубы, см	Размеры, м										
			H_1	h	h_1	b_1	b_2	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	L
1,5	0,38	40	2,0	1,35	0,5	1,0	1,0	4,0	5,3	5,47	3,0	9,35	27,12
2,0	0,45	40	2,65	1,35	0,6	1,0	1,0	4,0	5,32	5,47	3,0	9,35	27,14
2,0	0,98	60	2,80	1,35	0,7	1,2	1,5	4,0	6,42	6,93	3,0	13,15	33,50
2,5	0,52	40	3,20	1,35	0,6	1,0	1,0	4,0	6,07	7,23	3,0	10,15	30,45
2,5	1,16	60	3,20	1,80	0,85	1,2	1,5	5,5	6,32	7,03	3,0	13,90	35,75
3,0	1,33	60	3,70	2,10	0,85	1,2	1,5	5,5	9,37	6,48	5,85	11,50	38,70
3,0	3,28	100	3,80	1,80	1,50	1,5	2,4	6,0	9,65	6,24	6,17	17,35	45,41
3,5	1,58	60	4,20	1,80	0,85	1,2	1,8	6,0	9,37	8,99	8,10	14,35	44,81
3,5	3,70	100	4,30	1,80	1,40	1,5	2,4	6,0	9,65	8,75	6,17	17,35	47,92
4,0	3,93	100	4,80	2,25	1,45	1,2	2,4	6,5	9,65	11,25	8,21	17,35	52,96
4,0	3,93	100	5,55	2,25	1,45	1,5	2,4	6,5	14,03	11,88	8,21	17,35	57,97
4,0	5,53	120	4,80	2,25	1,50	1,7	3,6	6,5	9,65	11,25	8,23	17,35	52,98
4,0	5,53	120	5,55	2,25	1,60	1,0	3,6	6,5	14,03	11,88	8,23	17,35	57,99
5,0	4,49	100	6,62	2,25	1,40	1,5	3,6	7,5	16,90	14,02	8,23	17,35	64,00
5,0	6,36	120	6,60	2,25	1,75	1,2	3,6	7,5	16,90	14,02	10,25	20,35	69,02
6,0	4,98	100	7,65	2,25	1,60	1,5	3,6	9,0	16,78	16,65	10,25	20,35	73,03
6,0	7,09	120	7,65	2,25	1,70	1,7	4,2	9,0	16,81	16,65	10,24	20,35	73,05

Примечание. При одинаковых расчетных напорах и расходах воды донные водоспуски с меньшей высотой башни предназначены для пойменных прудов, с большей—для русловых.

Рис. 34. Совмещенные графики пропускной способности донных водоспусков. Графики составлены для водоспусков без рыбозаградительных решеток. Пропускную способность водоспусков с решетками (при их засорении до 50 % площади живого сечения) определяют по напору $H_1 = H - 0{,}015H$.

Параметры водобойных колодцев донных водоспусков рассчитывают по общепринятой методике, изложенной выше (см. с. 61—64).

При проектировании донных водоспусков следует пользоваться типовыми проектами, разработанными Гидрорыбпроектом, которые охватывают весь диапазон напоров и расходов воды рыбоводных прудов любых категорий (табл. 29 и 30).

Таблица 30

Основные технико-экономические показатели донных водоспусков конструкции Гидрорыбпроекта

Напор, м	Расход, м³/с	Диаметр трубы, см	Расход железобетона				Расход стали, т	Расход цемента, т	Расход бетона, м³
			всего м³	в том числе сборного м³					
1,5	0,38	40	14,3	4,2			1,24	5,5	6,4
2,0	0,45	40	20,3	4,9			1,44	7,0	7,2
2,0	0,98	60	24,0	7,5			2,36	8,8	10,1
2,5	0,52	40	22,5	6,7			1,65	7,6	7,1
2,5	1,16	60	30,6	11,6			2,83	10,3	9,2
3,0	1,33	60	35,2	13,4			3,18	11,9	11,1
3,0	3,28	100	46,4	22,1			4,25	17,0	17,6
3,5	1,53	60	40,9	16,1			3,46	14,0	13,0
3,5	3,70	100	48,5	23,4			4,50	18,2	19,6
4,0	3,93	100	61,2	30,8			5,51	22,4	21,3
4,0	3,93	100	65,6	34,2			6,18	24,6	25,4
4,0	5,52	120	64,5	34,3			6,19	24,0	25,3
4,0	5,53	120	74,3	38,5			6,76	27,3	27,4
5,0	4,49	100	75,2	38,8			7,17	28,3	30,8
5,0	6,36	120	89,1	49,2			8,37	32,1	30,5
6,0	4,98	100	89,8	47,4			8,67	33,2	34,9
6,0	7,09	120	96,0	52,3			9,74	36,9	41,6

Рыбоуловители

Рыбоуловитель (рис. 35) представляет собой комплекс гидротехнических сооружений, включающий перегораживающее сооружение с рыбозаградительными решетками на сбросном канале, камеру рыбоуловителя, водовыпуск в нее и водовыпуск из нее. Он расположен ниже донного водоспуска и предназначен для концентрации, содержания и порционного отлова выращенной в прудах рыбы. К рыбоуловителю относится также съезд с внутрихозяйственной автодороги и площадка для размещения механизмов и оборудования по облову, сортировке, взвешиванию и погрузке рыбы. В отдельных случаях, когда в осенний период горизонты воды в реке расчетной обеспеченности не позволяют

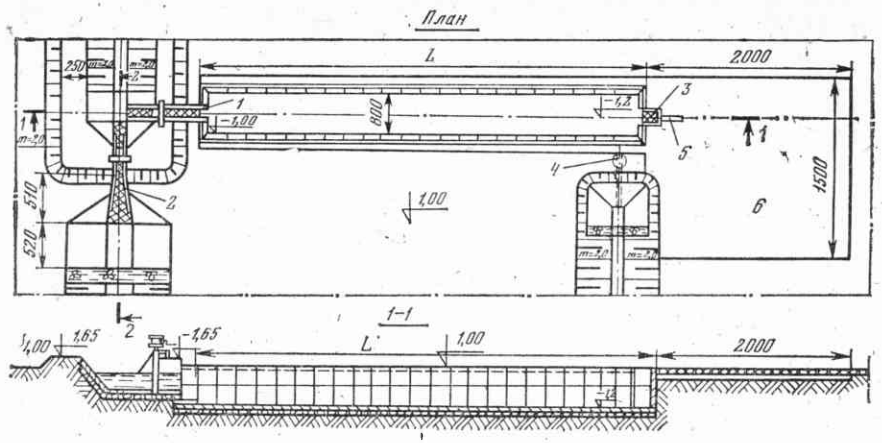


Рис. 35. Рыбоуловитель из сборно-монолитного железобетона:

1 — рыбовыпуск; *2* — перегораживающее сооружение на сбросном канале; *3* — камера облова; *4* — донный водоспуск; *5* — патрубок для подачи чистой воды; *6* — площадка для установки механизмов выгрузки и транспортировки рыбы

осуществлять опорожнение пруда и водообмен в рыбоуловителе самотеком, предусматривают передвижную или стационарную насосную станцию (распространены в рыбоводных хозяйствах Прибалтики).

Дно камеры рыбоуловителя обычно расположено на 0,8—1,2 м ниже порога донного водоспуска, поэтому перегораживающее сооружение на сбросном канале проектируют с соответствующим перепадом.

Вместимость камеры рыбоуловителя рассчитывают на прием всей выращенной в пруды рыбы или ее части. При содержании рыбы в камере в течение до 1 мес отношение массы рыбы к объему воды должно составлять 1 : 4, более 1 мес 1 : 7÷1 : 10.

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. Выбор схемы размещения рыбоуловителя определяется конфигурацией, размерами и рельефом участка, а также характеристикой водоисточника и самого пруда. Так прямоточная схема рыбоуловителя при наличии в ложе пруда ила, сапропеля или легко размываемых торфов неприемлема из-за сильной заиляемости камеры.

Если участок между контурной дамбой и рекой-водоприемником подвержен затоплению паводковыми водами, наиболее целесообразным будет расположение рыбоуловителя параллельно контурной дамбе, так как в этом случае во избежание затопления и заиления камеры его можно обваловать без значительного сужения поймы.

Рыбоуловитель располагают перпендикулярно дамбе пруда при отсутствии затопления поймы паводковыми водами. Как правило, такое расположение оказывается единственно возможным у русловых прудов.

Камера рыбоуловителя представляет собой прямоугольный бассейн трапецеидального или прямоугольного поперечного сечения, дно и стенки (откосы) которого облицованы монолитным или сборным железобетоном. Ширину по дну принимают не более 6—8 м, длина зависит от площади пруда (объема выращенной в нем рыбы) и обычно составляет несколько десятков метров. Глубина воды в камере не превышает 1,0—1,2 м. Так как рыбоуловитель расположен в глубокой выемке, рядом с заполненным прудом в условиях высокого стояния грунтовых вод и усиленной фильтрации во избежание «всплывания» плит крепления под действием фильтрационного противодавления необходимо устройство обратного фильтра и фильтрационных отверстий по всему контуру днища рыбоуловителя.

В настоящее время в связи с внедрением «веерной» схемы компоновки пру-

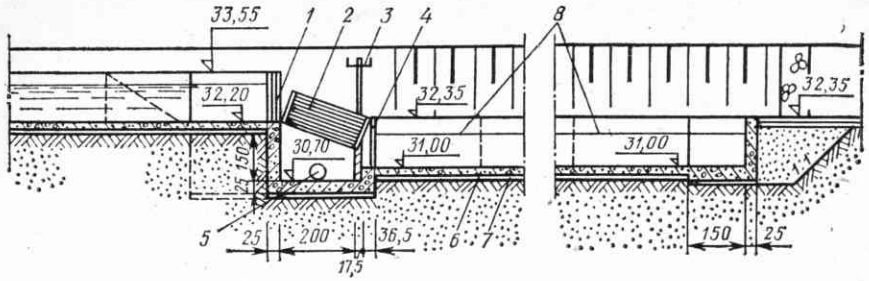


Рис. 36. Незаиляемый рыбоуловитель с водоотделительной решеткой:

1 — паз для шандор; *2* — решетка для перепуска рыбы; *3* — подъемник; *4* — паз для решетки; *5* — стальная труба; *6* — монолитное железобетонное днище; *7* — подготовка из гравия; *8* — блоки

дов с единым узлом облова получила распространение конструкция незаиляемого рыбоуловителя с водоотделительной решеткой на входе в камеру (рис. 36). При сбросе воды из прудов в такой рыбоуловитель попадает лишь рыба, которая соскальзывает в камеру по наклонным стержням водоотделительной решетки, тогда как вода «проваливается» через решетку и уходит по каналу в водоприемник.

В рыбоводных хозяйствах Прибалтики получила распространение технология облова прудов контейнерным способом, при которой вместо рыбоуловителей описанных выше конструкций в водобойной части донного водоспуска предусматривается сравнительно небольшая прямоточная камера облова с поворотной решеткой и двумя контейнерами, загружаемыми рыбой поочередно.

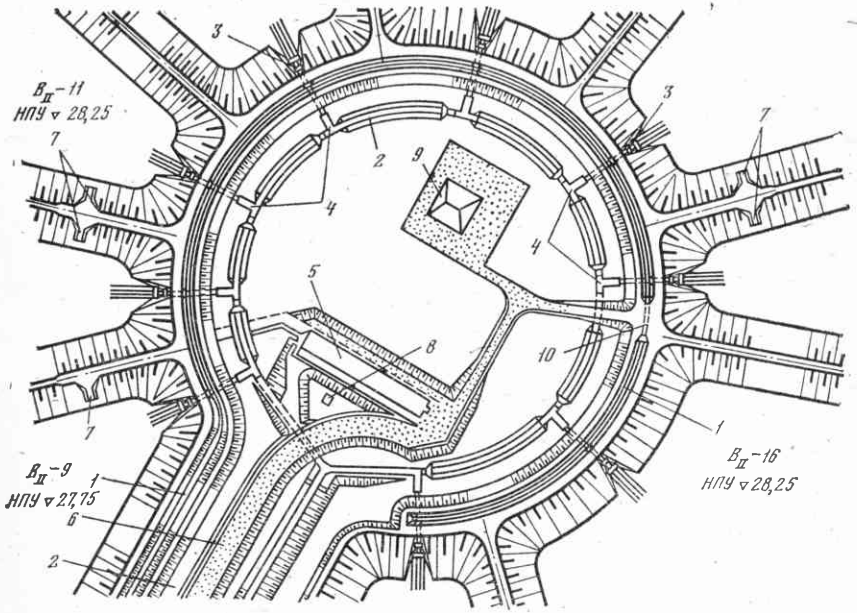


Рис. 37. Узел сооружений водоснабжения, сброса и облова при «веерной» схеме расположения прудов:

1 — водоподающий канал; *2* — сбросной (рыбоходный) канал; *3* — водовыпуск-водоспуск; *4* — перегораживающее сооружение; *5* — рыбоуловитель; *6* — подъездная дорога; *7* — причал; *8* — бригадный дом; *9* — склад удобрений; *10* — труба-переезд

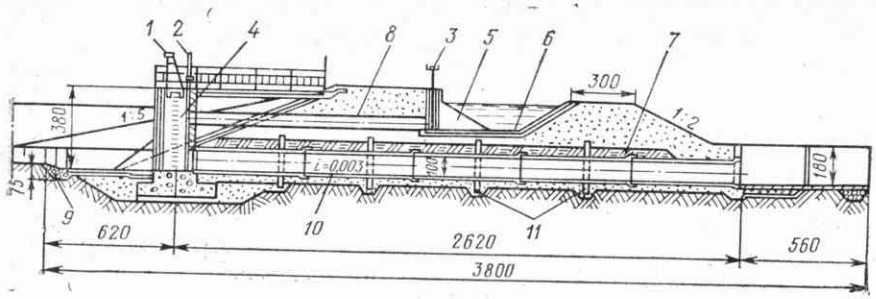


Рис. 38. Донный водоспуск-водовыпуск конструкции Гидрорыбпроекта для выростных и нагульных прудов при «веерной» схеме их расположения:

1 — подъемник для решеток и шандор; *2* — подъемник для рабочего затвора 5 ЭВ; *3* — подъемник затвора водовыпуска 1В; *4* — башня донного водоспуска; *5* — оголовок водовыпуска; *6* — водоподающий канал; *7* — плотно утрамбованный жирный суглинок; *8* — стальная труба; *9* — каменная наброска; *10* — железобетонная труба; *11* — железобетонные диафрагмы

Положительными качествами конструкции является простота и небольшая стоимость, отрицательными — необходимость непрерывного облова, невозможность передерживания рыбы в камере.

При «веерной» схеме расположения прудов (рис. 37) водоподающий и сбросной (рыбоходный) каналы трассируют рядом параллельно один другому. Гидротехнические сооружения — водовыпуски из водоподающего канала в пруды и донные водоспуски — расположены на крайне ограниченном пространстве, причем трубы донных водоспусков неизбежно пересекаются водоподающим каналом, насыпь которого одновременно служит контурной дамбой прудов.

Применительно к «веерной» схеме Гидрорыбпроектом разработана конструкция универсального двухъярусного гидротехнического сооружения водоспуска-водовыпуска, позволяющего осуществить подачу воды в пруд и его опорожнение в одной точке (рис. 38).

Сооружение представляет собой соединенные донный водоспуск и водовыпуск из канала в пруд, башню с двумя врезанными в нее трубами с оголовками и водобойной частью.

Конструкция дает экономию (10—15 %) за счет исключения сливной и водобойной частей водовыпуска и позволяет осуществить подачу свежей воды в пруд для привлечения рыбы к донному водоспуску во время спуска пруда при облове. В результате существенно облегчается и сокращается процесс облова и достигается его порционность.

Сооружение монтируется из обычных унифицированных деталей. Труба водоспуска железобетонная диаметром 1000 мм, водовыпуска — металлическая диаметром 630 мм.

Характеристика водоспуска-водовыпуска Гидрорыбпроекта	
Расчетный напор, м	3,0—3,25
Пропускная способность, м³/с	
при наполнении пруда	0,9
при опорожнении пруда	1,6—1,9
Высота башни, м	3,80
Диаметр трубы, мм	
водовыпуска	630
водоспуска	1000
Длина трубы, м	
водовыпуска	11,3
водоспуска	25,0
Объем железобетона и бетона, м³	
сборного	35,9
монолитного, включая подготовку	34,1
Масса металлоконструкций, т	2,91

Водоспуск-водовыпуск с указанными параметрами используют на узлах водоснабжения, сброса и облова выростных и нагульных прудов площадью от 25 до 100 га.

Водозаборные сооружения и насосные станции

Проектирование и строительство водозаборных сооружений

Водозаборные сооружения предназначены для забора воды из источника питания (реки, водохранилища, одной или нескольких артезианских скважин) и подачи ее в рыбоводные пруды. Они должны обеспечивать бесперебойную и правильную (согласно графикам потребления) подачу воды в магистральный канал, преграждать доступ в него мусора, льда, шуги, а также хищной и сорной рыбы, предотвращать попадание наносов и т. д. Учитывая дефицит воды и необходимость экономного расходования водных ресурсов, на водозаборных сооружениях предусматривают водомерные устройства.

Водозаборы могут быть бесплотинными, плотинными с самотечной подачей воды и механическим подъемом воды.

Наиболее простой бесплотинный боковой отвод воды открытым каналом устраивают на крупных и средних реках со стабильными расходами и горизонтами воды, обеспечивающими надежный забор и подачу воды в пруды в соответствии с потребностями хозяйства. При этом учитывают, что при бесплотинном типе водозабора из реки в одной точке может быть отведено не более 20—25 % расхода, проходящего по реке. Поэтому в случае необходимости забора большего расхода воды устраивают несколько бесплотинных водозаборов, подающих воду в один магистральный канал (многоголовый водозабор). Следует отметить, что при бесплотинном боковом водозаборе в русле реки наблюдается поперечная циркуляция потока, сопровождающаяся значительным вовлечением в водозаборное сооружение донных наносов и заилением канала (по данным наблюдений, при заборе 10 % расхода реки в канал вовлекается до 20 % объема наносов). Кроме того, из-за низких меженных горизонтов воды в реке и отсутствия подпора головную часть водозабора приходится относить от рыбоводных прудов вверх по течению реки на значительные расстояния (иногда на десятки километров) и строить длинные магистральные каналы.

Обязательными условиями для создания бесплотинного водозабора являются: надежная обеспеченность уровней и расходов реки для бесперебойного выполнения графика водопотребления, прочные устойчивые берега без оползней и подмывов, устойчивое русло реки (прямолинейный участок), отсутствие водоворотов и перекатов в русле в районе проектируемого сооружения.

Плотинный водозабор устраивают на малых реках с нестабильными расходами воды и уровнями, значительно колеблющимися в зависимости от сезона и климатических условий.

При плотинном водозаборе из реки может быть забран практически весь ее живой ток, за исключением санитарного расхода, а также потерь от фильтрации через тело плотины и затворы сооружений гидроузла. Это наиболее устойчивый и надежный тип водозабора, отличающийся, однако, более высокой стоимостью строительства, так как, кроме плотины, строят паводковый водосброс, донный водоспуск и другие сооружения, т. е. создают головной пруд.

Тип водозабора выбирают на основании технико-экономического сравнения вариантов. Например, сравнивают бесплотинный водозабор, состоящий из шлюза-регулятора, магистрального канала большой протяженности с сооружениями (дюкерами, автодорожными мостами и скотопрогонами), и плотинный водозабор с каналом меньшей протяженности без гидросооружений на нем. Нередко оказывается выгоднее принять вместо указанных самотечных типов водозабора водозабор с механическим подъемом воды, расположенный непосредственно у прудов, и каналом минимальной протяженности (без холостой части).

Головные водозаборные сооружения на водоподающих каналах делятся на открытые шлюзы-регуляторы и закрытые трубчатые. Пропускная способность этих сооружений не превышает 10 м³/с.

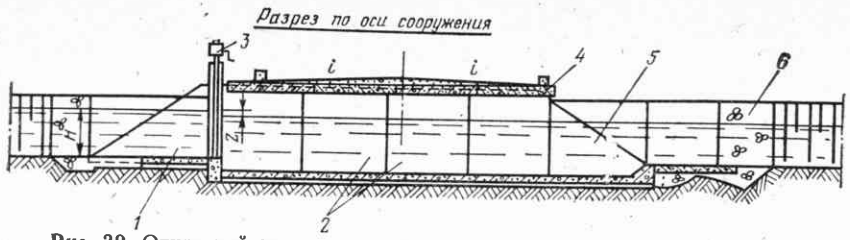


Рис. 39. Открытый шлюз-регулятор:
1 — входной оголовок; *2* — железобетонные Г-образные блоки; *3* — винтовой подъемник; *4* — проезжий мост; *5* — выходной оголовок; *6* — каменная отсыпка

Открытый шлюз-регулятор представляет собой лоток прямоугольного сечения со стенками из Г-образных железобетонных блоков и монолитным днищем на бетонной подготовке (рис. 39).

Входную и выходную части сооружения выполняют в виде ныряющих стенок, сопрягающихся с откосами плотины или канала с помощью крепления из железобетонных плит или каменной отмостки. Расход регулируют с помощью плоских металлических затворов с винтовыми подъемниками, рама которых замоноличена между деталями лотка и входного оголовка. При расходах от 8 до 10 м³/с вход разделяют бычком на два отверстия с установкой в каждом пролете щитового оборудования и подъемников.

Пропускную способность открытых водозаборных шлюзов-регуляторов рассчитывают по формуле

$$Q = \varphi_{п} bh \sqrt{2g(H-h)},$$

где $\varphi_{п}=0{,}85$ (по данным лабораторных исследований); b — ширина лотка шлюза-регулятора в свету, м; H — глубина воды в верхнем бьефе перед оголовком, м; h — глубина воды в отводящем канале, м.

В табл. 31 приведены данные о пропускной способности открытых шлюзов-регуляторов.

Таблица 31

Пропускная способность (м³/с) открытых шлюзов-регуляторов с переездом
(по типовому проекту 820-70 Гипроводхоза)

Ширина отверстия сооружения на входе в свету b, см	Напор на пороге H, см	z, см				
		5	10	15	20	25
150	100	1,52	1,94	2,16	—	—
150	125	1,91	2,46	2,82	3,10	—
200	150	3,13	4,12	4,77	5,17	5,40
150×2	150	4,51	6,34	7,14	7,75	8,30
200×2	150	6,49	8,50	9,85	10,30	—

В табл. 32 приведены основные технико-экономические показатели открытых шлюзов-регуляторов с переездом.

Трубчатые водозаборные шлюзы-регуляторы, применяемые в рыбохозяйственном строительстве, как правило, имеют водопроводящую часть из круглых железобетонных труб диаметром от 40 до 150 см. При необходимости забора больших расходов воды применяют регуляторы с квадратными трубами сечением 200×200 см. Сооружения могут быть одно- и двухочковыми. Оголовки выполняют в виде ныряющих стенок, сопрягающихся с каналом с помощью плит крепления и упорных зубьев из камня размером 10—15 см. Для гашения

Таблица 32

Основные технико-экономические показатели открытых шлюзов-регуляторов с переездом
(по типовому проекту 820-70 Гипроводхоза)

Ширина отверстия на входе в сооружение b, см	Напор на пороге H, м	Расход воды, м³/с	Железобетон, м³		Бетон монолитный, м³	Бетонная подготовка и цементный раствор, м³
			сборный	монолитный		
150	100	2,16	9,04	2,23	1,46	1,57
150	125	3,10	14,92	2,75	0,60	1,69
200	150	5,40	16,22	4,33	0,62	2,15
150×2	150	8,30	20,43	9,50	1,00	3,52
200×2	150	10,30	24,96	12,46	1,08	4,43

Продолжение табл. 32

Ширина отверстия на входе в сооружение b, см	Арматура, кг	Металлоконструкции, кг	Гравийная подготовка и обратный фильтр, м³	Количество типоразмеров деталей	Общее число деталей
150	1107	257	13,4	4	19
150	1814	290	14,5	5	23
200	2025	462	16,6	5	26
150×2	3329	756	17,5	5	27
200×2	4228	924	18,2	5	30

энергии потока в нижнем бьефе сооружения предусмотрена водобойная стенка или гасители шашечного типа. Для предотвращения попадания в канал и в пруды хищной и сорной рыбы во входном оголовке устанавливают решетку. Применяют также трубчатые шлюзы-регуляторы с коробчатыми затворами (рис. 40).

Гидравлический расчет пропускной способности трубчатых регуляторов при полностью открытом затворе зависит от режима работы трубы.

В сооружениях с круглыми трубами устойчивый напорный режим устанавливается при глубинах: в верхнем бьефе $H \geqslant 1{,}6\ D$; в нижнем $h \geqslant 1{,}1\ D$, где D — диаметр трубы.

Полунапорный режим устанавливается при $H \geqslant 1{,}3\ D$; $h < D$, безнапорный режим — при $H \leqslant 1{,}3\ D$; $h < D$.

В диапазоне $1{,}3\ D < H < 1{,}6\ D$ и $D < h < 1{,}1\ D$ труба будет работать в крайне нежелательном неустойчивом напорном режиме, чего не следует допускать при проектировании сооружения.

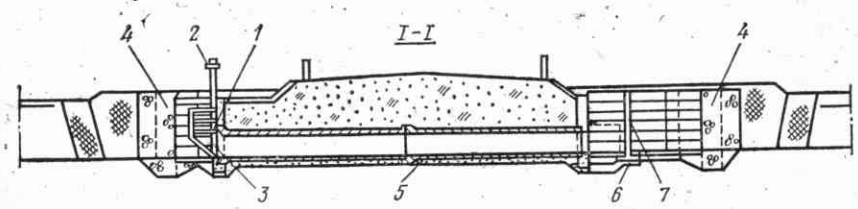


Рис. 40. Трубчатый шлюз-регулятор с коробчатым затвором:
1 — коробчатый затвор; *2* — винтовой подъемник; *3* — оголовок; *4* — каменная отсыпка; *5* — железобетонная труба; *6* — гаситель; *7* — плиты крепления

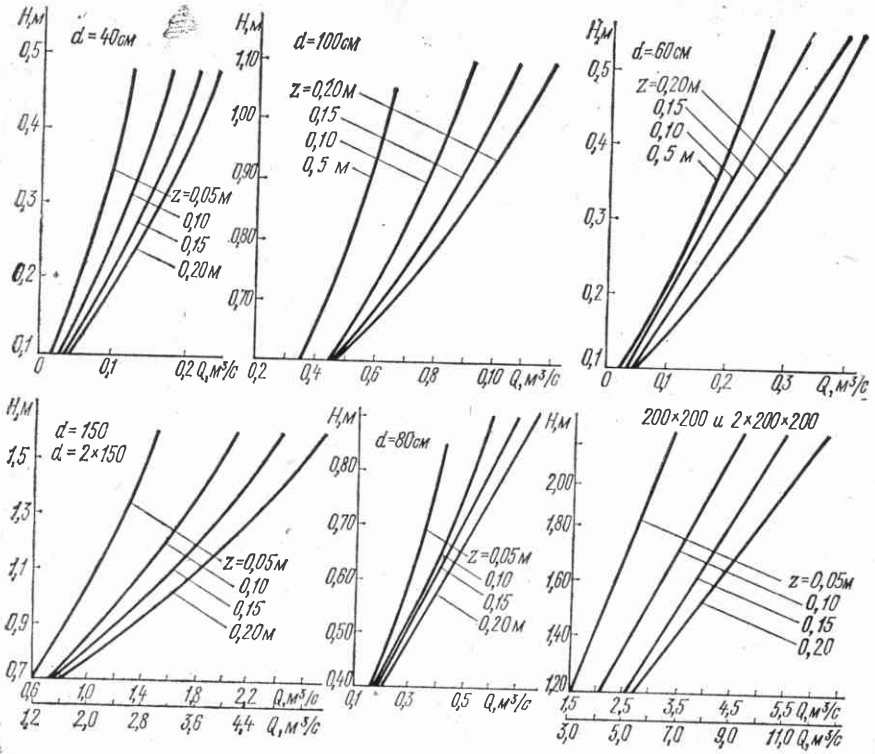


Рис. 41. Графики пропускной способности трубчатых шлюзов-регуляторов при работе труб в безнапорном режиме при $I<I_{кр}$

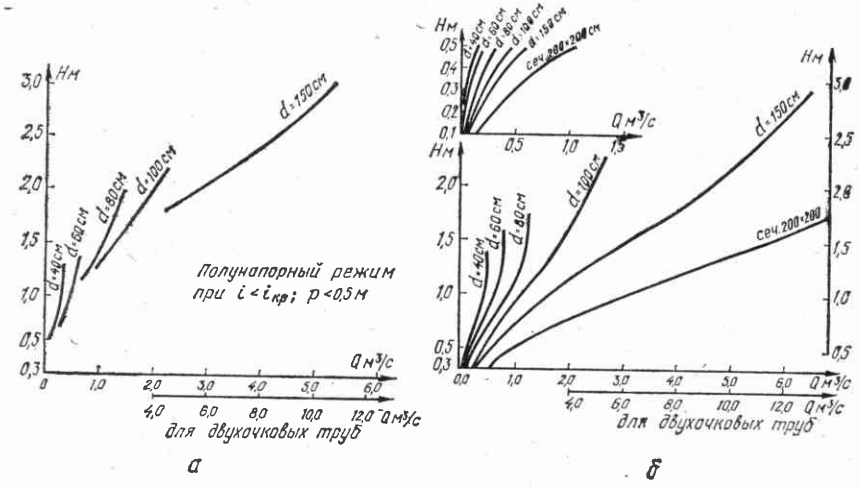


Рис. 42. Графики пропускной способности трубчатых шлюзов-регуляторов при работе круглых труб:
а — в полунапорном режиме ($I<I_{кр}$; $p<0,5$ м); *б* — всех труб в полунапорном и безнапорном режимах ($I>I_{кр}$; $p>0,5$ м)

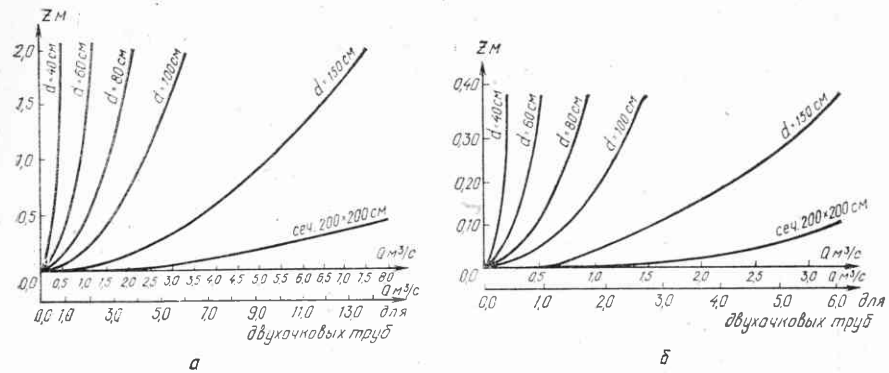


Рис. 43. Совмещенные графики пропускной способности трубчатых шлюзов-регуляторов при напорном режиме и уклоне $I>0$

Пропускную способность шлюза-регулятора с одноочковой трубой при работе в напорном режиме определяют по формуле

$$Q=\mu\omega\sqrt{2g(H+p-h)}\ ,\ \text{или}\ Q=\mu\omega\sqrt{2gz},$$

где μ — коэффициент расхода, определенный на основании лабораторных исследований (0,65—0,69); ω — площадь поперечного сечения трубы, м²; H — глубина воды в верхнем бьефе, м; h — глубина воды в нижнем бьефе, м; p — разность отметок дна канала в верхнем и нижнем бьефе сооружения, м; z — разность отметок уровней воды в верхнем и нижнем бьефе сооружения, м.

При расчете двухочковых сооружений, работающих в напорном режиме, пропускную способность определяют по формуле

$$Q=k\mu\omega\sqrt{2g(H+p-h)}=k\mu\omega\sqrt{2gz},$$

где k — опытный коэффициент, учитывающий взаимное влияние труб в двухочковом сооружении; $k=0,92$.

Пропускная способность трубчатого водозаборного шлюза-регулятора при работе в полунапорном и безнапорном режимах зависит от уклона трубы и напора в верхнем бьефе.

Пропускную способность трубчатых регуляторов при различных режимах работы труб можно определить по графикам (рис. 41—44).

Основные показатели трубчатых регуляторов с коробчатыми затворами по типовому проекту 820—205 Мосгипроводхоза приведены в табл. 33.

Строительство водозаборных сооружений включает следующие процессы:

разбивка осей сооружения;

снятие растительного слоя грунта с поверхности котлована и основания плотины бульдозером с перемещением грунта на среднее расстояние 25 м;

разработка котлована экскаватором-драглайном с ковшом вместимостью 0,5 м³ с укладкой грунта во временные кавальеры;

ручная доработка и планировка котлована в размере 5 % от общего объема выемки;

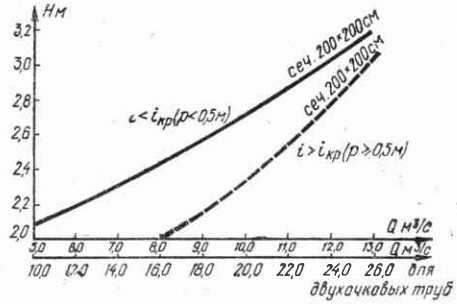


Рис. 44. Графики пропускной способности трубчатых шлюзов-регуляторов с квадратными трубами при работе в полунапорном режиме

Характеристика трубчатых регуляторов с коробчатыми затворами

Таблица 33

Диаметр трубы, см	Количество ниток, шт.	Максимальный напор, см	Перепад, см	Максимальный расход воды, м³/с	Вариант	Заложение откосов	Железобетон, м³			Масса арматуры, кг	Число железобетонных деталей		
							сборный	монолитный	всего		типов	типоразмеров	всего
60	1	150	0	0,5	I	1,5	7,30	1,15	8,45	1110	5	5	86
						2,0	8,30	1,25	9,55	1750	6	6	106
60	1	150	50	0,6	I	1,5	8,58	1,15	9,73	1430	5	6	123
						2,0	9,81	1,25	11,06	1990	6	7	151
60	1	150	100	0,8	I	1,5	10,37	1,35	11,72	990	5	7	71
						2,0	12,00	1,45	13,45	1520	6	8	87
80	1	150	0	0,8	I	1,5	8,15	0,80	8,95	1190	5	6	87
						2,0	9,15	0,80	9,95	1630	6	7	107
80	1	150	50	1,0	I	1,5	9,40	0,90	10,30	1320	5	7	123
						2,0	10,64	0,90	11,54	1900	6	8	151
80	1	150	100	1,4	I	1,5	11,49	1,00	12,49	1040	5	8	61
						2,0	13,11	1,00	14,11	1530	6	9	87
80	1	200	0	1,0	II	1,5	10,72	1,70	12,42	1920	7	7	95
						2,0	12,55	2,05	14,60	2420	7	8	109
80	1	200	50	1,0	II	1,5	12,08	1,75	13,83	2150	7	8	138
						2,0	14,30	2,10	16,40	2770	7	9	151
80	1	200	100	1,4	II	1,5	14,23	1,85	16,08	1840	7	9	79
						2,0	17,12	2,20	19,32	2530	7	10	95
100	1	150	0	1,2	I	1,5	10,61	1,46	12,07	1240	5	6	47
						2,0	11,87	1,56	13,43	1710	6	7	59
100	1	150	50	1,6	I	1,5	11,37	1,51	12,88	1200	5	7	62
						2,0	12,27	1,61	13,88	1770	6	8	76
100	1	150	100	2,3	I	1,5	13,71	1,71	15,42	1710	5	8	78

Продолжение табл. 33

Диаметр трубы, см	Количество ниток, шт.	Максимальный напор, см	Перепад, см	Максимальный расход воды, м³/с	Вариант	Заложение откосов	Железобетон, м³			Масса арматуры, кг	Число железобетонных деталей		
							сборный	монолитный	всего		типов	типоразмеров	всего
						2,0	15,51	1,81	17,32	1950	6	9	96
100	1	200	0	1,6	II	1,5	13,29	2,26	15,55	1750	7	7	53
						2,0	15,82	2,71	18,53	2270	7	8	67
100	1	200	50	1,6	II	1,5	14,05	2,26	16,31	1820	7	8	68
						2,0	16,67	2,71	19,38	2270	7	9	82
100	1	200	100	2,3	II	1,5	16,50	2,47	18,97	1990	7	9	86
						2,0	19,57	2,93	22,50	2190	7	10	103
120	1	200	0	2,4	I	1,5	17,33	4,30	21,63	2230	7	8	66
						2,0	19,77	4,67	24,44	2540	7	8	78
120	1	200	50	2,4	I	1,5	18,62	4,30	22,92	2360	7	9	85
						2,0	21,24	4,68	25,92	2630	7	9	99
120	1	200	100	3,3	I	1,5	20,09	4,63	24,72	2430	7	9	88
						2,0	22,71	5,01	27,72	2740	7	9	102
150	1	250	0	3,8	I	1,5	24,81	4,56	29,37	3750	7	8	87
						2,0	30,54	5,49	36,03	4730	7	8	103
150	1	250	50	3,8	I	1,5	26,76	4,56	31,32	3960	7	9	111
						2,0	32,66	5,49	38,15	4930	7	9	129
150	1	250	100	5,1	I	1,5	29,34	4,94	34,28	4190	7	9	123
						2,0	35,42	5,88	41,30	5170	7	9	143
150	2	250	0	7,6	I	1,5	39,24	5,70	44,94	5500	8	8	151
						2,0	45,32	6,60	51,92	6160	7	8	171
150	2	250	50	7,6	I	1,5	42,51	5,70	48,21	5780	7	9	189
						2,0	48,95	6,60	55,55	6460	7	9	213
150	2	250	100	10,2	I	1,5	48,19	6,60	54,79	6270	7	9	219
						2,0	55,01	7,50	62,51	6980	7	9	247

завоз и складирование строительных материалов и деталей автотранспортом;

устройство гравийной и бетонной подготовок, фильтра и зубьев в основании сооружения с перемещением каменных материалов бульдозером и утрамбовкой подготовки пневмотрамбовками;

монтаж сборных железобетонных деталей и металлоконструкций экскаватором с крановым оборудованием;

доставка бетонной смеси и раствора в бадьях автомашинами и укладка монолитного железобетона экскаватором с крановым оборудованием;

обратная засыпка и устройство насыпи тела плотины у сооружения, перемещение грунта бульдозером из временных кавальеров, разравнивание послойно вручную, увлажнение до оптимальной влажности и уплотнение пневмотрамбовками;

устройство покрытия проезжей части;

разравнивание оставшегося после устройства обратной засыпки и насыпи грунта временных кавальеров бульдозером.

Водозабор с механическим подъемом воды

Водоснабжение с механическим подъемом воды применяют, если строительство плотинного или самотечного бесплотинного водозабора технически невозможно или экономически невыгодно. При выборе того или иного типа водозабора следует иметь в виду, что размеры первоначальных капиталовложений при механическом подъеме воды значительно меньше, чем при создании головного пруда с узлом гидросооружений, но эксплуатация насосной установки обходится значительно дороже вследствие затрат на электроэнергию, содержание обслуживающего персонала, амортизацию гидромеханического и электрического оборудования, а также средств автоматизации.

При механическом подъеме воды из открытого источника в состав узла сооружений входят:

1) водозаборное сооружение с рыбозащитным устройством;

2) открытый канал или трубопровод для транспортировки воды от водозаборного сооружения до насосной станции;

3) водоприемное устройство для подвода воды к всасывающим трубам насосов;

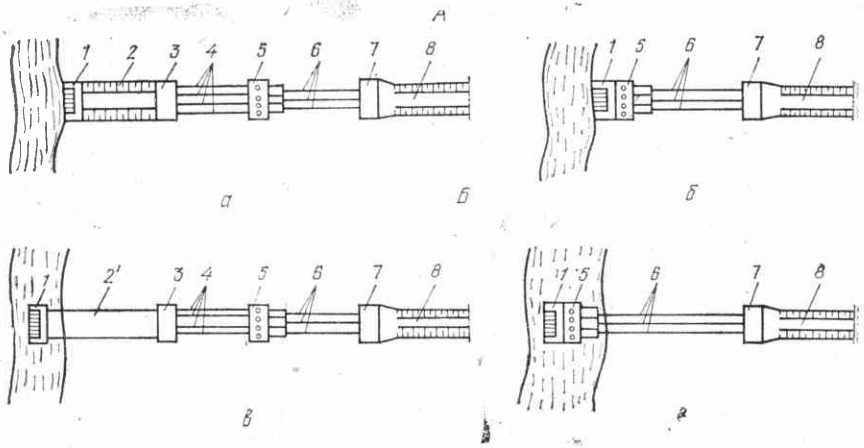
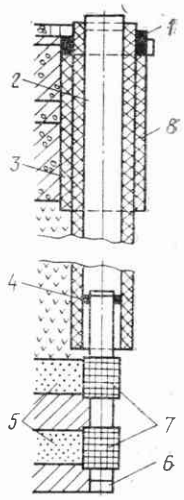


Рис. 45. Схемы компоновки сооружений для механического подъема воды при заборе из реки:

А — с береговым водозабором; *Б* — с русловым водозабором; *а, в* — раздельного типа; *б, г* — совмещенного типа; *1* — водозаборное сооружение с рыбозаградителем; *2* — подводящий канал; *2'* — самотечные водоводы; *3* — водоприемник; *4* — всасывающие трубопроводы; *5* — здание насосной станции; *6* — напорные трубопроводы; *7* — водовыпускное сооружение; *8* — магистральный канал

Рис. 46. Схема водозаборной скважины:

1 — кондуктор; *2* — эксплуатационная колонна; *3* — конструктивная колонна; *4* — сальник; *5* — водоносный горизонт; *6* — пробка; *7* — фильтр; *8* — затрубная цементация



4) здание насосной станции;

5) напорный водовод;

6) водовыпускное сооружение (напорный бассейн) из напорного водовода в открытый магистральный канал.

В зависимости от условий строительства указанные сооружения могут быть совмещены одно с другим, а некоторые из них исключены.

На рис. 45 даны схемы компоновки сооружений для механического подъема воды с забором из реки.

При заборе воды из водохранилищ (головных прудов) с помощью насосных станций применяют три схемы расположения основных сооружений:

1) водозабор с насосной станцией расположен со стороны верхнего бьефа; в этом случае при значительном колебании уровня водохранилища водозаборное сооружение совмещают с насосной станцией, которую выполняют с заглубленной подземной частью; и подводящим каналом с аванкамерой;

2) насосная станция расположена со стороны нижнего бьефа, забор воды осуществляют из донного водоспуска с помощью специальных трубопроводов;

3) насосная станция расположена в теле плотины (такую схему применяют при малых напорах).

Подземные воды с глубины более 10 м забирают с помощью трубчатых колодцев путем бурения скважин, закрепляемых обсадными трубами (рис. 46).

В нижнюю часть скважины опускают фильтр в виде трубы с круглыми или щелевыми отверстиями из стали или пористой керамики.

При залегании уровня подземных вод на глубине более 20 м трубчатые колодцы оборудуют глубинными (погружными) насосами, расположенными в верхней, наиболее широкой части эксплуатационной колонны, в то время как водопроводные устройства и аппаратура управления находятся в специальном наземном павильоне или в заглубленной камере устья колодца.

При неглубоком залегании (до 10 м) уровня подземных вод, а также при самоизливе из скважин воду отводят с помощью сифонных или самотечных трубопроводов в специальный сборный бассейн, откуда подают ее на необходимую высоту с помощью насосов.

Насосные станции, применяемые в рыбном хозяйстве, делят на стационарные и передвижные.

Насосная станция стационарного типа представляет собой здание, в котором размещаются насосы, двигатели, аппаратура запуска и управления агрегатами и другое оборудование. В зависимости от типа водозабора, режима водоисточника, применяемого гидромеханического и силового оборудования здания насосных станций могут быть заглубленными или незаглубленными.

В подземной части здания насосной станции заглубленного типа находятся насосы, всасывающие и напорные трубопроводы, в надземной — силовое оборудование, щиты управления, монтажная площадка и вспомогательные помещения. Если насосная станция оборудована центробежными насосами с горизонтальным валом, то в подземной части здания устанавливают и электродвигатели.

Здание насосной станции незаглубленного типа имеет только надземную часть, в которой размещают основное и вспомогательное оборудование, а также монтажные площадки и подсобные помещения.

Как правило, надземную часть стационарной насосной станции блокируют со зданием трансформаторной подстанции.

При проектировании насосных станций для рыбоводных хозяйств широко используют типовые проекты ирригационных насосных станций Гипроводхоза.

Передвижные насосные станции производительностью от 50 до 500 л/с

Таблица 34

Характеристика насосов стационарных насосных станций

Марка насоса	Подача, м³/ч	Напор, м	Электродвигатель			Габариты агрегата, мм			Масса агрегата, кг
			Тип	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Длина	Ширина	Высота	
Центробежные консольные насосы									
6К-8	122	36,5	А2-72-4	30	1455	1470	460	561	435
	162	32,5	АО2-72-4	30	1455	1470	460	561	490
	198	28	КО-31-4	25	1480	1750	500	705	690
6К-12	126	22,5	А2-61-4	13	1450	1357	460	525	325
	162	20	АО2-61-4	13	1450	1357	460	525	340
	182	17,5	КО-21-4	15	1475	1580	593	550	445
8К-12	220	33	А2-81-4	40	1460	1625	615	656	545
	288	29	АО2-81-4	40	1460	1625	615	656	600
	330	25	КО-32-4	32	1480	1935	555	705	780
8К-18	220	20,7	А2-71-4	17	1450	1450	460	561	360
	288	17,5	АО2-71-4	17	1450	1450	460	561	375
	330	15	КО-31-4	20	1475	1655	485	625	535
Центробежные насосы двустороннего входа									
Д-630-90	630	90	АО3-355S-4	250	1450	2575	1328	1295	2699
	500	36	АО3-315S-6	110	980	2403	1258	1070	1987
Д-1250-14	1250	14	А3-315S-8	90	735	2965	940	1435	3585
Д-2000-21	2000	21	А3-355S-6	160	985	2965	1350	1435	3585
Д-2500-17	2500	17	А3-355S-8	132	735	3960	1120	1785	7170
Д-3200-20	3200	20	А12-52-10	250	590	2536	2150	1895	5018
Д-3200-33	3200	33	А12-39-6	320	985	3685	1120	1860	7170
Д-5000-32	5000	26	А13-52-8	500	740	2536	2150	1895	5018

Продолжение табл. 34

Марка насоса	Подача, м³/ч	Напор, м	Электродвигатель			Габариты агрегата, мм			Масса агрегата, кг
			Тип	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Длина	Ширина	Высота	
Осевые насосы									
ОВ8-42МК	1950	10	АН111-6	90	960	900	850	1800	855
ОВ2-42МК	1520	6	АО2-91-8В3	40	730	900	850	1800	800
	2000	10	АН102-6	65	960	—	—	—	—
ОГ8-55	3250	10	АО114-8М	250	730	4020	760	1390	1500
ОВ5-55К	5200	11	АО2104-6М	200	960	1770	1040	2905	2100
Артезианские насосы									
ЭЦВ4-2,5-65	2,5	65	ПЭДВ1-93	1,0	2800	1350	—	—	33
ЭЦВ5-4-125	4	125	ПЭДВ2,8-114	2,8	2850	987	—	—	64
ЭЦВ5-6,3-80	6,3	80	ПЭДВ2,8-114	2,8	2850	1640	—	—	61
1ЭЦВ6-10-80	10	80	ПЭДВ4,5-140	4,5	2850	1574	—	—	82
1ЭЦВ6-10-235	10	235	4ПЭДВ-11-140	11	2850	2799	—	—	156
3ЭЦВ6-16-75	16	75	3ПЭДВ-5,5-140	5,5	2850	1728	—	—	86
1ЭЦВ8-25-100	25	100	4ПЭДВ-11-180	11	2850	1832	—	—	145
ЭЦВ8-40-60	40	60	ПЭДВ-11-180	11	2850	1565	—	—	163
ЭЦВ10-63-110	63	110	ПЭДВ-32-230	32	2900	1490	—	—	348
ЭЦВ10-120-60	120	60	ПЭДВ-32-219	32	2920	1937	—	—	375
ЭЦВ12-160-65	160	65	ПЭДВ-45-270	55	2900	1577	—	—	400
ЭЦВ12-210-85	210	85	ПЭДВ-65-230	65	2920	2736	—	—	581

Таблица 35

Характеристика передвижных и плавучих насосных станций

Марка насосной станции	Насос				Двигатель			Габариты, мм			Установка
	Марка	Подача, л/с	Напор, м	Высота всасывания, м	Тип, марка	Мощность	Частота вращения, об/мин	Длина	Ширина	Высота	
С двигателем внутреннего сгорания											
СНП-25/60	4К-6	25—43	72—45	5	Д-37М	40 л. с.	2650	3850	1400	2450	На салазках
ПНС-Т-6НДв	6НДв-60	40—98,2	38—17	4	Трактор ДТ-54		1000	2260	1240	1060	» »
СНП-50/40А	6НДв-60	50	40	5	Д-54А	54 л. с.	1300	3280	1275	2050	» »
СНП-50/80	2-колесный	30—115	35—25	—	АМ-41	90 л. с.	1750	—	—	—	Одноосный автоприцеп
СНП-75/100	2-колесный	50—200	110—38	3	ЯМЗ-238		1700	5790	1890	2415	Двухосный автоприцеп
СНП-120/30	8К-18	80—175	39—23	3	АМ-41	90 л. с.	1750	5500	2640	3200	Одноосный автоприцеп
СНП-150/5	08-25Г	170—260	5,5—7,5	1,5	Д-37М	40 л. с.	1600	3740	1440	1810	На салазках
СНП-250/18М	12Д-19	172—250	24—18	6,2—3,3	АМ-01	110 л. с.	1600	3500	2200	1300	» »
СНП-500/10	ПГ-50	705—545	5—11	2,5	АМ-01	110 л. с.	1600	4200	1500	2120	» »
С электродвигателем											
СНП-960	2,5-НФ	15	10	8	АО42-4	2,8 кВт	1420	1370	600	1000	Прицеп
СНПЭ-120/30	9К-14	100—140	32—21	3	—	50 кВт	1480	—	—	—	На салазках
СНПЭ-240/30	14К-13	170—360	34—23	3	А102-6М	125 кВт	985	—	—	—	» »
Плавучие											
НАП-1,1	20НДн (2 шт.)	700×2	16	—	3Д6	150 л. с.	—	—	—	—	На понтоне

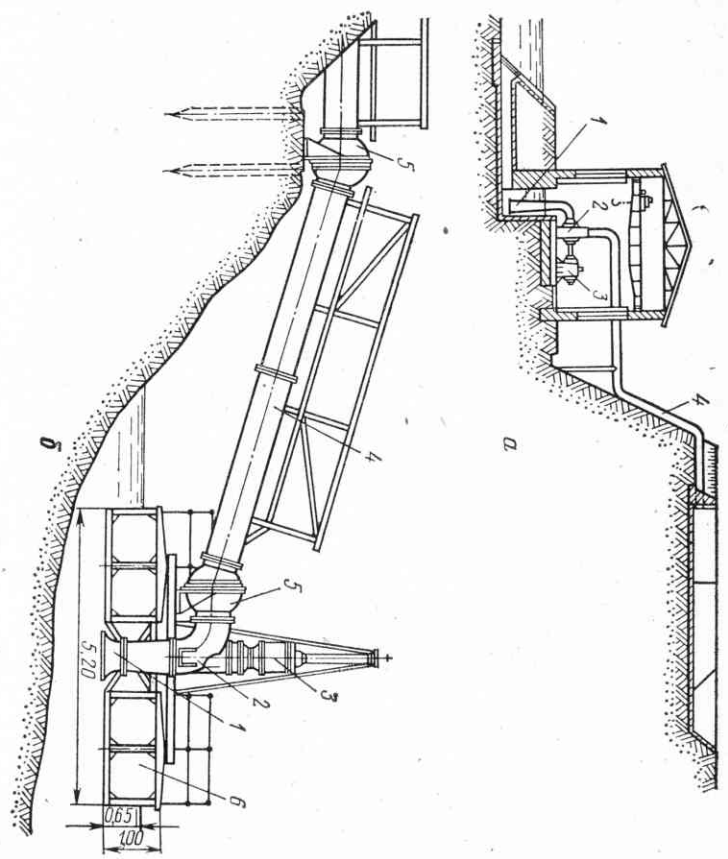


Рис. 47. Водозабор с механическим подъемом воды:
а — со стационарной насосной станцией; *б* — с плавучей насосной станцией; *1* — всасывающий трубопровод; *2* — насос; *3* — электродвигатель; *4* — напорный трубопровод; *5* — шаровые шарниры; *6* — понтон

обычно применяют для водоснабжения небольших рыбоводных прудов или откачки воды из рыбоуловителей в период облова.

Передвижные насосные станции, серийно изготовляемые на заводах, представляют собой насос с электродвигателем или двигателем внутреннего сгорания, смонтированный на раме автомобильного прицепа (полуприцепа) или «салазках» из металлического проката. В отдельных случаях насос может быть навешен на трактор и приводиться в действие от вала отбора мощности. Передвижные насосные станции оборудуются сборно-разборными всасывающими и напорными трубопроводами. Для передвижных насосных станций предусматривают специальные бетонированные площадки в местах водозабора, к которым подводят линии электропередачи, а в отдельных случаях укладывают стационарные напорные водоводы.

При заборе воды из рек и водохранилищ с большими колебаниями уровня воды, высокими и крутыми берегами применяют плавучие насосные станции, представляющие собой баржу или понтон с установленным на них гидромеханическим, силовым и вспомогательным оборудованием (рис. 47). Насосную станцию перемещают к месту водозабора на буксире, присоединяют к напорному водоводу, составленному из отдельных звеньев и подающему воду в напорный бассейн, магистральный канал или непосредственно в пруд. На реках и водохранилищах с развитым судоходством плавучие насосные станции устанавливают в специальных затонах-ковшах в стороне от фарватера. Для компенсации колебаний уровня воды в реке или водохранилище, из которых осуществляют водозабор, плавучую насосную станцию присоединяют к напорному трубопроводу с помощью гибкого шланга или герметичных шаровых шарниров.

Забор воды плавучими насосными станциями с осевыми насосами осуществляют, как правило, через отверстия в днище понтона. При центробежных насосах забор воды осуществляют с помощью всасывающих труб, опускаемых с одного из бортов.

Оборудование насосных станций

Прудовые рыбоводные хозяйства обычно располагаются в поймах рек в непосредственной близости от источника водоснабжения. Для графика водопотребления хозяйств характерны ярко выраженные пики при заполнении прежде всего нагульных (в период весеннего половодья), затем выростных (поздней весной или в начале лета, на спаде половодья) и, наконец, зимовальных прудов (осенью). В остальное время забираются небольшие расходы воды для компенсации потерь от испарения и фильтрации из прудов или на водообмен в зимовальных прудах. Величины забираемых расходов воды в периоды заполнения и подпитки прудов отличаются в 5—10 раз и более. Это обусловливает применение насосов большой производительности с относительно небольшой величиной напора (до 15—20 м). При этом устанавливают, как правило, несколько агрегатов, что позволяет более точно выдерживать график водоподачи в пруды.

В этих целях иногда устанавливают разные насосы: большой производительности — для весенне-летнего и малой — для зимнего водоснабжения.

В насосных станциях стационарного типа применяют консольные или двойные центробежные, а при низких напорах (до 10 м) — осевые (пропеллерные) насосы. При водозаборе из артезианских скважин используют погружные насосы.

В табл. 34 и 35 приведены основные характеристики оборудования, применяемого в стационарных и передвижных насосных станциях.

Стационарные насосные станции оборудуют вакуум-насосами для заливки центробежных насосов, а также необходимыми средствами автоматики и сигнализации, обеспечивающими автоматическое включение резервных агрегатов в случае остановки основных агрегатов, переключение на резервное питание, отключение насосов при переполнении напорного бассейна и т. п.

Рыбозаградительные и рыбозащитные сооружения

Рыбозаградительные сооружения

Рыбозаградительные сооружения предназначены для предотвращения ухода рыбы из русловых рыбоводных прудов вверх по течению впадающих в них водотоков или пассивного ската молоди через донные водоспуски.

К рыбозаградительным сооружениям относятся верховины, сетчатые заградители и решетки донных водоспусков.

Верховина представляет собой специальное гидротехническое сооружение постоянной или разборной конструкции в виде решетчатого заграждения на сваях или стойках, возводимое в верховьях пруда на всех впадающих в него водотоках с постоянным расходом воды и препятствующее не только уходу выращиваемой рыбы, но и заходу хищной и сорной рыбы.

Простейшие верховины сооружают из дерева. Они представляют собой свайную конструкцию с несущей частью в виде маячных свай диаметром 22—24 см, забиваемых через 2 м и соединяемых насадками. В сваях предусматривают двойные пазы для сменных решеток. Для предотвращения размыва грунта дна и откосов предусматривают крепление из каменной наброски, ниже которой забивают дощатый шпунт. При пропуске паводка весной решетки верховины снимают.

Гидрорыбпроектом разработан типовой проект 820-61/71 верховин двух типов из железобетона (рис. 48), рассчитанных на перекрытие водотоков шириной 20 м при глубине воды 2—3 м.Тип 1 предназначен для применения на

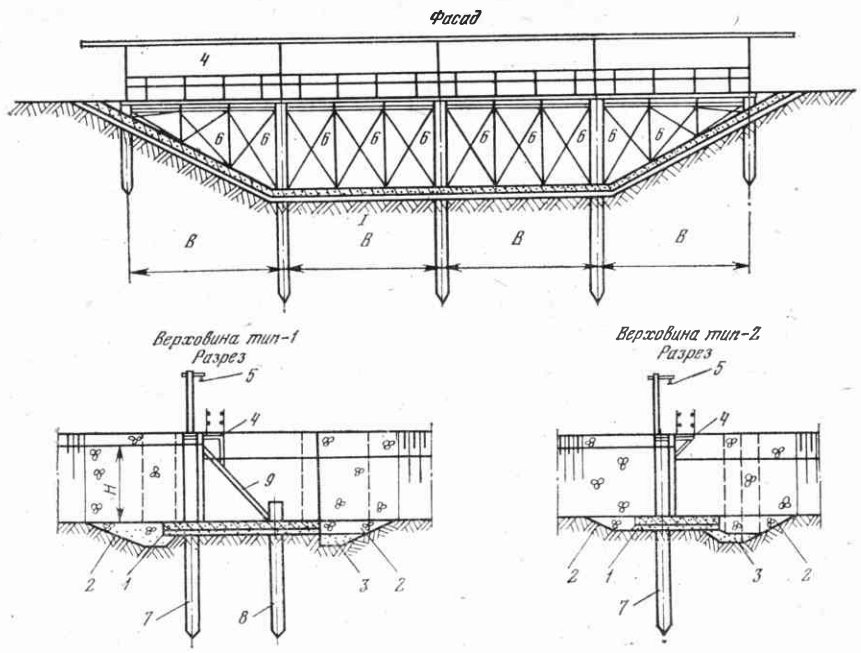


Рис. 48. Верховина конструкции Гидрорыбпроекта (типовой проект 820-61/71): *1* — флютбет; *2* — каменная наброска; *3* — обратный фильтр; *4* — служебный мостик; *5* — тельферный путь; *6* — рыбозаградительные решетки; *7* — льдорезная свая; *8* — подкосная свая; *9* — подкос

водотоках с толщиной льда при ледоходе до 1 м, тип 2 — на водотоках без ледохода.

Постоянные несущие конструкции верховин запроектированы из железобетонных свай, забиваемых на глубину 3—6 м через 6 м, между которыми устанавливают промежуточные поворотные металлические стойки. Служебный мостик и тельферный путь съемные. Флютбет запроектирован из монолитного железобетона.

В табл. 36 приведены конструктивные параметры и основные показатели верховин.

Сетчатые заградители предназначены для предотвращения выноса молоди рыб из прудов через донные водоспуски в период опорожнения прудов перед обловом и представляют собой свайную конструкцию со служебным мостиком и съемными рамками с 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 льдозащитную стенку, у которой пролеты между свайными стойками заполняют рамками с сетками.

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

Простейший рыбозаградитель представляет собой железобетонную стенку с отверстием, в пазы которого вставлена решетка (рис. 49).

Такие сооружения проектируются на рыбосборных коллекторах с шириной по дну 1—1,5 м. Они имеют обычно один пролет. При большей ширине перекрываемого коллектора (русла) применяют рыбозаградители по типу верховин с несущими конструкциями из железобетонных свай.

Таблица 36

Характеристика рыбоводных верховин
(по типовому проекту 820-61/71)

Типоразмер	Характеристика водотока: Расчетный расход, м³/с	Глубина воды, м: в верхнем бьефе H	в нижнем бьефе h	Конструктивные параметры сооружения: Ширина пролета B, м	Число пролетов, n	Глубина забивки свай, м: ледорезных T_1	подкосных T_2	береговых T_3	Длина флютбета, L, м	Основные объемы работ: Железобетон, м³: сборный	монолитный	Бетон монолитный, м³	Сталь, т: всего	в том числе арматурная	Количество типоразмеров свай
Тип 1, применяемый на водотоках с толщиной льда до 1 м															
ВЛ-1	80,6	2,5	2,0	6,2	4	4,59	4,80	3,02	12,60	5,28	73,29	19,0	10,22	4,08	3
ВЛ-2	107,4	2,5	2,0	6,2	5	4,59	4,80	3,02	12,60	6,82	89,90	23,1	13,35	5,23	3
ВЛ-3	102,0	3,0	2,5	6,2	4	4,09	4,80	2,52	12,60	5,28	79,97	20,4	11,36	4,24	3
ВЛ-4	133,9	3,0	2,5	6,2	5	4,09	4,80	2,52	12,60	6,82	96,58	24,5	14,61	5,38	3
ВЛ-5	198,1	3,5	3,0	6,2	6	5,59	4,80	2,02	12,60	8,36	120,95	30,0	18,81	6,68	3
Тип 2, применяемый на водотоках без ледохода															
В-1	54,0	2,5	2,0	6,2	3	2,79	—	3,02	8,40	1,76	27,73	7,40	4,18	0,80	2
В-2	80,6	2,5	2,0	6,2	4	2,79	—	3,02	8,40	2,31	35,55	9,42	5,80	1,03	2
В-3	107,4	2,5	2,0	6,2	5	2,79	—	3,02	8,40	2,86	43,37	11,44	7,42	1,26	2

Разрез
А-А
А-А
190
100
100
25
25
250
40
30
570
60
50
1:m
1:m
1:m

Размер ячеи сетчатого полотна (мм)	
для защиты молоди рыб всех размеров	1×1
для защиты молоди рыб с длиной тела 15 мм и более	2×2
для защиты молоди рыб с длиной тела 30 мм и более	4×4
Максимальная скорость течения воды в ячее сетки (м/с)	
для защиты молоди рыб длиной тела менее 15 мм	0,1—0,25
для защиты молоди рыб длиной тела 15 мм и более	0,25—0,4

Примечание. Меньшие значения скорости течения воды в ячее сетки относятся к водозаборам из водоемов, в которых отсутствуют течения, большие— к водозаборам из водотоков со скоростью течения до 0,4 м/с.

В табл. 37 приведены основные параметры сетчатых барабанов (типовой проект 413-47 «Механические самоочищающиеся рыбозаградители МСРЗ») для насосных установок производительностью 200, 100 и 50 л/с Гидрорыбпроекта.

Таблица 37

Характеристика сетчатых барабанных рыбозащитных устройств (МСРЗ)
(по типовому проекту 413-47 Гидрорыбпроекта, 1972 г.)

Параметры	Типоразмеры							
	МСРЗ-I-200	МСРЗ-I-100	МСРЗ-I-50	МСРЗ-II-200	МСРЗ-II-100	МСРЗ-II-50	МСРЗ-III-200	МСРЗ-IV-200
Производительность насоса, л/с	200	100	50	200	100	50	200	200
Расход воды на промывку барабана, л/с	3,41	2,34	1,56	3,41	2,34	1,56	—	—
Расход воды на вращение барабана (флейты) и промывку барабана, л/с	—	—	—	—	—	—	6,34	4,41
Потребный напор во флейте, м	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Скорость течения воды в сетке, м/с	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21
Частота вращения барабана, об/мин	6	8	10	7	9	15	6	7
Габариты барабана (мм)								
диаметр	900	700	500	900	720	500	900	900
высота	750	500	360	750	500	350	750	750
Масса, кг	155	75	30	100	70	30	150	110

На всасывающих трубопроводах насосных установок производительностью до 1500 л/с применяют рыбозащитные устройства, разработанные Астраханским отделением Гидрорыбпроекта, представляющие собой цилиндрические барабаны с вертикальной осью (озерный тип) или конусно-цилиндрические барабаны с горизонтальной осью (русловой тип).

Основные характеристики рыбозащитных устройств для насосных установок производительностью до 1500 л/с Астраханского отделения Гидрорыбпроекта, 1968 г. приведены в табл. 38 (рис. 51).

При пропускной способности водозабора 0,5—0,8 м³/с можно использовать рыбозаградитель с электромеханическим приводом вращения барабана, разра-

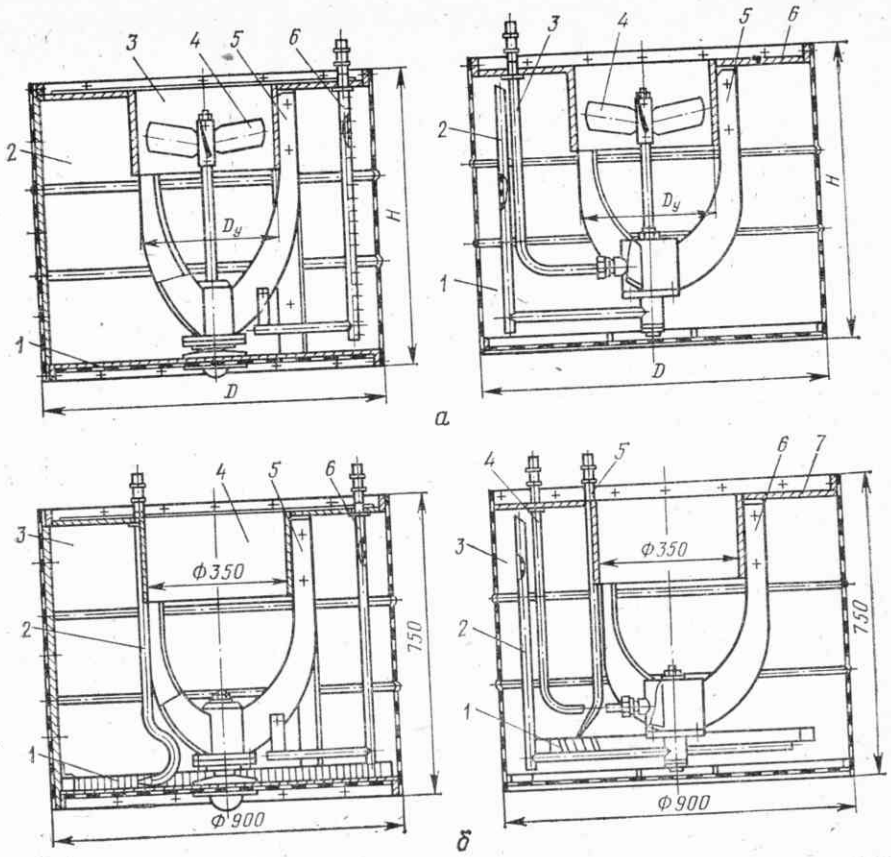


Рис. 50. Механические самоочищающиеся рыбозаградители с сетчатыми барабанами (МСРЗ):
а — с приводом от лопастного винта: МСРЗ-I с вращающимся барабаном: *1* — днище; *2* — сетка; *3* — опорный диск; *4* — винт; *5* — кронштейн с корпусом подшипника; *6* — флейта; МСРЗ-II с вращающейся флейтой; *1* — барабан; *2* — флейта с коллектором; *3* — трубка подводящая; *4* — винт; *5* — кронштейн с корпусом подшипника; *6* — опорный диск; *б* — с приводом от лопастного колеса: МСРЗ-III с вращающимся барабаном; *1* — лопастное колесо; *2* — сопло; *3* — барабан; *4* — опорный диск; *5* — кронштейн с корпусом подшипника; *6* — флейта; МСРЗ-IV с вращающейся флейтой; *1* — лопастное колесо; *2* — флейта; *3* — барабан; *4* — трубка подводящая; *5* — сопло; *6* — кронштейн с корпусом подшипника; *7* — диск опорный

Таблица 38

Характеристика рыбозащитных устройств

Показатели	Русловый тип	Озерный тип
Пропускная способность, л/с	750×2	750×2
Площадь фильтрующей поверхности, м²	5,27×2	7,22×2
Скорость прохождения воды через сетку, м/с	0,38	0,25
Расход воды на промывку, л/с	20	15—20
Напор воды во флейте, м	15	15
Диаметр всасывающего трубопровода, мм	1200	1200

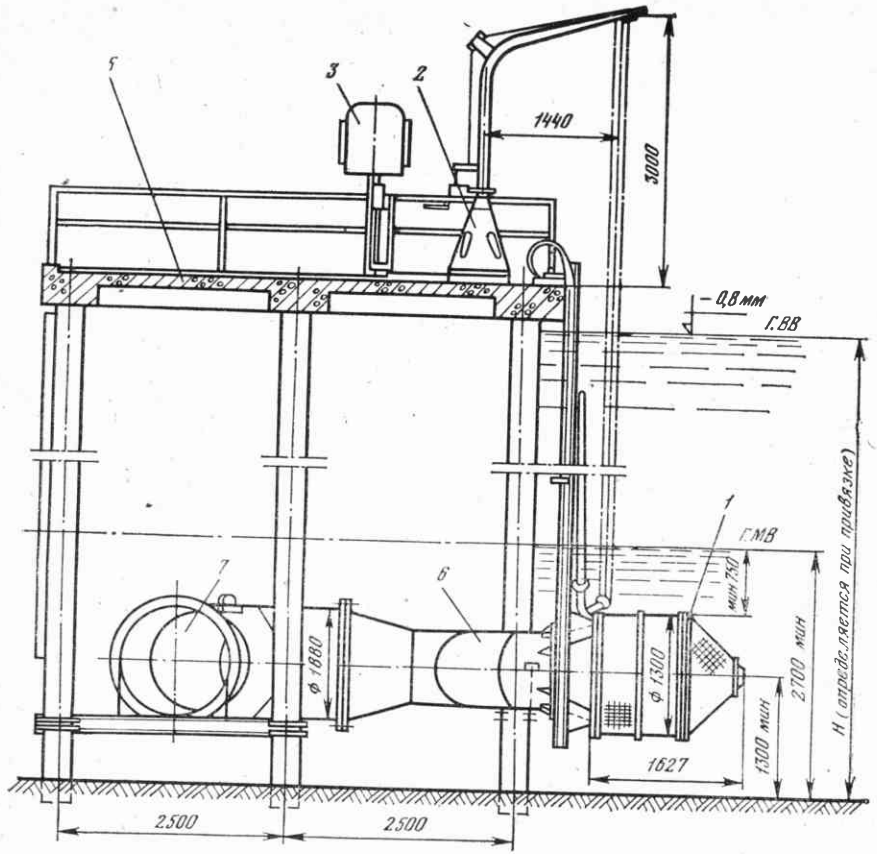
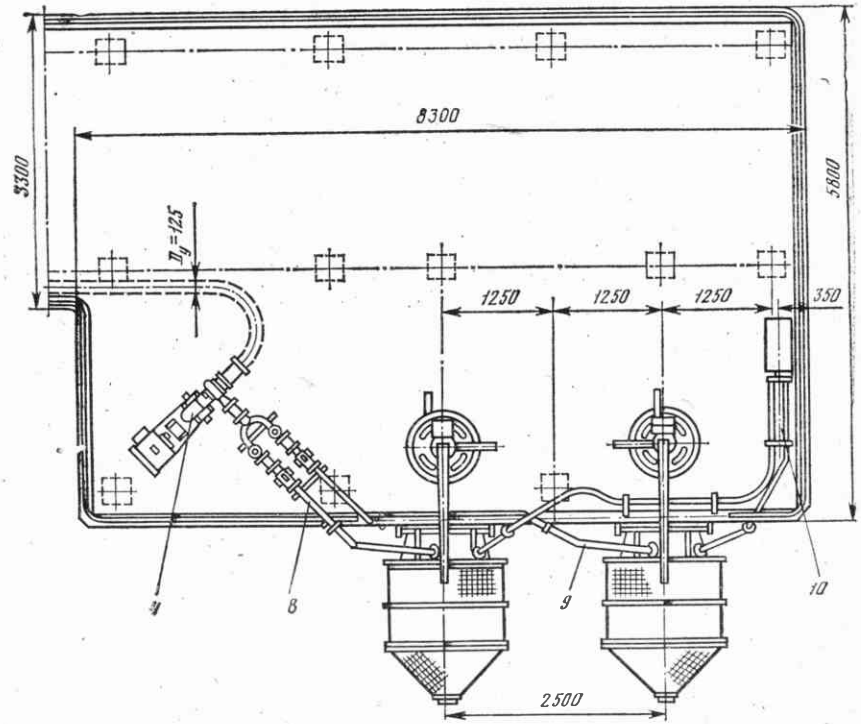


Рис. 51. Рыбозащитные устройства на всасывающих трубопроводах насосных станций производительностью 1500 л/с (русловой тип):
1 — рыбозащитный оголовок; *2* — кран-балка; *3* — шкаф приборный; *4* — насосный агрегат; *5* — эстакада; *6* — коллектор всасывающий; *7* — всасывающая магистраль; *8* — напорный трубопровод; *9* — промывочный рукав; *10* — подводящий рукав

ботанный также Астраханским отделением Гидрорыбпроекта по предложению К. С. Романова, характеристика которого приведена ниже.

Пропускная способность, м³/с	0,5—0,8
Частота вращения барабана, об/мин	10
Размер ячеи сетки барабана, мм	3×3
Мощность электродвигателя, кВт	1,7
Габариты барабана, мм	
диаметр	1300
высота	1140
Масса, кг	1380

В водозаборах производительностью до 1 м³/с и 5 м³/с используют рыбозащитные сооружения с щебеночным фильтром, конструкция которых разработана Киевским отделением Гидрорыбпроекта (типовой проект 413—60). При расходах воды до 1 м³/с рыбозащитное сооружение представляет собой перегораживающее устройство с железобетонным флютбетом и бычками, в пазах которых установлены сетчатые кассеты-контейнеры размером 0,9×1,25 м, заполненные щебнем. Сооружение оборудовано служебным мостиком и монорельсом с пере-



движной талью грузоподъемностью 1 тс, предназначенной для подъема и транспортировки кассет к площадке, где осуществляется промывка и сушка щебеночного заполнителя (рис. 52).

При расходах воды до 5 м³/с сооружение представляет собой оголовок, в который с трех сторон поступает вода через кассеты размером 0,9×1,25 м, установленные в два яруса по высоте.

Основные технико-экономические показатели рыбозащитного сооружения определяют путем суммирования показателей постоянной и переменной частей оголовка расчетной длины и показателей служебного мостика, площадки, регулирующей и водопроводящей частей сооружения (табл. 39 и 40).

На рис. 53 показана конструкция рыбозащитного устройства типа плоской сетки с рыбоотводом на водозаборе производительностью до 2 м³/с, обеспечивающая высокую эффективность защиты (до 80 %) для рыб с длиной тела более 14 мм.

Рыбозаградителями типа плоской сетки могут быть оборудованы водозаборные сооружения любого типа и любой пропускной способности. Они могут быть выполнены с очистными (промывными) устройствами и рыбоотводами или без них.

Весьма эффективны конусные сетчатые рыбозащитные устройства с рыбоотводом, предложенные и сконструированные К. Ф. Химицким (рис. 54).

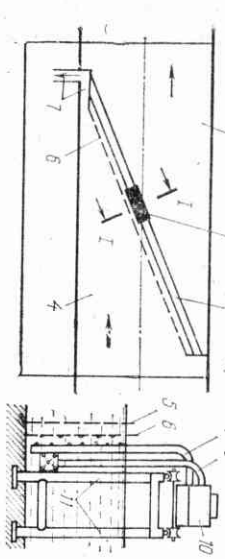


Рис. 53. Плоская сетка с рыбоотводом:
1 — аванкамера; *2* — очистное устройство с автоматическим приводом; *3* — пути направляющие; *4* — арьеркамера; *5* — грубая решетка; *6* — сетчатое полотно; *7* — рыбоотвод; *8* — водоструйная флейта; *9* — всасывающий патрубок; *10* — насос очистного устройства; *11* — опоры пути направляющего

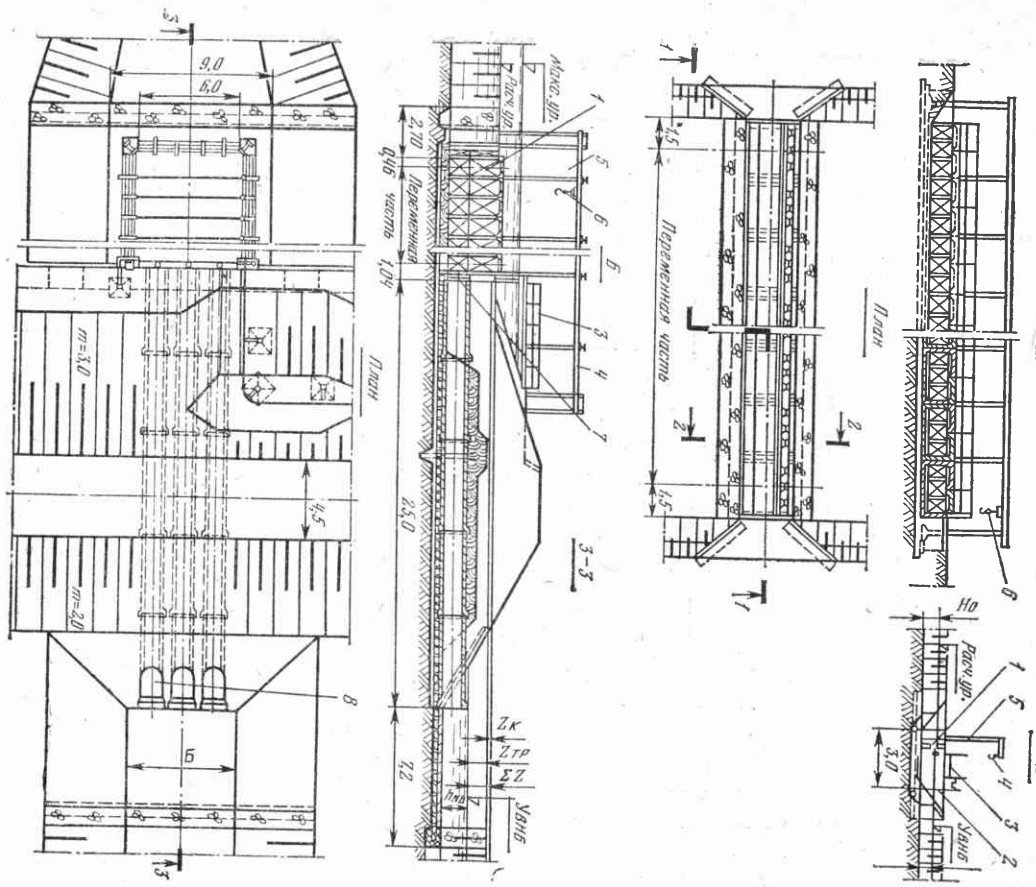


Рис. 52. Рыбозащитные сооружения с щебеночным фильтром:
А — на расход до 1 м³/с; *Б* — на расход до 5 м³/с; *1* — щебеночный фильтр; *2* — сборные блоки; *3* — пешеходный мостик; *4* — монорельс; *5* — стойки монорельса; *6* — таль грузоподъемностью 10 кН; *7* — затвор плоский; *8* — водопроводящие трубы

Таблица 39

Основные технико-экономические показатели рыбозащитных сооружений с щебеночным фильтром на расход до 1 м³/с
(по типовому проекту 413-60 Киевского отделения Гидрорыбпроекта, 1978)

Часть сооружения	Расход Q, м³/с									Расход материалов				
	Напор перед сооружением H_0, м									Железобетон сборный, м³	Железобетон монолитный, м³	Бетон монолитный, м³	Сталь арматурная, т	Металлоизделия, т
	0,9			1,0			1,1							
	Перепад на кассетах $z_к$, м													
	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3					
Постоянная	0,23	0,31	0,37	0,26	0,35	0,41	0,29	0,39	0,45	5,1	2,6	3,7	0,49	1,10
Переменная	0,23	0,31	0,37	0,26	0,35	0,41	0,29	0,39	0,45	1,5	1,3	1,3	0,18	0,70
Постоянная и переменная (3 м)	0,46	0,62	0,74	0,52	0,70	0,82	0,58	0,78	0,90	6,6	3,9	5,0	0,67	1,80
Постоянная и переменная (6 м)	0,69	0,91	1,11	0,78	1,05	1,23	0,87	1,17	1,35	8,1	5,2	6,3	0,85	2,50
Постоянная и переменная (9 м)	0,92	1,24	1,48	1,04	1,40	1,64	1,16	1,56	1,80	9,6	6,5	7,6	1,03	3,20

Таблица 40

Основные технико-экономические показатели рыбозащитных сооружений с щебеночным фильтром на расход до 5 м³/с
(по типовому проекту 413-60 Киевского отделения Гидрорыбпроекта, 1978)

Часть сооружения	Расход Q, м³/с									Расход материалов				
	Напор перед сооружением H_0, м									Железобетон сборный, м³	Железобетон монолитный, м³	Бетон монолитный, м³	Сталь арматурная, т	Металлоизделия, т
	1,7			2,0			2,3							
	Перепад на кассетах $z_к$, м													
	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3					
Оголовок водозаборный														
Постоянная	1,01	1,46	1,68	1,19	1,75	2,00	1,36	1,99	2,31	9,3	10,3	6,1	1,12	3,8
Переменная	0,87	1,26	1,44	1,02	1,50	1,71	1,17	1,71	1,98	4,2	12,2	3,0	0,85	2,2
Постоянная и переменная (3,6 м)	1,88	2,72	3,12	2,21	3,25	3,71	2,53	3,70	4,29	13,5	22,5	9,1	1,97	6,0
Постоянная и переменная (7,2 м)	2,75	3,98	4,56	3,23	4,75	5,42	3,70	5,41	6,27	17,7	34,7	12,1	2,82	8,2
Постоянная и переменная (10,8 м)	3,62	5,24	6,00	4,25	6,25	7,13	4,87	7,12	8,25	21,9	46,9	15,1	3,67	10,4
Мостик служебный; площадка вспомогательная, регулирующая и водопроводящая части сооружения с водоводами из	Перепад на сооружении, м													
	0,5			0,8			1,1							
	Перепад на трубах $z_{тр}$, м													
	0,4	0,3	0,2	0,7	0,6	0,5	1,0	0,9	0,8					
1 нитки труб 1000 мм	1,55	1,32	1,07	2,00	1,86	1,70	2,40	2,27	2,14	18,3	8,5	14,2	0,83	1,82
1 нитки труб 1200 мм	2,16	1,88	1,53	2,82	2,64	2,42	3,42	3,26	3,05	21,1	8,4	19,1	0,83	1,86
2 ниток труб 1000 мм	3,10	2,64	2,14	4,00	3,72	3,40	4,80	4,54	4,28	28,1	8,8	38,2	0,86	2,41
2 ниток труб 1200 мм	4,32	3,76	3,06	5,64	5,28	4,84	6,84	6,52	6,10	34,6	9,2	48,4	0,92	2,61
3 ниток труб 1000 мм	4,65	3,96	3,21	6,00	5,58	5,10	7,20	6,81	6,42	38,5	9,4	60,8	0,94	3,17
3 ниток труб 1200 мм	6,48	5,64	4,59	8,46	7,92	7,26	10,26	9,78	9,15	47,7	9,7	78,0	1,01	3,47

Рис. 54. Конусная сетка:
1 — корпус; *2* — сетка; *3* — насос; *4* — напорный трубопровод; *5*, *6* — рыбоотвод; *7* — полотно сетки; *8* — промывная флейта

Расчеты механических рыбозаградителей обычно сводят к определению ширины фильтрующего фронта, обеспечивающей при заданной глубине биологические требования по скоростям течения в ячее сетки. При этом площадь отверстий сетки в свету принимают равной 40—50 % площади сетки.

Эффективность работы промывочного устройства — флейты — определяют расходом воды, потребляемым на промывку, который не должен превышать 3—4 % расхода водозабора. Диаметр отверстий флейты во избежание их засорения принимают равным двум диаметрам отверстий в сетке рыбозаградителя. Оптимальное расстояние от флейты до сетки барабана принимают равным 15 диаметрам отверстия в сетке.

Расход воды во флейте, обеспечивающий эффективную промывку сетки, определяют по формуле

$$Q_ф = \mu\omega n\sqrt{2gH_ф}\ \text{м}^3/\text{с},$$

где μ — коэффициент расхода, $\mu = 0{,}6$; ωn — площадь всех отверстий флейты, м; $H_ф$ — потребный напор во флейте относительно плоскости, проходящей через ось горизонтальной флейты, м.

Манометрический напор на линии, подводящей воду к флейте, составит

$$p/\gamma = h + \Sigma\varepsilon v^2/2g + H_ф - z_м\ \text{м},$$

где p/γ — манометрическое давление, м; h — потери напора по длине водовода, подающего воду к флейте (принимают по таблицам Щевелева в зависимости от расхода воды и диаметра трубы), м; выдержка из таблиц для заградителей МСРЗ-I и МСРЗ-II приведена в табл. 41; $\Sigma\varepsilon$ — сумма местных сопротивлений; v — скорость течения воды в трубопроводе, м/с; $H_ф$ — потребный напор во флейте, м; $z_м$ — геометрическая разность отметок манометра и оси горизонтальной флейты, м; g — ускорение силы тяжести, м/с².

Таблица 41

Потери напора по длине подводящего трубопровода на 1 км протяженности

Q, л/с	d, мм							
	32		40		50			
	v, м/с	h, м	v, м/с	h, м	v, м/с	h, м		
1,56	1,63	226	1,23	207	0,73	28,7		
2,34	2,47	519	1,87	246	1,1	62		
3,41	—	—	2,71	515	1,6	128		

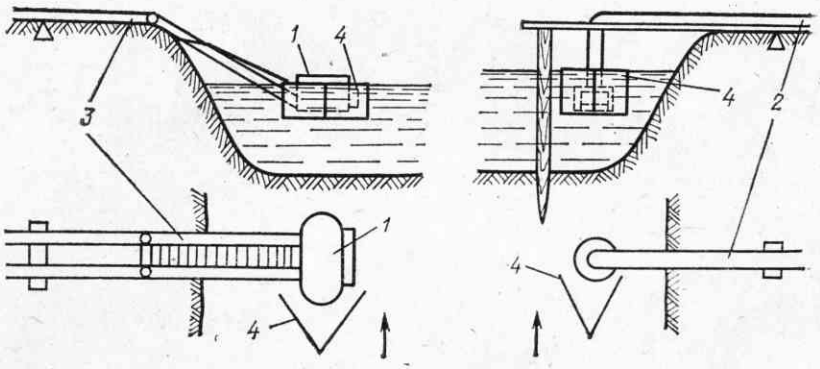


Рис. 55. Расположение отбойных козырьков на водозаборных сооружениях:
1 — понтон; *2* — линия всасывания; *3* — напорная линия; *4* — отбойный козырек

Для обеспечения эффективной промывки сетки барабана скорость истечения струи из флейты в плоскости сетки должна не менее чем в 5—10 раз превышать скорость всасывания.

Лопастной винт, являющийся движущим элементом сетчатого барабана или флейты, приводится во вращение током засасываемой водозаборным устройством воды. Его расчет осуществляют по методу И. Н. Вознесенского и В. Ф. Пекина.

Подводимую к винту мощность определяют по формуле

$$N_n = \gamma QH, \text{ кВт},$$

где N_n — суммарная мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления вращению барабана или флейты,

$$N_n = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 \text{ кВт},$$

где N_1 — мощность, затрачиваемая на преодоление трения боковой поверхности барабана о воду; N_2 — мощность, необходимая для преодоления трения днища барабана в воде; N_3 — мощность, затрачиваемая на преодоление трения в резиновом уплотнении зазора между движущимся барабаном и неподвижным диском; N_4 — мощность, затрачиваемая на преодоление трения в подшипниках; N_5 — мощность, необходимая для преодоления трения в сальниковом уплотнении.

В основу расчета сопла и лопастного колеса положена мощность, передаваемая струей воды на изогнутые лопатки,

$$N_p = 4\gamma Qc\,(v - c)/2g \text{ кВт},$$

где v — скорость струи, м/с; c — линейная скорость движения лопаток колеса, м/с; N_p — затраты мощности на преодоление сопротивления вращению барабана (флейты) с учетом потерь мощности струи на лопатке, кВт.

Гидравлические рыбозаградители в виде отбойных козырьков или запаней используют в водозаборных сооружениях, расположенных на водотоках. Эффективность рыбозащиты таких заградителей обычно не превышает 60%.

Отбойные козырьки (рис. 55) согласно «Методическим рекомендациям по проектированию рыбозащитных устройств водозаборных сооружений» устанавливают непосредственно в водотоках перед понтонами насосных станций и вертикальными всасывающими трубами. При этом необходимо, чтобы скорость течения в водотоке превышала скорость на входе в водозаборное отверстие (не более 0,8 м/с) и была равна не менее 1 м/с.

Запани (рис. 56) также устанавливают непосредственно в водотоках перед оголовками водозаборных сооружений. При установке запаней необходимо обеспечивать скорость на входе в водозаборные отверстия не более 0,4 м/с при скорости течения в водотоке не менее 0,8 м/с.

Физиологические рыбозаградители в виде воздушно-пузырьковых завес, электрорыбозаградителей, жалюзей и т. п. основаны на использовании различных раздражителей, воздействующих на поведение рыб. Их можно применять на водозаборах с любым расходом воды, устанавливаемых на водотоках.

Воздушно-пузырьковые завесы можно применять для защиты стайных рыб (сельдей, хамсы, кильки). Опыт их применения крайне недостаточен и нуждается в производственной проверке.

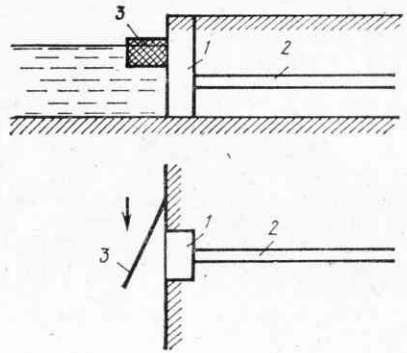


Рис. 56. Расположение запани на водозаборных сооружениях:
1 — оголовок; *2* — линия всасывания, или самотечная; *3* — запань

Электрорыбозаградители служат для остановки и изменения направления движения половозрелых рыб, идущих на нерест против течения реки. Эффективность защиты может достигать 70 %. Этот тип заградителя основан на реакции рыб на электрическое поле, заставляющее изменять направление движения и уходить из зоны действия заградителя.

Электрический рыбозаградитель (ЭРЗУ-1) состоит из источника питания переменного тока напряжением 380/220В, прерывающего устройства с системой охлаждения, делителя напряжения, системы электродов и линии питания.

Согласно рекомендациям ГосНИОРХа электрорыбозаградители устанавливают на входе в ковши и подводящие каналы водозаборных устройств при скорости течения в створе электродов не более 0,25 м/с и скорости водотока не менее 0,4 м/с.

Каналы и сооружения на них

Типы каналов

В современных прудовых рыбоводных хозяйствах различают каналы четырех основных типов:

1) каналы водоподающей сети для подвода воды к прудам от головного водозаборного их узла; иногда заменяют железобетонными лотками или трубопроводами;

2) каналы внутренней рыбосборно-осушительной сети для быстрого сбора воды с ложа пруда и подвода ее к донному водоспуску, а также для концентрации и полного ската рыбы при облове;

3) каналы внешней сбросной сети для отвода сбрасываемой из прудов воды в водоприемник, перепуска рыбы в рыбоуловитель и осушения прилегающей к прудам территории;

4) нагорные каналы для перехвата ливневых или весенних талых вод во избежание попадания их в магистральные водоподающие каналы и предотвращения их разрушения и заиления.

Кроме того, известны и другие, например, дренажные каналы для перехвата фильтрационных вод из пойменных обвалованных прудов и предотвращения заболачивания прилегающих к ним сельскохозяйственных земель, отводящие и подводящие каналы головных водозаборных узлов и рыбоходно-нерестовые каналы при низконапорных гидроузлах на равнинных реках, предназначенные для пропуска мигрирующих проходных рыб из одного бьефа в другой и обеспечения их нереста на специальном субстрате из гравийно-галечниковой смеси или щебня.

Проектирование и гидравлический расчет каналов

Водоподающие каналы трассируют по наивысшим отметкам поверхности земли с минимальным уклоном дна в целях обеспечения командования над уровнями воды в пойменных прудах и самотечной подачи воды в них. Водоподающие каналы устраивают в высоких насыпях или полувыемках-полунасыпях. В выемках выполняют верхнюю холостую часть водоподающих каналов в непосредственной близости от плотины головного пруда и водозаборного сооружения. Насыпи водоподающих каналов обычно являются одновременно ограждающими дамбами пойменных прудов.

Как правило, водоподающая система состоит из магистрального канала и ответвлений, подводящих воду к отдельным прудам или группам прудов. Для отключения участков магистрального канала или отдельных ответвлений водоподающей системы предусматривают перегораживающие сооружения.

Форму поперечного сечения канала выбирают в зависимости от его размеров и условий строительства (характер грунтов, гидрогеология и пр.). В рыбоводных хозяйствах водоподающие каналы применяют в основном трапецеидального поперечного сечения, выполняют без крепления дна и откосов.

Трапецеидальная форма канала является гидравлически наиболее выгодным сечением, при котором обеспечивается максимальная пропускная способность. В живом сечении такого канала будет наименьший смоченный периметр или наибольший гидравлический радиус.

Гидравлический радиус, соответствующий наиболее экономически выгодному живому сечению канала должен быть равен половине глубины воды в канале $R=h/2$.

Для получения гидравлически наиболее выгодного профиля канала трапецеидальной формы при различных коэффициентах заложения откосов берут определенное отношение ширины по дну к глубине воды в канале $\beta=b/h$.

Значения β для различных коэффициентов заложения откосов m:

β	m	β	m
2,00	0,00	0,53	1,75
1,00	0,75	0,47	2,00
0,82	1,00	0,42	2,25
0,70	1,25	0,38	2,50
0,60	1,50	0,32	3,00

Не рекомендуются мелкие и очень широкие каналы. Для каналов с глубиной $h\leqslant 2$ м $\beta<10\div12$.

Коэффициент откоса m выбирают по условиям устойчивости откосов в зависимости от качества грунта, в котором проходит канал, принятого способа облицовки откосов и применяемой землеройной техники. Значения коэффициента откоса m при высоте откоса $H\leqslant 10$ м принимают по приведенным ниже рекомендациям.

Необлицованные каналы

Мелкозернистые песчаные грунты	3,0—3,5
Супесчаные или слабоуплотненные грунты	2,0—2,5
Плотная супесь и легкий суглинок	1,5—2,0
Гравелистые и песчано-гравелистые грунты	1,5
Тяжелые суглинки, плотные лёссы и обычные глины	1,0—1,5
Тяжелые плотные глины	1,0
Различные скальные породы в зависимости от степени выветренности	0;5—0,1
Торф со степенью разложения до 50%	0,25—1,25
Торф со степенью разложения более 50%	0,5—2,0

Облицованные каналы

Бетоном или асфальтобетоном	1,25
Гравийной отсыпкой или каменной наброской	1,5
Облицовка из пластичных материалов (глинистых и суглинистых)	2,5

Примечания: 1. Надводные откосы принимают более крутыми. 2. При высоте откоса>5 м его устойчивость проверяют расчетом.

Гидравлические расчеты каналов ведут по формулам равномерного движения в открытых руслах.

Пропускную способность канала определяют по формуле Шези

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

где ω — площадь живого сечения, м²; для трапецеидального, поперечного сечения канала $\omega=(b+mh)h$; R — гидравлический радиус, м; $R=\omega/\chi$; χ — смоченный периметр (длина подводной части периметра сечения), м; для трапецеидального поперечного сечения канала $\chi=b+2h\sqrt{1+m^2}$; i — продольный уклон дна канала; C — скоростной коэффициент, зависящий от формы живого сечения и шероховатости русла (коэффициент Шези).

Уклон и падение канала по длине определяют по формулам

$$i=v^2/C^2R=Q^2/\omega^2C^2R=Q^2/K^2;$$

$$\Delta z=il=Q^2l/\omega^2C^2R=Q^2l/K^2$$

Расходная характеристика, или модуль расхода,

$$K=\omega C\sqrt{R}=Q/\sqrt{i}\ \text{м}^3/c.$$

Скоростная характеристика, или модуль скорости,

$$W=C\sqrt{R}=v/\sqrt{i}\ \text{м/с}.$$

Для определения коэффициента C применяют формулу Павловского

$$C=R^y/n,$$

где n — коэффициент шероховатости русла; y — переменный показатель степени.

$$y=f(n,\ R);$$

для предварительных расчетов можно принять $y=1/6$ (по Маннингу) и соответственно

$$C=(1/n)\,R^{1/6}.$$

Для уточненных расчетов рекомендуют полную формулу Павловского, где

$$y=2{,}5\sqrt{n}-0{,}13-0{,}75\sqrt{R}\ (n-0{,}10).$$

Для практических целей определяют по приближенным формулам

$$y\approx 1{,}5\sqrt{n}\ \text{при}\ R<1\ \text{м};$$

$$y\approx 1{,}3\sqrt{n}\ \text{при}\ R>1\ \text{м}.$$

Значение коэффициента шероховатости берут из табл. 42.

Таблица 42

Значения коэффициента шероховатости n в формуле Павловского

Характеристика поверхности	Минимальные	Средние	Максимальные
Земляные каналы без облицовки			
Каналы в лёссе, плотном грунте, плотной земле, затянутые илистой пленкой без наносов	—	0,020	—
Большие и средние каналы при хороших условиях эксплуатации	—	0,0225	—
Большие каналы при средних условиях эксплуатации	—	0,025	—
Каналы при плохих условиях эксплуатации	—	0,0275	—
То же, при наличии водорослей, а также местных обвалов откосов	—	0,030	—
Каналы с неправильным профилем, сильно заросшие и засоренные	—	0,035	—
Каналы в облицовке			
Простая бетонная или железобетонная облицовка без затирки			
гладкий бетон при хорошо сплоченной опалубке, без выступов и впадин при закруглениях средней величины в плане без песка и гравия на дне	0,013	0,014	0,015
шероховатый бетон со следами опалубки при крутых закруглениях в плане с отложениями гравия и песка на дне	0,015	0,016	0,018
Бетонная и железобетонная обработанная оштукатуренная или заглаженная облицовка			
при высоком качестве работ—чистая цементная штукатурка и безукоризненно заглаженная поверхность	—	0,011	—
при хорошем качестве работы, заглаженных швах, небольшом количестве закруглений на трассе	0,011	0,012	0,013
Торкретированная поверхность	0,016	0,019	0,021
Каменные облицовки			
булыжная мостовая	0,020	0,025	0,027
каменная наброска	0,027	0,030	0,035
гравийная галечная отсыпь	От 0,020	До 0,025*	

* Меньшее значение соответствует $d_{ср}=10$ мм, большее—$d_{ср}=50$ мм.

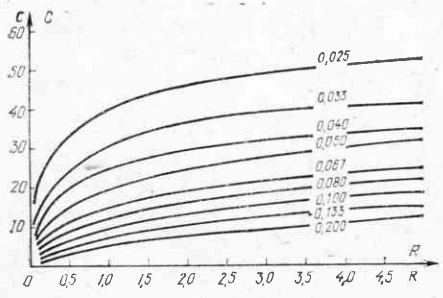


Рис. 57. График для определения коэффициента Шези по формуле Павловского

Значения коэффициента Шези C по формуле Павловского берут из табл. 43 или рис. 57.

Таблица 43

Значения коэффициента Шези C по формуле Павловского

Гидравлический радиус, м	Коэффициент шероховатости n							
	0,011	0,013	0,017	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040
0,05	61,3	48,7	33,2	26,1	18,6	13,9	10,9	8,7
0,06	62,8	50,1	34,4	27,2	19,5	14,7	11,5	9,3
0,07	64,1	51,3	35,5	28,2	20,4	15,5	12,2	9,9
0,08	65,2	52,4	36,4	29,0	21,1	16,1	12,8	10,3
0,10	67,2	54,3	38,1	30,6	22,4	17,3	13,8	11,2
0,12	68,8	55,8	39,5	32,6	23,5	18,3	14,7	12,1
0,14	70,3	57,2	40,7	33,0	24,5	19,1	15,4	12,8
0,16	71,5	58,4	41,8	34,0	25,4	19,9	16,1	13,4
0,18	72,6	59,5	42,7	34,8	26,2	20,6	16,8	14,0
0,20	73,7	60,4	43,6	35,7	26,9	21,3	17,4	14,5
0,22	74,6	61,3	44,4	36,4	27,6	21,9	17,9	15,0
0,24	75,5	62,1	45,2	37,1	28,3	22,5	18,5	15,5
0,26	76,3	62,9	45,9	37,8	28,8	23,0	18,9	16,0
0,28	77,0	63,6	46,5	38,4	29,4	23,5	19,4	16,4
0,30	77,7	64,3	47,2	39,0	29,9	24,0	19,9	16,8
0,35	79,3	65,8	48,6	40,3	31,1	25,1	20,9	17,8
0,40	80,8	67,1	49,8	41,5	32,2	26,0	21,8	18,6
0,45	82,0	68,4	50,9	42,5	33,1	26,9	22,6	19,4
0,50	83,1	69,5	51,9	43,5	34,0	27,8	23,4	20,1
0,55	84,1	70,4	52,8	44,4	34,8	28,5	24,0	20,7
0,60	85,3	71,4	53,7	45,2	35,5	29,2	24,7	21,3
0,65	86,0	72,2	54,5	45,9	36,2	29,8	25,3	21,9
0,70	86,8	73,0	55,2	46,6	36,9	30,4	25,8	22,4
0,80	88,3	74,5	56,5	47,9	38,0	31,5	26,8	23,4
0,90	89,4	75,5	57,5	48,8	38,9	32,3	27,6	24,1
1,00	90,9	76,9	58,8	50,0	40,0	33,3	28,6	25,0
1,10	92,0	78,0	59,8	50,9	40,9	34,1	29,3	25,7
1,20	93,1	79,0	60,7	51,8	41,6	34,8	30,0	26,3
1,30	94,0	79,9	61,5	52,5	42,3	35,5	30,6	26,9
1,50	95,7	81,5	62,9	53,9	43,6	36,7	31,7	28,0
1,70	97,3	82,9	64,3	55,1	44,7	37,7	32,7	28,9
2,00	99,3	84,8	65,9	56,6	46,0	38,9	33,8	30,0
2,50	101,1	87,3	68,1	58,7	47,9	40,6	35,4	31,5
3,00	104,4	89,4	69,8	60,3	49,3	41,9	36,6	32,5
3,50	106,4	91,1	71,3	61,5	50,3	42,8	37,4	33,3
4,00	108,1	92,6	72,5	62,5	51,2	43,6	38,1	33,9
5,00	111,0	95,1	74,2	64,1	52,4	44,6	39,9	34,6

При проектировании каналов в земляном русле их основные параметры (глубина h, ширина по дну b, заложение откосов m и продольный уклон i) назначают из расчета обеспечения скорости течения, при которой не происходит размыва грунта.

Величины неразмывающих скоростей течения, допускаемых в каналах, зависят от грунтов и типа крепления дна и откосов.

Допускаемые неразмывающие средние скорости потока для различных минеральных грунтов глубин каналов даны в табл. 44 и 45.

Таблица 44

Допускаемые неразмывающие средние скорости потока для песчаных и крупнообломочных грунтов
(по СНиП II—52—74)

Средний диаметр частиц грунта $d_{ср}$, мм	Допускаемые неразмывающие скорости, м/с, при глубине потока, м				Средний диаметр частиц грунта $d_{ср}$, мм	Допускаемые неразмывающие скорости, м/с, при глубине потока, м			
	0,5	1	3	5		0,5	1	3	5
0,25	0,37	0,39	0,41	0,45	15	1,26	1,42	1,65	1,76
0,37	0,38	0,41	0,46	0,48	20	1,37	1,55	1,85	1,96
0,50	0,41	0,44	0,50	0,52	25	1,48	1,65	1,98	2,12
0,75	0,47	0,51	0,57	0,59	30	1,56	1,76	2,1	2,26
1	0,51	0,55	0,62	0,65	40	1,68	1,93	2,32	2,5
2	0,64	0,7	0,79	0,83	75	2,01	2,35	2,89	3,14
2,5	0,69	0,75	0,86	0,9	100	2,15	2,54	3,14	3,46
3	0,73	0,8	0,91	0,96	150	2,35	2,84	3,62	3,96
5	0,87	0,96	1,1	1,17	200	2,97	3,03	3,92	4,31
10	1,10	1,23	1,42	1,51	300	2,9	3,32	4,4	4,94

Примечание. Средний диаметр частиц песчаных и крупнообломочных грунтов принимают как средневзвешенный по формуле

$$d_{ср} \approx \Sigma d_i p_i / \Sigma p_i,$$

где d_i и p_i — диаметр и процентное содержание каждой частицы по массе.

Таблица 45

Допускаемые неразмывающие средние скорости потока (м/с) для глинистых грунтов
(по СНиП II—52—74)

Расчетное удельное сцепление глинистого грунта C, МПа	Глубина потока, м							
	0,5		1		3		5	
	Содержание легкорастворимых солей (CaCl), (MgCl), NaCl, Na_2SO_4, Na_2CO_3, $NaHCO_3$), %, по плотному остатку массы абсолютно сухого грунта							
	0,2 и менее	0,2—3,0	0,2 и менее	0,2—3,0	0,2 и менее	0,2—3,0	0,2 и менее	0,2—3,0
0,0005	0,39	0,36	0,43	0,4	0,49	0,46	0,52	0,49
0,0010	0,44	0,39	0,48	0,43	0,55	0,49	0,58	0,52
0,0020	0,52	0,41	0,57	0,45	0,65	0,52	0,69	0,55
0,0030	0,59	0,43	0,64	0,48	0,74	0,55	0,78	0,59
0,0040	0,65	0,46	0,71	0,51	0,81	0,58	0,86	0,62
0,0050	0,71	0,48	0,77	0,53	0,89	0,61	0,98	0,65
0,0075	0,83	0,51	0,91	0,56	1,04	0,64	1,10	0,69
0,0125	1,03	0,60	1,13	0,67	1,30	0,76	1,37	0,81
0,0150	1,21	0,65	1,33	0,72	1,52	0,82	1,60	0,88
0,0200	1,28	0,75	1,40	0,82	1,60	0,93	1,69	1,00
0,0225	1,36	0,80	1,48	0,88	1,70	1,00	1,80	1,07
0,0250	1,42	0,82	1,55	0,91	1,78	1,04	1,88	1,10
0,0300	1,54	0,90	1,69	0,99	1,94	1,12	2,04	1,20
0,0350	1,67	0,97	1,83	1,06	2,09	1,22	2,21	1,30
0,0400	1,79	1,03	1,96	1,15	2,25	1,31	2,38	1,40
0,0450	1,88	1,09	2,06	1,20	2,35	1,39	2,49	1,46
0,0500	1,99	1,26	2,17	1,28	2,5	1,46	2,63	1,56
0,0600	2,16	1,27	2,38	1,38	2,72	1,60	2,88	1,70

Примечание. При содержании легкорастворимых солей в глинистых грунтах более 3% допускаемые неразмывающие средние скорости устанавливают на основании исследований.

Допускаемые неразмывающие средние скорости потока (м/с) для каналов в торфах с различной степенью разложения при $R=1$ м (по СНиП II—52—74) приведены ниже

Древесный	0,4
Хвощевый	0,8
Осоковогипновый, хорошо разложившийся (более 55%)	0,6
Осоковогипновый, слабо разложившийся (до 35%)	0,9
Сфагновый, хорошо разложившийся (более 55%)	0,7
Сфагновый, слабо разложившийся (до 35%)	1,2

Для каналов с облицованными откосами и дном допускаемые неразмывающие скорости потока приведены в табл. 46 (для наиболее часто встречающихся в рыбохозяйственном строительстве видов облицовки).

Таблица 46

Допускаемые неразмывающие средние скорости потока (м/с) для закрепленных русел
(по СНиП II—52—74)

Вид крепления	Проектная марка бетона раствора по прочности на сжатие	Глубина потока, м			
		0,5	1	3	5
Бетонная облицовка (поток не содержит песчаных и галечниковых наносов)	100	12,5	13,8	16	17
	150	14	15,6	18	19,1
	200	15,6	17,3	20	21,2
	300	19,2	21,2	24,6	26,2
Каменная наброска в плетневой клетке	—	3	3,5	4	4,4
Одиночное мощение на плотноутрамбованном грунте при размерах камня, см,					
15—20	—	2,4	2,8	3,5	3,8
20—30	—	2,8	3,3	4,1	4,4
Дерновка плашмя	—	1	1,25	1,5	1,5

При расчете канала по известной неразмывающей скорости определяют величину продольного уклона

$$i = v^2/C^2R.$$

Если уклон канала превышает величину, полученную по указанному выражению, на канале устраивают сопрягающие сооружения. В этом случае канал будет состоять из нескольких участков с допустимыми уклонами, между которыми располагают сопрягающие сооружения (перепады, быстротоки). Однако при этом следует иметь в виду, что при очень малых уклонах, а следовательно, и скоростях потока может происходить интенсивное заиление канала. Поэтому для нормальной работы канала необходимо, чтобы средняя скорость течения в нем находилась в интервале между допускаемыми скоростями на заиление и размыв.

Для каналов в обычном земляном русле при коэффициенте шероховатости $n=0{,}0225$ и среднем диаметре взвешенных наносов $d_{ср}=0{,}25$ мм критическую незаиляющую скорость определяют по формуле Леви

$$v_{кр} = 0{,}5\sqrt{R} \text{ м/с}.$$

Если насыщенность наносами диаметром $d>0{,}25$ мм не превышает 0,01 % по массе, то критическую незаиляющую скорость в канале с гидравлическим радиусом $R=1{,}0$ м можно определять приближенно в зависимости от величины $d_{ср}$ по табл. 47.

Таблица 47

Незаиляющая скорость (по данным Леви) при $R=1$ м и количестве наносов $d>0{,}25$ мм не более 0,01% по массе)

$d_{ср}$, мм	$v_{кр}$, м/с	$d_{ср}$, мм	$v_{кр}$, м/с	$d_{ср}$, мм	$v_{кр}$, м/с
0,1	0,22	1,0	0,95	2,0	1,10
0,2	0,45	1,2	1,00	2,2	1,10
0,4	0,67	1,4	1,02	2,4	1,11
0,6	0,82	1,6	1,05	2,6	1,11
0,8	0,90	1,8	1,07	3,0	1,11

Примечание. Для каналов с $R \neq 1$ м табличное значение $v_{кр}$ необходимо умножить на $\sqrt{R}$.

Критическую незаиляющую скорость можно определить также по формуле Черкасова

$$v_{кр} = 0{,}646\alpha\beta R^{0,5},$$

где α — коэффициент, зависящий от произведения $Ri \cdot 10^6$ и изменяющийся от 0,97 до 1,03; β — коэффициент, зависящий от гидромеханического эквивалента наносов η и изменяющийся от 0,735 до 1,270.

Для средних условий оба этих коэффициента можно принять равными единице.

При прохождении канала в водопроницаемых грунтах наблюдается фильтрация воды в грунт. Потери воды от фильтрации через дно и откосы зависят от характера грунтов по трассе канала, расположения уровня грунтовых вод, состояния русла и его формы.

Для определения фильтрационных потерь из каналов, проходящих в однородных грунтах при бесконечно глубоком залегании грунтовых вод, можно использовать формулу Павловского

$$q = 0{,}0116k_ф (B + 2h),$$

где q — фильтрационные потери на 1 км канала, м³/с; $k_ф$ — коэффициент фильтрации, м/сут; B — ширина канала по урезу воды, м; h — глубина воды в канале, м.

Каналы внутренней рыбосборно-осушительной сети трассируют, как правило, по пониженным местам ложа пруда. Расположение каналов зависит от рельефа ложа. Чем спокойнее рельеф, тем проще схема рыбосборно-осушительной сети. Схемы расположения каналов на ложе пойменных прудов даны на рис. 58.

Обычно проектирование рыбосборно-осушительной сети начинают с трассирования центрального канала-собирателя по линии, соединяющей водовыпуск в пруд с донным водоспуском.

В целях обеспечения быстрого сброса воды и лучшей концентрации рыбы центральному каналу-собирателю придают продольный уклон дна 0,002—0,003.

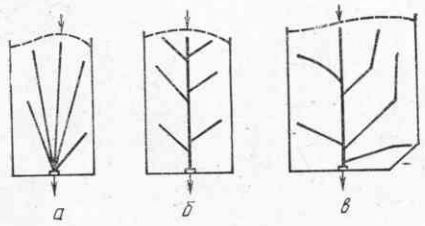


Рис. 58. Схема расположения сети рыбосборно-осушительных каналов на ложе пруда:
а — лучевое; *б* — елочное; *в* — при сложном рельефе

К центральному каналу подводят боковые каналы-осушители, отводящие воду со всех понижений ложа пруда, с уклоном дна 0,001. Число каналов зависит от сложности рельефа, расстояние между ними обычно принимают равным 50—100 м.

В качестве каналов рыбосборно-осушительной сети используют боковые резервы, проходящие вдоль контурных и разделительных дамб внутри прудов.

Размеры поперечного сечения каналов рыбосборно-осушительной сети назначают в зависимости от размеров прудов и их категории. Так, для головных и нагульных прудов глубину каналов принимают равной 1 м, ширину по дну — 0,5—1,0 м, для выростных прудов соответственно 0,7 и 0,6 м, для зимовальных, нерестовых, мальковых и маточных прудов глубину — 0,5 и ширину по дну 0,4—0,6 м.

Заложение откосов принимают с учетом характера грунта ложа пруда, а также обеспечения беспрепятственного проезда по осушенному ложу различных землеройных мелиоративных механизмов (тракторов, сеялок и т. п.). Для прудов летних категорий больших по площади заложение откосов внутренних каналов рекомендуется принимать равным 1 : 2,5—1 : 3, для малых по площади летних и зимовальных прудов 1 : 1—1 : 1,5.

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. Если уклон больше допустимого, на трассе сбросного канала предусматривают сопрягающие сооружения, а при впадении в водоприемник — концевые сбросы в виде перепадов или быстротоков с затворами или без них.

Гидравлические расчеты по определению пропускной способности каналов и размеров их поперечного сечения выполняют по формулам, применяемым при расчетах водоподающих каналов. При проектировании водоподающих и сбросных каналов руководствуются СНиП II—52—74.

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. Нагорные каналы действуют периодически.

Гидравлические расчеты нагорных каналов осуществляют при пропуске расхода 10 %-ной обеспеченности по приведенным выше формулам для водоподающих каналов.

Нерестово-рыбоходный канал представляет собой трапецеидальное русло, проложенное в обход гидроузла параллельно руслу реки и имеющее бесперепадное сопряжение с верхним и нижним бьефами. Канал проектируют с учетом требований биологии проходных и полупроходных рыб, для пропуска и нереста которых он предназначен. Определяющим параметром при этом является скорость течения, которая не должна превышать скорость, преодолеваемую рыбами в период нерестовых миграций. Так по данным исследований для осетровых рыб допустимая скорость встречного течения составляет 1,2—1,4 м/с, для полупроходных рыб (судака, леща, сазана) — 0,9—1 м/с, для сельди — 0,7—0,8 м/с.

Ширина по дну составляет 22—25 м, заложение откосов 1 : 3, глубина воды 2,5—3 м, продольный уклон по оси канала 0,0004—0,0006, пропускная способность 80 м³/с.

В качестве нерестового субстрата и одновременно крепления канала служит отсыпка из гравийно-галечной смеси с размером фракций 20—100 мм. Можно также использовать отсыпку из щебня аналогичного состава по фракциям.

Гидравлические расчеты нерестово-рыбоходных каналов осуществляют по формулам равномерного движения, приведенным выше. Следует отметить, что при отсутствии подпора со стороны нижнего бьефа в канале, особенно в его устьевой части, наблюдаются значительные колебания уровня воды. В связи с этим в канале образуется кривая спада со значительным возрастанием скоростей течения и уменьшением глубин. Во избежание этого следует заглублять устье канала ниже наинизшего расчетного уровня нижнего бьефа, с тем, чтобы

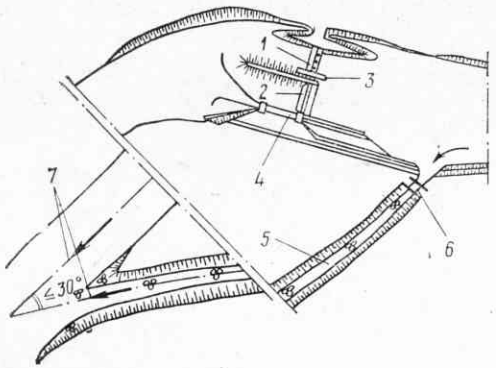


Рис. 59. Схема расположения нерестово-рыбоходного канала при низконапорном транспортном гидроузле:
1 — водосбросная плотина; *2* — судоходная плотина; *3* — рыбопропускной шлюз; *4* — судоходный шлюз; *5* — нерестово-рыбоходный канал; *6* — шлюз-регулятор; *7* — динамическая ось потока

при возникновении спада скорости течения в канале оставались в допустимых пределах.

В настоящее время такие каналы построены при Николаевском и Константиновском транспортных низконапорных гидроузлах на р. Дон.

Схема расположения нерестово-рыбоходного канала при низконапорном гидроузле приведена на рис. 59.

Строительство каналов

При строительстве рыбоводных предприятий каналы рыбосборно-осушительной и сбросной сети, а также нагорные и ловчие выполняют в выемке, водоподающие каналы в выемке, полувыемке-полунасыпи и насыпи (рис. 60).

Поскольку большинство рыбоводных объектов размещают на переувлажненных пойменных землях, строительство их начинают с регулирования водоприемника. Если указанное мероприятие не обеспечило достаточного осушения площадки, на втором этапе прокладывают сеть осушительных каналов, позволяющих получить норму осушения не менее 0,5 м. Осушительная сеть при этом должна совмещаться с рыбосборно-осушительными и внешними сбросными каналами. Для рытья таких каналов применяют одноковшовые экскаваторы болотной модификации, плужные и фрезерные каналокопатели. Разработку осуществляют «снизу вверх», т. е. от устья к истоку для обеспечения отвода воды от забоя. При реконструкции существующих каналов, заполненных водой, их уширяют и углубляют по направлению течения от истока к устью во избежание образования наносов на нижерасположенных участках.

Поперечные сечения каналов, выполненных каналокопателями, приведены на рис. 61. Ширина этих каналов по дну от 0,2 до 1,0 м, заложение откосов от 1 : 1 до 1 : 1,5. Ополаживание откосов до большего заложения осуществляют грейдером. Срезанный с откосов и дна грунт выбрасывают из канала экскава-

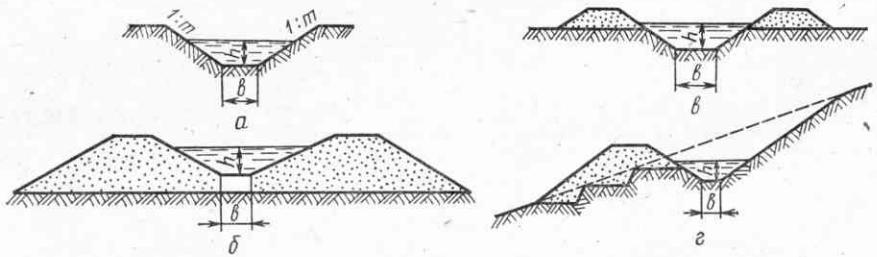


Рис. 60. Сечение канала:
а — в выемке; *б* — в насыпи; *в* — в полувыемке-полунасыпи; *г* — при прохождении канала по крутому косогору

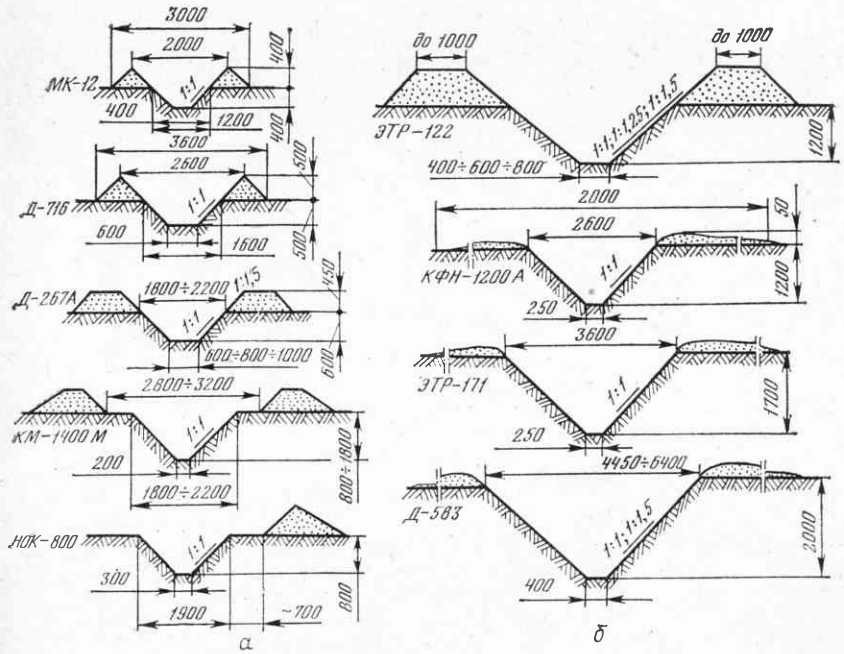


Рис. 61. Схемы профилей каналов, прорытых каналокопателями:
а — плужными; *б* — роторными

тором с ковшом вместимостью 0,35 м³ и вручную. При ширине канала по дну более 1,5 м выкидку грунта из выемки выполняют механизированным способом. Перед нарезкой рыбосборно-осушительных каналов каналокопателями поверхность полосы по трассе канала выравнивают грейдером для придания ей проектного уклона дна. В условиях, не допускающих предварительного выравнивания трасс каналов, производят последующую после прохода каналокопателя срезку недоборов вручную.

В водонасыщенных пылеватых мелкозернистых песках выемку канала осуществляют в два этапа. Сначала прокладывают пионерную траншею, позволяющую подсушить грунт на прилегающей к каналу полосе, затем ее уширяют и углубляют одноковшовым экскаватором за две проходки с укладкой грунта в отвалы. Для пропуска в каналы поверхностных вод с прилегающей территории в отвалах оставляют разрывы. Если отвалы грунта не используют для отсыпки дамб или дорожных насыпей, то их разравнивают на прилегающей полосе слоем 0,1—0,15 м с оставлением через каждые 30—50 м, а также в местах выраженных понижений воронок шириной до 10 м для стока поверхностных вод.

Рыбосборно-осушительная сеть, выполненная в виде узких каналов экскаваторами или каналокопателями, имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что их почти ежегодно приходится восстанавливать. Кроме того, такие каналы затрудняют механизированную обработку ложа прудов. Поэтому целесообразно вместо систематической сети узких каналов выполнить по ложу пруда выборочную сеть каналов с использованием системы ложбин и тальвегов, через которые могут беспрепятственно проходить машины, обрабатывающие ложе прудов. Такая сеть требует значительно меньших затрат труда на очистку и восстановление.

Нагорные и нагорно-ловчие каналы роют бульдозером в сочетании с одноковшовым экскаватором (рис. 62). Грунт из выемки укладывают в отвал высотой до 2 м с низовой стороны канала.

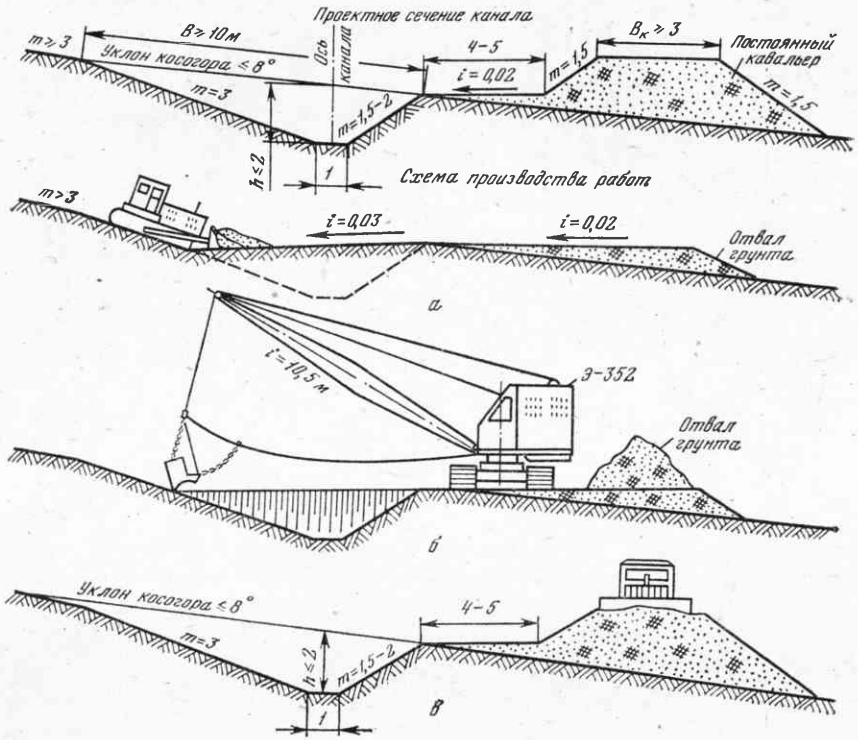


Рис. 62. Схема производства работ по устройству нагорного канала:
а — разработка сечения канала с устройством бермы; *б* — доработка сечения канала до проектных отметок; *в* — отделка канала и устройство кавальера

Водоподающие каналы, устраиваемые в полувыемках-полунасыпях и насыпях, в зависимости от размеров выполняют одноковшовыми экскаваторами, и каналокопателями с раздельной отсыпкой приканальных дамб или путем возведения земляной подушки с последующей вырезкой в ней сечения канала. Приканальные дамбы и земляные подушки насыпают из грунта полезных выемок (сбросных, рыбосборно-осушительных, дренажных и нагорно-ловчих каналов) или резервов механизированным способом. Растительный грунт в основании дамб и подушек каналов, совмещенных с контурными дамбами прудов, срезают с помощью бульдозера и перемещают в отвалы. Если насыпь водоподающего канала является одновременно разделительной дамбой прудов, растительный грунт в основании не срезают и предусматривают лишь рыхление основания. Отсыпаемый в напорные дамбы канала и подушки грунт тщательно уплотняют катками или трамбующими машинами до заданной в проекте плотности с увлажнением до оптимальной влажности. При этом организуют систематический контроль за качеством уплотнения грунта. Вырезку сечения канала в подушке выполняют только после инструментальной проверки соответствия отметок гребня подушки проектным данным. Дно, внутренние откосы и гребни дамб каналов планируют механизированным способом или вручную (если габариты сооружения не позволяют применять машины).

Неуплотненный грунт на наружных откосах дамб и в земляных подушках не срезают.

Водоподающие каналы на просадочных грунтах выполняют с учетом требований СНиП III—9—74.

Проектирование и строительство сооружений на каналах

К сооружениям на каналах рыбоводных хозяйств относят водовыпуски, перегораживающие сооружения, и сопрягающие сооружения (перепады, быстротоки), а также дюкеры и акведуки. Их располагают в основном на водоподающих каналах. Размеры этих сооружений невелики, а пропускная способность не превышает 10 м³/с при напорах 0 5—1,5 м.

Водовыпуски из каналов в пруды. Эти сооружения служат для регулирования подачи воды из магистральных каналов в пруды различных категорий и обеспечения их заполнения в расчетные сроки до проектных отметок.

Наиболее распространены в рыбоводных хозяйствах водовыпуски трубчатые различных типов и конструкций. Кроме того, используют водовыпуски лоткового типа и открытые (для выпуска воды из магистрального канала в ответвления низшего порядка). При больших площадях прудов и значительных расчетных расходах воды для их заполнения в качестве водовыпусков могут быть использованы любые шлюзы-регуляторы.

На рис. 63 приведена конструкция трубчатого водовыпуска на расходы до 0,9 м³/с. Характеристика этих сооружений дана в табл. 48 и 49.

Эти водовыпуски используют в районах с обычными геологическими условиями для подачи воды в пруды различных категорий, эксплуатируемые в безморозный период, при расположении дна канала выше НПУ пруда.

Пропускную способность трубчатых водовыпусков определяют по формулам:

а) для незатопленного входного оголовка (при $H < a/\tau$)

$$Q = m_k b_k \sqrt{2g}\, H^{3/2},$$

где H — напор перед трубой, м; a — высота трубы, м; $\tau = 0{,}9$; m_k — коэффициент расхода, изменяющийся от 0,30 до 0,32; $b_k = \omega_k / h_k$ — средняя ширина потока в сечении с критической глубиной, м;

б) для затопленного входного оголовка (при $H > a/\tau$)

$$Q = \mu_p \omega \sqrt{2g\,(H - \eta a)},$$

где $\mu_p = 0{,}625$ — коэффициент расхода; ω — площадь поперечного сечения трубы, м²; $\eta = 0{,}735$.

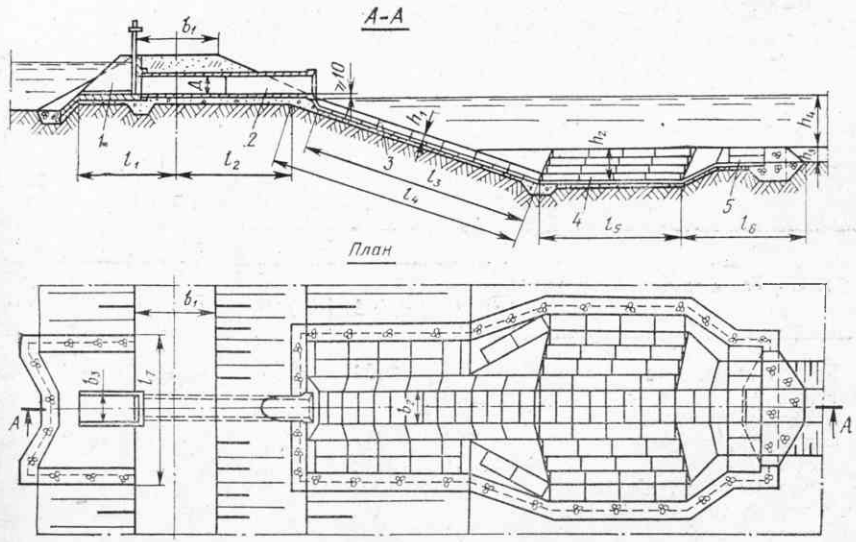


Рис. 63. Трубчатый водовыпуск на расход до 0,9 м³/с (типовой проект 413-6):
1 — оголовок; *2* — водопроводящая часть; *3* — водоскат; *4* — водобой; *5* — рисберма

Таблица 48

Характеристика водовыпусков трубчатых на расходы до 0,9 м³/с
(по типовому проекту 413-6 Гидрорыбпроекта 1980 г.; рис. 63)

Марка	Параметры сооружений, мм							
	$Д$	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7
ВТ-40, $ВТ_1$-40	400	3050	2610	6070	7050	3100	3650	4380
ВТП-40, $ВТП_1$-40	400	4050	4110	6070	7050	3100	3650	4380
ВТ-60, $ВТ_1$-60	600	3450	3040	6790	7740	4100	3650	4600
ВТП-60, $ВТП_1$-60	600	4450	4540	6790	7740	4100	3650	4600
ВТ-80, $ВТ_1$-80	800	3750	4900	6790	7680	4100	3650	4820
ВТП-80, $ВТП_1$-80	800	4750	6400	6790	7680	4100	3650	4820

Продолжение табл. 48

Марка	Параметры сооружений, мм						
	b_1	b_2	b_3	h_1	h_2	h_3	h_4
ВТ-40, $ВТ_1$-40	2500	500	700	220	670	220	1500
ВТП-40, $ВТП_1$-40	4500	500	700	220	670	220	1500
ВТ-60, $ВТ_1$-60	2500	1000	900	220	900	450	1500
ВТП-60, $ВТП_1$-60	4500	1000	900	220	900	450	1500
ВТ-80, $ВТ_1$-80	2500	1000	1100	220	900	450	1500
ВТП-80, $ВТП_1$-80	4500	1000	1100	220	900	450	1500

Примечание. ВТ обозначают водовыпуски трубчатые без переезда с креплением водоската и рисбермы сборными железобетонными плитами: $ВТ_1$ — то же, с креплением монолитным железобетоном. ВТП обозначают водовыпуски трубчатые с переездом.

Таблица 49

Основные показатели водовыпусков трубчатых на расходы до 0,9 м³/с
(по типовому проекту 413-6 Гидрорыбпроекта, 1980 г.)

Показатели и единица измерения	Типоразмеры					
	ВТ-40	ВТП-40	$ВТ_1$-40	$ВТП_1$-40	ВТ-60	ВТП-60
Расход воды, м³/с	0,24	0,24	0,24	0,24	0,60	0,60
Напор на пороге, м	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9
Расход материалов						
цемента, т	3,0	3,1	2,3	2,4	4,3	4,5
стали, т	0,31	0,32	0,35	0,37	0,44	0,45
железобетона, м³	5,0	5,2	6,8	7,0	7,3	7,7
В том числе						
сборного, м³	3,1	3,3	0,86	1,1	4,6	5,0
бетона, м³	7,2	7,4	1,9	2,2	10,1	10,5
Трудовые затраты, чел-день	19,40	21,90	19,23	20,45	29,17	30,02

Продолжение табл. 49

Показатели и единица измерения	Типоразмеры					
	$ВТ_1$-60	$ВТП_1$-60	ВТ-80	ВТП-80	$ВТ_1$-80	$ВТП_1$-80
Расход воды, м³/с	0,60	0,60	0,90	0,90	0,90	0,90
Напор на пороге, м	0,9	0,9	1,1	1,1	1,1	1,1
Расход материалов						
цемента, т	3,2	3,4	5,0	5,4	3,9	4,2
стали, т	0,50	0,52	0,57	0,60	0,62	0,65
железобетона, м³	9,6	9,9	8,9	9,5	11,2	11,7
В том числе						
сборного, м³	1,4	1,8	6,1	6,6	2,9	3,4
бетона, м³	2,7	3,1	10,8	11,3	3,4	3,9
Трудовые затраты, чел-день	24,77	26,44	30,67	34,20	28,02	33,89

При посадке дна водоподающего канала ниже уровня пруда расчет пропускной способности водовыпуска осуществляют с учетом влияния подтопления с нижнего бьефа. В этом случае следует применять типовой проект 413-35/74 «Водовыпуски трубчатые на расход до 3,5 м³/с» Киевского отделения Гидрорыбпроекта (рис. 64 и табл. 50).

Водовыпуски в зимовальные пруды по конструкции несколько отличаются от водовыпусков в пруды летних категорий, так как в них приходится учитывать условия льдообразования как в водоподающей системе, так и в самом пруду. Во избежание вмерзания в лед затворов сооружений и водопроводящих труб их необходимо заглублять ниже расчетной толщины льда и глубины промерзания грунта.

В отдельных случаях выпуск воды осуществляется под уровень воды в пруду, а затворы или задвижки помещают в колодцах, расположенных в теле дамб и имеющих утепленные перекрытия.

В рыбохозяйственном строительстве используют подачу воды в зимовальные пруды с помощью напорных трубопроводов, укладываемых в теле дамб ниже глубины промерзания. Водовыпуски из трубопроводов представляют собой трубчатые сооружения с задвижками, помещенными в обычных водопроводных колодцах с крышками, через которые выведены наружу колонки управления. Выпуск воды осуществляют как ниже НПУ, так и выше на специальный аэратор-разбрызгиватель (рис. 65). Основные показатели водовыпусков в зимовальные пруды конструкции Киевского отделения Гидрорыбпроекта приведены в табл. 51.

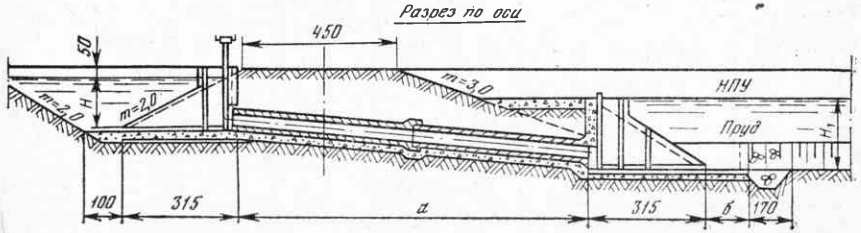


Рис. 64. Трубчатый водовыпуск на расход до 3,5 м³/с (типовой проект 413-35/74 Киевского отделения Гидрорыбпроекта):
а — длина водопроводящей части; *б* — длина рисбермы; *H* — глубина воды в верхнем бьефе; H_1 — глубина воды в нижнем бьефе

Таблица 50

Характеристика трубчатых водовыпусков на расход до 3,5 м³/с
(по типовому проекту 413-35/74 Киевского отделения Гидрорыбпроекта; рис. 64)

Выпуск	Марка	Наименование	Пропускная способность, м³/с	Размеры, см				Сборный железобетон, м³	Монолитный железобетон, м³	Монолитный бетон, м³	Металлоизделия, т	Арматурная сталь, т
				а	*б*	*Н*	H_1					
1	1ВТ-40	Одноочковый водовыпуск с трубами $D_у$=400 мм для расхода до 0,45 м³/с	0,45	950	190	130	175	4,2	3,3	2,9	0,37	0,57
2	1ВТ-60	Одноочковый водовыпуск с трубами $D_у$=600 мм для расхода до 1 м³/с	1,0	950	190	130	175	4,7	3,3	3,4	0,41	0,58
3	1ВТ-80	Одноочковый водовыпуск с трубами $D_у$=800 мм для расхода до 1,75 м³/с	1,75	955	240	130	175	5,8	3,3	4,0	0,42	0,59
4	2ВТ-80	Двухочковый водовыпуск с трубами $D_у$=800 мм для расхода 2,5—3,5 м³/с	3,5	955	290	130	175	8,2	8,2	11,5	0,79	1,08

Примечание. 1ВТ-40, 1ВТ-60, 1ВТ-80 — по одному винтовому подъемнику марки 1В; 2ВТ-80 — два винтовых подъемника марки 1В.

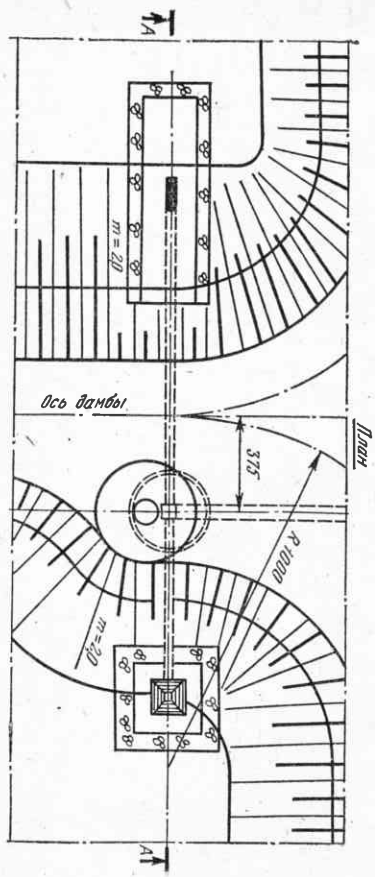


Рис. 65. Водовыпуск из напорного трубопровода в два зимовальных пруда на расход до 0,1 м³/с (типовой проект 820-63/74 Киевского отделения Гидрорыбпроекта)

Таблица 51

Основные показатели водовыпусков в зимовальные пруды из сборного железобетона на расходы до 0,1 м³/с
(по типовому проекту 820-63/74 Киевского отделения Гидрорыбпроекта)

Марка	Наименование	Железобетон сборный, м³	Железобетон монолитный, м³	Бетон монолитный, м³	Металлоизделия, кг	Арматурная сталь, кг
ВК-1	Водовыпуск из канала в 1 пруд:					
	I вариант — с аэратором	1,14	0,5	1,7	50	138
	II вариант — с выпуском под воду	0,98	0,5	1,4	135	122
ВК-2	Водовыпуск из канала в 2 пруда:					
	I вариант — с аэратором	0,97	—	3,8	780	47
	II вариант — с выпуском под воду	0,65	—	3,2	320	31
ВНТ-1	Водовыпуск из напорного трубопровода в 1 пруд					
	I вариант — с аэратором	1,74	—	1,5	605	130
	II вариант — с выпуском под воду	1,74	—	1,5	547	130
ВНТ-2	Водовыпуск из напорного трубопровода в 2 пруда:					
	I вариант — с аэратором	2,78	—	2,2	1414	250
	II вариант — с выпуском под воду	2,78	—	2,2	1297	250
ВНТ-4	Водовыпуск из напорного трубопровода в 4 пруда:					
	I вариант — с аэратором	3,63	—	3,9	2853	330
	II — вариант — с выпуском под воду	3,63	—	3,9	2620	330

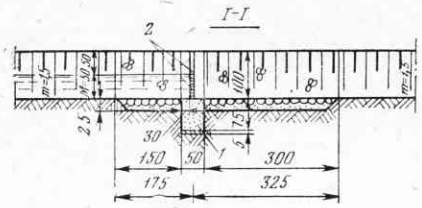


Рис. 66. Перегораживающее бетонное сооружение:
1 — бетонная стенка; *2* — шандоры

В водовыпусках используют сборные железобетонные конструкции по каталогу унифицированных железобетонных конструкций для водохозяйственного строительства Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР. Трубы водопроводящей части асбестоцементные или металлические.

При строительстве водовыпусков операции выполняют в следующей последовательности:

1) разбивка осей сооружения на местности и закрепление их знаками;

2) разработка котлована экскаватором-драглайном Э-304 или Э-352 с перемещением грунта бульдозером мощностью 55 кВт на расстояние до 20 м;

3) разравнивание неиспользуемого грунта бульдозером;

4) устройство приямков, зачистка дна и откосов котлована вручную с выкидкой грунта на бровку;

5) доставка на площадку автомашиной ЗИЛ-157 сборных железобетонных конструкций, монтируемых с бровок котлована, и раскладка их краном-экскаватором;

6) устройство подготовки из гравия под плиты крепления;

7) устройство подготовки из бетона под трубы и плиты крепления;

8) устройство зубьев из мелкого щебня и камня;

9) установка труб с гребня приканальной дамбы с колес и укладка плит крепления с бровок котлована;

10) устройство крепления монолитным бетоном;

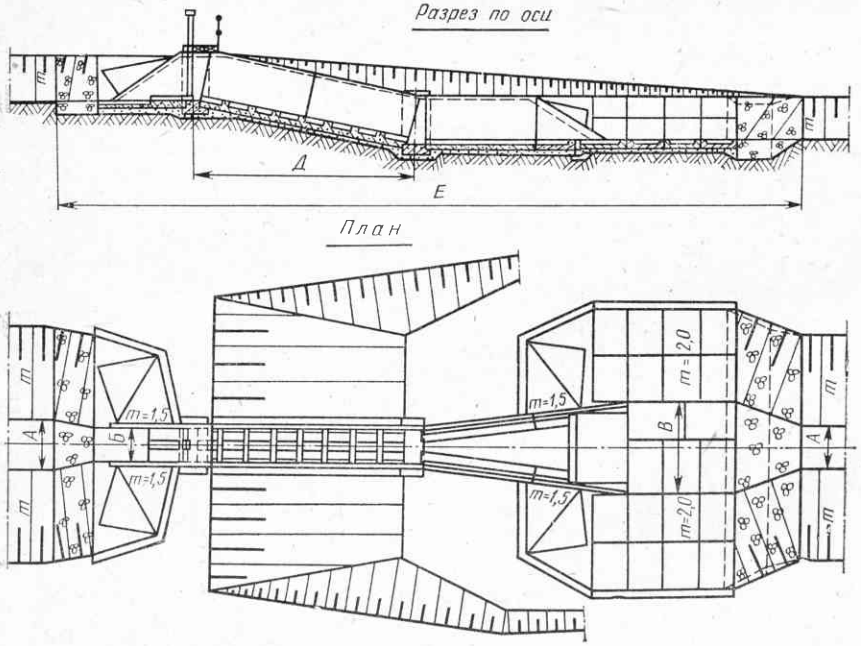
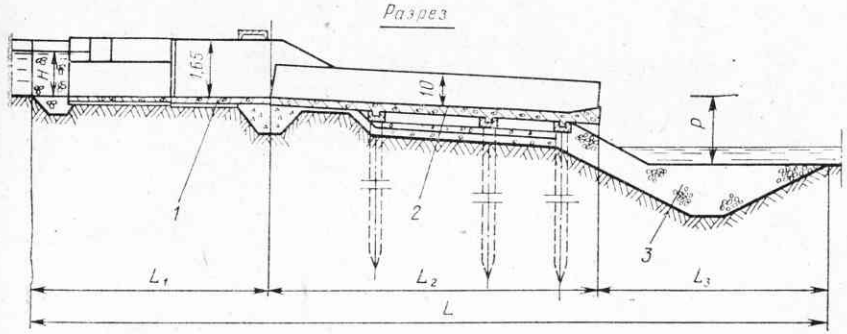


Рис. 67. Быстроток-регулятор на сбросном канале (типовой проект 413-55, Киевское отделение Гидрорыбпроекта, 1976 г.):
А — ширина сбросного канала по дну; *Б* — ширина понура и быстротока; *В* — ширина рисбермы по дну; *Д* — длина быстротока; *Е* — полная длина сооружения



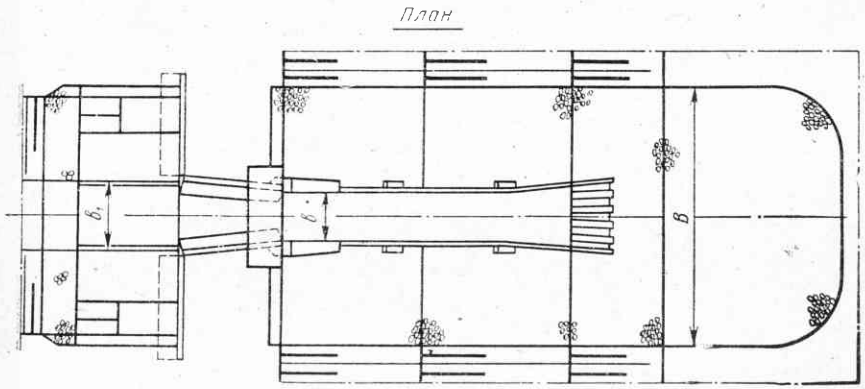


Рис. 68. Консольный перепад на расходы воды 1—5 м³/с (типовой проект 820-65 Гидрорыбпроекта):
1 — входная часть; *2* — сливная часть; *3* — водобой

11) перемещение грунта отвалов к котловану;

12) перекидка грунта экскаватором-драглайном в пазухи с разравниванием вручную и уплотнением пневмотрамбовками;

13) устройство отсыпок из гравия и мелкого камня по внешнему контуру крепления;

14) монтаж подъемно-щитового оборудования краном-экскаватором и вручную.

Перегораживающие сооружения. Перегораживающие сооружения располагают в основном на водоподающих каналах для регулирования расходов и уровней воды. При расположении в голове ответвлений эти сооружения служат для полного прекращения движения потока в каналах низшего порядка. Иногда перегораживающие сооружения располагают на каналах сбросной сети для создания в них подпора и уменьшения фильтрации из прудов.

Простейшее перегораживающее сооружение представляет собой бетонную стенку толщиной до 0,5 м, располагаемую поперек канала с отверстием для пропуска воды, перекрытым шандорами или металлическим затвором. В зависимости от расчетного напора участки канала перед стенкой и за ней закрепляют бетонными плитами соответственно на 2—4 м.

Такое сооружение может пропускать расходы 0,2—0,4 м³/с при напоре 0,5—0,8 м (рис. 66).

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

В рыбоводных хозяйствах наиболее распространены быстротоки-регуляторы на расходы до 3 м³/с с перепадами 0,5—1,5 м (рис. 67) и консольные перепады на расходы 3—5 м³/с с перепадами 2—3 м (рис. 68).

Таблица 52

Характеристика сопрягающих сооружений на сбросных каналах рыбоводных хозяйств
(по типовому проекту 413-55 Киевского отделения Гидрорыбпроекта, 1976 г.)

Марка	Размеры, м				
	А	Б	В	Д	Е
ССОР-1-5	1,20	1,00	2,50	3,22	17,86
ССОР-2-5	1,70	1,50	3,00	3,22	17,86
ССОР-3-5	3,00	2,10	3,50	3,22	17,86
ССОР-1-10	1,20	1,00	2,50	6,18	20,82
ССОР-2-10	1,70	1,50	3,00	6,18	20,82
ССОР-3-10	3,00	2,10	3,50	6,18	20,82
ССОР-1-15	1,20	1,00	2,50	9,15	23,79
ССОР-2-15	1,70	1,50	3,00	9,15	23,79
ССОР-3-15	3,00	2,10	3,50	9,15	23,79

Таблица 53

Основные показатели сопрягающих сооружений на сбросных каналах рыбоводных хозяйств
(по типовому проекту 413-55 Киевского отделения Гидрорыбпроекта, 1976 г.)

Марка	Наименование	Сборный железобетон, м³	Монолитный железобетон, м³	Монолитный бетон, м³	Арматурная сталь, т	Металлоизделия, т
ССОР-1-5	Быстроток-регулятор на расход 1 м³/с с перепадом 0,5 м	7,4	3,0	4,2	0,54	0,25
ССОР-2-5	То же, на расход 2 м³/с с перепадом 0,5 м	7,6	3,8	4,8	0,58	0,34
ССОР-3-5	То же, на расход 3 м³/с с перепадом 0,5 м	7,9	4,8	5,5	0,64	0,42
ССОР-1-10	То же, на расход 1 м³/с с перепадом 1,0 м	8,7	3,1	4,7	0,64	0,27
ССОР-2-10	То же, на расход 2 м³/с с перепадом 1,0 м	9,0	4,2	5,3	0,70	0,36
ССОР-3-10	То же, на расход 3 м³/с с перепадом 1,0 м	9,2	5,5	6,0	0,77	0,44
ССОР-1-15	То же, на расход 1 м³/с с перепадом 1,5 м	10,0	3,3	5,2	0,75	0,29
ССОР-2-15	То же, на расход 2 м³/с с перепадом 1,5 м	10,3	4,7	5,8	0,82	0,36
ССОР-3-15	То же, на расход 3 м³/с с перепадом 1,5 м	10,5	6,3	6,5	0,89	0,45

В табл. 52, 53, 54, 55 приведены характеристика и основные показатели сопрягающих сооружений типовых проектов, разработанных Гидрорыбпроектом.

Быстротоки-регуляторы состоят из входного оголовка ныряющего типа, лотка быстротока прямоугольного сечения, расширяющегося водобойного колодца и рисбермы. Сооружения оборудованы затворами с винтовыми подъемниками, для обслуживания которых предусмотрены служебные мостики. Конструкция сооружения сборная. Детали заимствованы из Каталога унифицированных же-

Таблица 54

Характеристика консольных перепадов из сборного железобетона на расходы 1—5 м³/с
(по типовому проекту 820-65 Гидрорыбпроекта, 1966 г.)

Марка	Размеры, м								
	H	P	b	b_1	B	L_1	L_2	L_3	L
КП-1	1,3	2,0	1,5	2,0	7,6	7,1	9,4	6,8	23,3
КП-2	1,3	3,0	1,5	2,0	7,6	7,1	12,7	7,5	27,3
КП-3	1,5	2,0	2,0	3,0	8,0	7,1	9,4	6,9	23,4
КП-4	1,5	3,0	2,0	3,0	8,0	7,1	12,7	7,6	27,4

Таблица 55

Основные показатели консольных перепадов
(по типовому проекту 820-65)

Показатели	Типоразмеры			
	КП-1	КП-2	КП-3	КП-4
Расход воды, м³/с	3,0	3,0	5,0	5,0
Напор на пороге (Н), м	1,3	1,3	1,5	1,5
Расход материалов				
железобетона, м³	19,4	22,3	21,5	24,9
в том числе сборного, м³	11,9	13,9	13,1	15,2
бетона монолитного, м³	0,4	0,4	0,5	0,5
стали, т	1,22	1,41	1,48	1,68
Число типоразмеров сборных железобетонных деталей, шт.	9	9	9	9
Трудовые затраты, чел.-дни	131,6	157,4	145,4	175,8

лезобетонных конструкций для водохозяйственного строительства. Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР.

Консольные перепады применяют на сбросных каналах в местах крутого падения рельефа местности.

Входную и сливную части сооружения выполняют из сборных железобетонных свай. Водобой и низовой откос крепят каменной наброской, канал перед сооружением — ребристыми железобетонными плитами.

Дюкеры. Дюкеры устраивают в местах пересечения канала с какими-либо препятствиями, например водотоками, оврагами, лощинами, дорогами или другими каналами. В рыбоводных хозяйствах они встречаются редко.

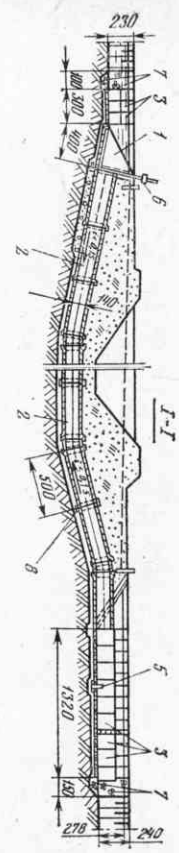
Дюкер представляет собой сооружение, состоящее из входного и выходного оголовков в виде вертикальных колодцев, порталов или ныряющих стенок, прямолинейной или криволинейной трубчатой водопроводящей части и водобойного колодца в нижнем бьефе. В зависимости от условий эксплуатации дюкер может иметь рабочий затвор с подъемником, а также пазы для ремонтных щитов или шандор. Если не нужно регулировать расход воды, вместо затворов во входном оголовке предусматривают пазы для ремонтных затворов. В любом случае во входном оголовке устанавливают решетку, предотвращающую засорение дюкера.

Конструкция дюкера приведена на рис. 69. Пропускную способность дюкеров определяют по табл. 56 (типовой проект 820-200 Союзгипроводхоза), основные показатели — по табл. 57.

Таблица 56

Пропускная способность ($м^3/с$) дюкеров-регуляторов из сборного железобетона
(по типовому проекту 820-200 Союзгипроводхоза)

Диаметр трубы, см	Количество ниток труб	Длина трубы, см	z, см								
			10	20	30	40	50	60	70	80	90
100	1	2000	0,85	1,20	1,47	1,70	1,89	—	—	—	—
		2000	0,81	1,14	1,40	1,62	1,80	—	—	—	—
		4000	0,78	1,10	1,35	1,56	1,74	1,91	—	—	—
		6000	0,74	1,03	1,27	1,45	1,62	1,79	1,92	2,06	2,18
		8000	0,72	0,96	1,20	1,37	1,54	1,69	1,82	1,95	2,06
		10000	0,70	0,9	1,13	1,30	1,45	1,60	1,72	1,84	1,95
120	1	2000	1,2	1,8	2,2	2,5	2,8	3,0	—	—	—
		3000	1,2	1,7	2,0	2,4	2,6	2,9	3,2	—	—
		4000	1,1	1,6	2,0	2,4	2,6	2,8	3,0	—	—
		6000	1,1	1,5	1,9	2,2	2,4	2,7	2,9	3,1	—
		8000	1,0	1,4	1,8	2,0	2,3	2,5	2,7	2,9	3,0
		10000	1,0	1,4	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	2,9
140	1	2000	1,75	2,45	3,0	3,4	3,85	4,2	4,55	—	—
		3000	1,65	2,35	2,9	3,3	3,75	4,1	4,35	—	—
		4000	1,81	2,30	2,8	3,2	3,6	3,95	4,25	—	—
		6000	1,58	2,20	2,7	3,05	3,4	3,75	4,1	4,35	4,75
		8000	1,50	2,10	2,55	2,95	3,3	3,6	3,8	4,2	4,35
		10000	1,40	2,00	2,45	2,8	3,15	3,5	3,75	4,0	4,25
120	2	2000	2,5	3,5	4,3	4,9	5,5	6,1	—	—	—
		3000	2,4	3,3	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	—	—
		4000	2,3	3,2	4,0	4,6	5,1	5,6	6,1	—	—
		6000	2,2	3,0	3,8	4,3	4,8	5,3	5,7	6,1	—
		8000	2,0	2,9	3,5	4,1	4,5	5,0	5,4	5,7	6,1
		10000	1,9	2,7	3,4	3,5	4,3	4,7	5,1	5,5	5,8
140	2	2000	3,5	4,8	5,95	6,8	7,7	8,4	—	—	—
		3000	3,3	4,7	5,75	6,7	7,4	8,2	8,8	—	—
		4000	3,2	4,55	5,6	6,5	7,2	8,0	8,6	9,1	—
		6000	3,05	4,3	5,35	6,1	6,9	7,6	8,15	8,7	9,3
		8000	2,95	4,1	5,1	5,85	6,6	7,15	7,8	8,3	8,8
		10000	2,8	4,0	4,9	5,6	6,3	6,9	7,45	8,0	8,5



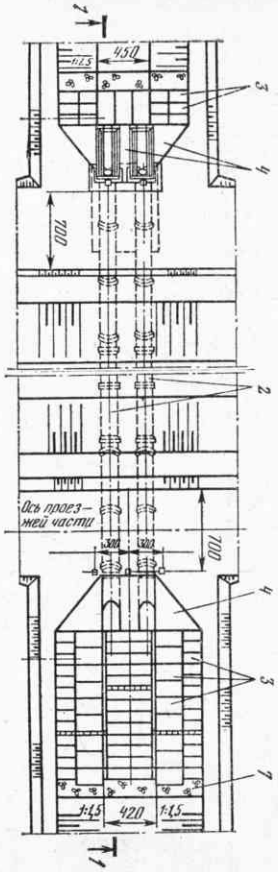


Рис. 69. Двухочковый дюкер-регулятор с трубами диаметром 140 см на расход воды 9,1 $м^3/с$:
1 — входной оголовок; *2* — водопроводящая часть; *3* — крепление сборными железобетонными плитами; *4* — крепление монолитным бетоном; *5* — гаситель; *6* — винтовой подъемник; *7* — зуб из каменной наброски; *8* — металлический бандаж

Таблица 57

Основные показатели дюкеров-регуляторов из сборного железобетона
(по типовому проекту 820-200 Союзгипроводхоза)

Диаметр трубы, см	Количество ниток труб	Длина трубы, м	Расход, $м^3/с$	Объем, $м^3$			Масса, кг		Количество, шт.	
				железобетона в деталях	монолитного бетона и цементного раствора	камня, гравия	арматуры	металлоконструкции	типоразмеров	деталей
100	1	42,5	1,90	21,90	22,2	15,5	1602	451	7	47
120	1	42,5	3,00	29,66	29,4	20,0	2536	587	9	55
140	1	42,5	4,55	40,50	40,4	30,0	3736	780	9	94
120	2	42,5	6,10	59,04	56,4	30,0	4883	1227	8	126
140	2	42,5	9,10	74,10	75,9	44,0	6980	1560	9	153

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МАШИНЫ

Строительные материалы и изделия

Общие свойства

Строительные материалы делят на вяжущие растворы, бетоны, железобетоны, лесные, керамические, полимерные и т. д.

На каждый строительный материал имеется ГОСТ или ТУ, которые регламентируют все характеристики материала. Одновременно с ГОСТами и ТУ

строители пользуются также строительными нормами и правилами (СНиП), в частности СНиП 11—31—74 (приложение 1). Основной характеристикой всех строительных материалов является его плотность (в кг/м³) (объемная масса).

В табл. 58 приведена плотность основных строительных материалов.

Таблица 58

Плотность (объемная масса) основных строительных материалов

Материал	Объемная масса, кг/м³	Материал	Объемная масса, кг/м³
Бетон:		Кирпич глиняный	1600—1900
легкий	600—1700	Лед	900
тяжелый	1700—2500	Минеральная вата	150—250
Гранит	2600—2700	Пенопласт	20
Гравий	1400—1700	Пенобетон	300—900
Вода	1000	Песок	1450—1650
Воздух	1,29	Стекло листовое	2500
Дуб	700—900	Сталь	7850
Камни из		Сосна	400—500
известняка	900—2000	Цемент	700—1300
туфа	900—2000		

Строительные материалы (естественные и искусственные), как правило, не являются абсолютно плотными.

Пористость и пустотность — свойства твердых тел содержать между частицами материала воздушные полости или внутри материала воздушные ячейки.

При увлажнении поры и пустоты полностью или частично заполняются водой, особенно если поры сообщающиеся (открытые). Мелкие замкнутые поры, если они заполнены воздухом или газом, придают материалу теплоизоляционные свойства.

Наличие пор определяет и другие свойства материала: прочность, теплопроводность, звукоизоляцию, водопоглощение и т. д. Пористость строительных материалов колеблется в широких пределах — от 0 (сталь, стекло) до 90 % (минеральная вата).

Важными свойствами строительных материалов являются теплоемкость и теплопроводность. Ниже приведены величины теплоемкости и теплопроводности некоторых материалов (табл. 59).

Коэффициент теплоемкости, Дж/(кг·К)

Вода	4,2
Сталь	0,48
Бетоны тяжелые	0,92
Древесина сосны	2,73
Торфяные плиты	2,10

В зависимости от величины теплопроводности теплоизоляционные материалы делят на три класса: малотеплопроводные — класс А; среднетеплопроводные — класс Б; повышенной теплопроводности — класс В.

Коэффициент теплопроводности материалов в зависимости от класса приведен в табл. 60.

Одним из свойств материалов, зависящих от плотности, является *водопоглощение*. Водопоглощение — степень заполнения материала водой — выражается в % от массы или объема материала в сухом состоянии и делится на объемное и весовое

$$B_{вес} = (m_1 - m)/m \cdot 100; \quad B_{об} = (m_1 - m)/V \cdot 100,$$

где $B_{вес}$ — весовое поглощение; $B_{об}$ — объемное поглощение; m_1 — масса образца, насыщенного, водой, г; m — масса сухого образца, г; V — объем сухого образца, см³.

Таблица 59

Характеристика строительных материалов

Материал	Предел прочности при сжатии, МПа	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
Пенопласт	0,41—0,47	0,035
Минеральная вата	0,49—0,98	0,046—0,058
Сосна	29—39	0,25—0,34
Вода	—	0,58
Лед	—	2,32
Легкий бетон	1,5—29,0	0,52—0,81
Тяжелый бетон	9,9—58,0	0,52—0,81
Стекло листовое	588—784	0,71—1,25
Гранит	98—323	2,9
Сталь	372—441	58,0

Примечание. Характеристика свойств воды и льда приведена для сравнительной оценки.

Таблица 60

Коэффициент теплопроводности материалов в зависимости от классов

Обозначение классов материалов	Наименование классов материалов	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К), при средней температуре, °С		
		25	125	300
А	Малотеплопроводные	0,05	0,08	0,13
Б	Среднетеплопроводные	0,11	0,14	0,16
В	Повышенной теплопроводности	0,17	0,21	0,25

Для взаимного перевода весового водопоглощения в объемное и обратно пользуются следующим выражением:

$$B_{об} = B_{вес}\gamma_0,$$

где γ_0 — объемная масса вещества, г/см³.

Величина (%) весового водопоглощения

Тяжелые бетоны	2—3
Глиняный обыкновенный кирпич	8—20
Гранит	0,5—0,8
Керамические плитки для полов	до 4

Водонасыщенный материал по многим свойствам отличается от сухого: увеличивается его объемная масса, теплопроводность, электропроводность, уменьшается прочность и т. д.

Коэффициент размягчения — это отношение предела прочности при сжатии материала в водонасыщенном состоянии ($R_{нас}$) к пределу прочности при сжатии материала в сухом состоянии ($R_{сух}$)

$$K_{разм} = R_{нас}/R_{сух}.$$

Если $K_{разм} \geqslant 0{,}8$, то материал является водостойким, если $K_{разм} < 0{,}8$, то в местах систематического увлажнения этот материал применять не разрешается.

Так как строительные материалы используют в широком диапазоне низких температур, то их морозостойкость часто является определяющим фактором при выборе тех или иных материалов. Это особенно относится к природным каменным материалам и изделиям, применяемым в гидротехнике. Морозостойкими считают такие материалы, которые выдержали определенное количество циклов попеременного замораживания и оттаивания и не понизили свою прочность при сжатии более чем на 25 % (для гидротехнического бетона не более 15 %) или потеряли в массе не более 5 %.

Морозостойкость проверяют на специальных холодильных установках, которые могут обеспечить температуру ниже минус 15 °С. Продолжительность цикла замораживания (4—6 ч) и оттаивания (4—6 ч) зависит от вида материала и размера образца. Образец перед испытанием взвешивают, полностью насыщают водой и затем замораживают при температуре минус 15÷20 °С. Оттаивание производят в воде температурой 15—20 °С.

Морозостойкость строительных материалов (не менее, циклов) приведена ниже.

Гранит	35	Известняк плотный	25
Диорит	35	Известняк пористый	15
Лабрадорит	25	Туф вулканический	15
		Бетоны легкие	10—200
Гипсовый камень	15	Бетоны ячеистые	10—200
Бетоны тяжелые	50—300	Кирпич глиняный	15—50

Прочность строительных материалов имеет пределы. Пределом прочности считают напряжение, соответствующее той нагрузке, при которой происходит разрушение образца материала. Предел прочности на сжатие или растяжение определяют по формуле

$$R = P/F,$$

где P — разрушающая сила, H; F — площадь поперечного сечения образца до испытания, м^2; R — предел прочности, Па.

Вяжущие материалы

По условиям твердения вяжущие материалы делят на гидравлические (твердеющие как на воздухе, так и в воде), воздушные (твердеющие на воздухе) и автоклавного твердения (твердеющие в среде насыщенного пара под давлением 0,8—1,5 МПа).

К воздушным вяжущим материалам относят гипс, строительную воздушную известь, магнезиальные вяжущие и жидкое стекло.

К гидравлическим вяжущим материалам относят все разновидности портландцемента; глиноземистые, пуццолановые, шлаковые цементы, романцемент и цементы, составленные из извести, гипса и гидравлических добавок.

К вяжущим материалам, твердеющим в автоклавах, относят цементы пониженной способности к схватыванию: цементы с большим содержанием добавок (песок, зола, шлак).

Воздушные вяжущие материалы. Строительный гипс в зависимости от тонкости помола, которая характеризуется остатком на сите № 02 (размер ячейки сита 0,2 мм), делят на 3 сорта. Этот остаток должен быть для первого сорта — до 15 %, для второго — 20 %, а для третьего сорта — до 30 % массы просеиваемого гипса.

Строительную воздушную известь получают путем обжига карбонатных пород, содержащих до 6 % примесей глины, при температуре 1000—1200 °С. После обжига получают комовую известь. В результате ее помола получают молотую негашеную известь (кипелку). После обработки кипелки водой в количестве больше 70 % от ее массы камень превращается в порошок, называемый гашеной известью (пушонкой, гидратной известью, гидратом окиси кальция). Если количество воды составит 300 % от массы камня, то получают известковое тесто, при еще большем содержании воды — известковое молоко, или известковую воду.

Применение воздушной извести: известковые строительные растворы для штукатурки и кладки внутренних стен; цементно-известковые (сложные) растворы для кладки, известковые краски, силикатные изделия.

Гидравлические вяжущие материалы. Гидравлическая известь и цементы являются основными вяжущими материалами с гидравлическими свойствами.

Гидравлическая известь представляет собой продукт умеренного (900—1100 °С) обжига мергилистых известняков, содержащих от 6 до 20 % глинистых примесей. Применяют для изготовления бетонов низких марок, кладочных и штукатурных растворов. Первое время (до 7 сут) изделия нуждаются в защите от воды, так как они легко размываются.

Затем твердение может продолжаться в воде.

Цементы подразделяют на следующие основные виды: портландцемент, пуццолановый портландцемент, шлакопортландцемент, специальные цементы (сульфатостойкие, тампонажные, гидрофобные, пластифицированные, белые и цветные), цементы с активными (гидравлическими) добавками, цементы с наполнителями (карбонатный), цементы с активными добавками и наполнителями (гидротехнические). Цементы по показателям предела прочности на сжатие и изгиб делят на марки (табл. 61).

Таблица 61

Характеристика цементов

Марка портландцемента	Предел прочности через 28 сут, МПа, не менее	
	при сжатии	при изгибе
300	30	4,5
400	40	5,5
500	50	6,5
600	60	6,7

Гидрофобный портландцемент изготовляют введением в портландцемент очень малого количества (0,06—0,3 %) поверхностно-активных добавок (асидол, мылонафт, окисленный петролатум или олеиновая кислота). При введении одной из этих добавок на поверхности цементных зерен образуется водоотталкивающая пленка, которая предохраняет цемент от преждевременного соединения с водой и слипания. Однако в растворомешалке эта пленка при перемешивании легко снимается. Марки этого цемента 300 и 400. Недостатком его является замедленный рост прочности в начальный период.

Применяют для бетона в зоне переменного уровня воды.

Сульфатостойкий портландцемент обладает повышенной стойкостью против сульфатсодержащих и минерализованных вод и выпускается двух марок — 300 и 400. Сульфатостойкий портландцемент применяют в гидротехническом строительстве для производства бетона, используемого в пресных и минерализованных водах.

Быстротвердеющий портландцемент заметно отличается от обычных быстрым набором прочности в первые трое суток твердения. Так, после 24 ч с момента затвердевания прочность цементного камня достигает 50 %, после 72 ч — 70 % марочной прочности. В конечном итоге (через 28 сут) показатели прочности у обычного и быстротвердеющего цемента сходные.

Особобыстротвердеющий портландцемент характеризуется не только очень быстрым нарастанием прочности в первые дни, но и высокими показателями прочности вообще. При оценке прочности ОБТЦ согласно ГОСТ 310—76 его показатели через 1,3 и 28 сут твердения составляют соответственно не менее 30, 45 и 50—60 МПа. Его применяют в подводном бетонировании.

Водонепроницаемый расширяющийся цемент (ВРЦ) используют во всех видах гидротехнических работ, особенно при зачеканке швов, в подземном и подводном строительстве, при производстве ремонтных работ и пр. ВРЦ представляет собой быстротвердеющее гидравлическое вяжущее средство, которое состоит из глиноземистого цемента, гипса и алюмината кальция. Начало схватывания цемента — не менее 4 мин, конец — не более 10 мин. Предел прочности при сжатии образцов из цементного теста должен быть не

ниже: через 6 ч — 7,5, через 3 сут — 30, через 28 сут — 50 МПа. Через 1 сут твердения образцы должны быть полностью водонепроницаемы при давлении 0,6 МПа.

Характеристика портландцемента приведена ниже.

Сроки схватывания:	
начало, не ранее	45 мин
конец, не позднее	12 ч
Тонкость помола, через сито № 008 должно проходить, не менее, % массы	85
Количество ангидрита серной кислоты, %	1,5—3,5
Нормальная густота цементного теста, %	22—30
Консистенция цементного раствора, мм	105—110
Объемная насыпная масса, кг/м³	1100—1300

Поверхностно-активные органические добавки к цементам. Поверхностно-активные органические добавки вводят в цементы для уменьшения водопотребности бетонной смеси и расхода цемента, а также для улучшения основных свойств гидротехнического бетона. К ним относится сульфитно-дрожжевая бражка (СДБ) и ее производные (мылонафт, хлопковое мыло, омыленный древесный пек).

Выбор пластифицирующих поверхностно-активных добавок должен производиться согласно СН 406—70 «Указание по применению бетона с добавками концентратов сульфитно-дрожжевой бражки» и ВСН 120—63 «Технические указания по применению воздухововлекающих добавок в гидротехническом бетоне».

Примерные дозировки поверхностно-активных добавок в процентах от цемента (в пересчете на сухое вещество): СДБ 0,15—0,25, ВВД 0,01—0,025 %.

Строительные растворы. Строительные растворы состоят из вяжущего материала (цемент, известь, гипс, глина), мелкого заполнителя и воды. В качестве заполнителя применяют пески природного происхождения, а также пемзовые, туфовые, ракушечные, шлаковые и керамзитовые.

В зависимости от вида вяжущего материала растворы называются цементными, цементно-известковыми, цементно-глинистыми. Строительные растворы используют для кладки, штукатурки, декоративного оформления строительных элементов. По величине прочности на сжатие строительные растворы делят на марки 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, а по степени морозостойкости 10, 15, 25, 35, 50, 100, 150, 200, 300. Строительные растворы, содержащие один вид вяжущего материала, называют простыми (известковыми или цементными). Сложные растворы обозначают тремя цифрами, например, 1 : 0, 6 : 4 (цемент : : известь или глина : песок).

Прочность раствора характеризуется его маркой, которую устанавливают по пределу прочности при сжатии образцов в виде кубиков с величиной ребра 70,7 мм или балочек размером 40×40×160 мм после хранения в течение 28 сут при температуре 15—25 °С.

Прочность затвердевшего раствора $R_р$ на портландцементе определяют по формуле Попова

$$R_р = 0{,}25 R_ц (Ц/В - 0{,}4),$$

где $R_ц$ — активность цемента, Па; $Ц/В$ — цементно-водное отношение.

Формула верна при использовании растворов на плотном основании. При пористом основании прочность растворов увеличивается примерно в 1,5 раза. Сложные цементно-известковые растворы применяют для возведения подземных стен (табл. 62).

Табл. 62 справедлива при следующих показателях: объемная масса цемента 1100 кг/м³, песок должен удовлетворять стандарту и иметь влажность 1—3 %, известь должна быть II сорта объемной массой 1400 кг/м³.

Расход цемента для подземной кладки фундаментов во влагонасыщенных грунтах в цементно-известковых растворах должен составить не менее 100 кг, в цементно-глинистых растворах для зданий 1-й и 2-й степени долговечности должен быть не менее 125 кг на 1 м³ песка.

Таблица 62

Состав растворов для каменной кладки на цементах

Вид раствора по вяжущему материалу	Марка цемента	Составы в объемной дозировке для растворов марок			
		100	75	50	25
Цементно-известковый	400	1:0, 3:4	1:0,5:5	1:1:8	—
	300	1:0, 2:3	1:0,3:4	1:0,7:6	1:1, 7:12
	200	—	1:0,2:3	1:0, 4:4,5	1:1, 2:9
Цементный	400	1:4	1:5	—	—
	300	1:3	1:4	1:6	—
	200	—	1:3	1:4,5	—

Для надземной кладки элементов зданий 1, 2 и 3-й степени долговечности и кладки фундаментов в маловлажных грунтах на цементно-известковых и цементно-глинистых растворах расход цемента на 1 м³ песка должен быть соответственно не менее 75 и 100 кг.

Для снижения температуры замерзания кладочных растворов в их состав вводят 10—15 % поташа или 5—10 % нитрита натрия.

Для кладки стен подвалов, хранилищ воды и других жидкостей, подводных зданий и сооружений используют расширяющиеся цементы марок более 400 и сульфатостойкие портландцементы. Состав растворов для гидроизоляции (по массе) 1 : 2,5 или 1 : 3,5 (цемент : песок).

Для уплотнения раствора и повышения его водонепроницаемости вводят алюминат натрия, хлористое железо, битумную эмульсию, латексы и др.

Эти же растворы используют для заделки трещин в бетоне и для штукатурки по бетону.

Бетоны

Бетонные смеси на минеральных вяжущих заполнителях должны отвечать требованиям ГОСТ 7473—76.

Бетоны — затвердевшие бетонные смеси — классифицируют по следующим признакам: объемной массе, прочности при сжатии, морозостойкости и водонепроницаемости. Для специальных бетонов марки могут быть установлены по другим признакам.

По объемной массе бетон делят на особо тяжелый объемной массой более 2500 кг/м³; тяжелый — 2200—2500 кг/м³; облегченный, массой 1800—2200 кг/м³; легкий — 500—1800 кг/м³ и особо легкий теплоизоляционный, массой менее 500 кг/м³.

По прочности при сжатии установлены следующие марки бетонов: 35, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600; по морозостойкости в циклах попеременного замораживания и оттаивания: 10, 15, 25, 35, 50, 100, 150, 200, 300.

По водонепроницаемости (В) установлены марки В-2, В-4, В-6, В-8, выдерживающие давление воды соответственно не менее 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 МПа, при котором не происходит просачивания воды через образец в возрасте 28 сут.

Строение и свойства бетона зависят от удобоукладываемости бетонной смеси (табл. 63).

Существуют различные разновидности бетонов. В справочнике выделен гидротехнический бетон.

Бетон гидротехнический. Гидротехнический бетон в зависимости от места укладки подразделяют на бетон подводный, находящийся в воде постоянно, бетон зоны переменного уровня воды, бетон надводный, бетон массивный, бетон немассивный, бетон внутренней зоны, бетон напорных конструкций. Бетон подземных частей гидротехнических сооружений при наличии грунтовых вод

Таблица 63

Классификация бетонных смесей по показателям жесткости и подвижности

Вид бетонной смеси	Жесткость, с	Осадка стандартного конуса, см
Особо жесткая	Более 200	0
Жесткая	50—150	0
Малоподвижная	45—15	0—2
Подвижная	10 и менее	3—8
Литая	—	15—18

рассматривают как подводный. По водонепроницаемости гидротехнический бетон отличается от других бетонов следующими особенностями: марки В-2, В-4, В-6, В-8, В-12 характеризуют наибольшее давление воды (кг/см²), при котором не наблюдается просачивания воды через образец в возрасте 180 сут.

ГОСТом 4795—68 рекомендуется применение следующих марок в зависимости от климатических условий (табл. 64).

По прочности при сжатии (кгс/см²) бетон делят на следующие марки: 100, 150, 200, 300, 400 и 500; по пределу прочности при осевом растяжении (МПа) на марки Р-1,1, Р-1,5, Р-1,8, Р-2,0, Р-2,3, Р-2,7, Р-3,1, Р-3,5.

Значение предела прочности гидротехнического бетона устанавливают в возрасте 180 сут.

Допускается устанавливать марки бетона по пределу прочности и в возрасте 90, 60 и 28 сут.

Таблица 64

Марки гидротехнического бетона по морозостойкости

Климатические условия	Марки бетона ($M_{рз}$)	
	для зоны переменного уровня воды и водосливной грани	для надводной части
Умеренные	50, 100, 150, 200, 300	50
Суровые	100, 150, 200, 300, 400	100

В качестве заполнителей бетона используют щебень, гравий и песок, состоящие из зерен твердых горных пород. Содержание глинистых частиц, пыли и ила не должно превышать 1—2 %. Зерновой состав песка для гидротехнического бетона должен соответствовать следующим данным: размер отверстий контрольных сит (в мм): 5, 2,5, 1,25, 0,63, 0,315, 0,14; полные остатки на контрольных ситах (% по массе): 0,0—25, 10—55, 25—75, 40—90, 80—100.

Щебень используют разных размеров в следующей дозировке: 45—60 мм — 20—30 %, 20—45 мм — 40—50 %, 5—20 мм — 20—30 %. Объемная масса крупного заполнителя для гидротехнического бетона должна быть не менее 2400 кг/м³.

Прочность щебня для бетона конструкций переменного уровня воды должна быть не менее 10 МПа (1000 кгс/см²).

Стойкость подводного бетона, бетона зоны переменного уровня воды, а также подземного бетона, подвергающегося действию агрессивных вод, должна обеспечиваться подбором цемента, а также применением специальных мероприятий в соответствии с СН-249-63 «Инструкция по проектированию. Признаки и нормы агрессивности водосреды для железобетонных и бетонных конструкций».

Виды цемента для гидротехнических бетонов выбирают в зависимости от места бетона в сооружении.

Для подводного бетона, бетона внутренней зоны и бетона подземных частей сооружений следует применять шлакопортландцемент и пуццолановый портландцемент, для бетона зоны переменного уровня воды — чисто клинкерный, сульфатостойкий, пластифицированный и гидрофобный портландцементы, для надводного бетона — портландцемент, пластифицированный и гидрофобный портландцементы.

Подбор состава бетона. Рационально подобранное соотношение компонентов бетонной смеси гарантирует в условиях строительства получение бетона данной марки. Состав бетонной смеси выражают в виде весового (объемного) соотношения между количествами компонентов (цемента, песка, щебня) с обязательным указанием водоцементного отношения. Количество цемента в отношении $В/Ц$ берут равным единице. Состав бетонной смеси выражают: $1 : X : Y$ (цемент : песок : гравий) при $В/Ц = Z$.

Различают расчетный (для сухих материалов в сухом состоянии) и производственный состав бетона (для влажных материалов). Расчет производят исходя из известных следующих данных: марки бетона $R_б$, требуемой удобоукладываемости бетонной смеси, а также активности цемента $R_ц$, насыпных объемных и удельных весов цемента (*Ц*), песка (*П*), гравия или щебня (*Г* или *Щ*), пустотности (*Г*) или (*Щ*) и наибольшей крупности их зерен. Состав бетона для пробных замесов вычисляют в такой последовательности: а) вычисляют $В/Ц$; б) вычисляют расходы воды и цемента (*В* и *Ц*); в) определяют расход крупного и мелкого заполнителя на 1 м³ бетонной смеси (*Щ* или *Г* и *П*).

Итак,

$$В/Ц = AR_ц/R_б + 0{,}5AR_ц,$$

где $R_б$ — прочность бетона в возрасте 28 сут при твердении в нормальных условиях, Па; $R_ц$ — активность цемента, Па; A — коэффициент, учитывающий качество материалов (см. ниже).

Заполнители и вяжущий материал	Высококачественные	Рядовые	Пониженного качества
А	0,65	0,60	0,55

Водопотребность бетонной смеси можно взять из табл. 65, которая справедлива для средних по крупности песков и портландцемента. При применении

Таблица 65

Водопотребность бетонной смеси

Удобоукладываемость бетонной смеси		Расход воды, л/м³, при наибольшей крупности заполнителя, мм					
		гравия			щебня		
осадка конуса, см	жесткость, с	10	20	40	10	20	40
0	150—200	145	130	120	155	140	130
0	90—120	150	135	125	160	145	135
0	60—80	160	145	130	170	155	145
0	30—50	165	150	135	175	160	150
0	15—30	175	160	145	185	170	155
1—2	—	185	170	155	195	180	165
3—4	—	195	180	165	205	190	175
5—6	—	200	185	170	210	195	180
7—8	—	205	190	175	215	200	185
9—10	—	215	200	185	225	210	195

пуццолановых цементов расход воды надо увеличить по сравнению с табличными значениями на каждый кубический метр по 20 л. Расход цемента на 1 м³ бетонной смеси получают из выражения

$$Ц = В/(В/Ц) \text{ кг}.$$

Расход заполнителей (кг/м³ бетона) определяют по формуле

$$Ц/\gamma_ц + В/\gamma_в + П/\gamma_п + Щ/\gamma_щ = 1000,$$

где $Ц$, $В$, $П$, $Щ$ — расход цемента, воды, песка и щебня кг/м³; $\gamma_ц$, $\gamma_в$, $\gamma_п$, $\gamma_щ$ — плотность этих веществ, кг/м³.

Все выражение обозначает, что сумма абсолютных объемов компонентов бетонной смеси равна 1 м³ (1000 л).

Известно, что скелет бетона создается крупным заполнителем с некоторой раздвижкой зерен. Это можно выразить так:

$$Ц/\gamma_ц + П/\gamma_п + В/\gamma_в = V_щ Щ/\gamma_{о.щ}\alpha,$$

где $V_щ$ — пустотность щебня в рыхлом состоянии; $\gamma_{о.щ}$ — объемная масса щебня, кг/л; α — коэффициент раздвижки зерен щебня; для жестких смесей $\alpha = 1{,}05—1{,}10$, для подвижных смесей $\alpha = 1{,}2—1{,}5$.

Из этих двух выражений определяют расход щебня в кг на 1/м³ бетона:

$$Щ = 1000/(V_щ\alpha/\gamma_{о.щ} + 1/\gamma_щ).$$

Зная расход цемента, воды, щебня, нетрудно найти расход песка ($П$):

$$П = [1000 - (В/\gamma_в + Ц/\gamma_ц + Щ/\gamma_щ)]\,\gamma_п.$$

Строителям необходимо знать коэффициент выхода бетона β. Этот коэффициент определяют как частное от деления объема бетонной смеси на сумму объемов сухих составляющих ($Ц$, $П$ и $Щ$):

$$\beta = 1000/(Ц/\gamma_{о.ц} + П/\gamma_{о.п} + Щ/\gamma_{о.щ}).$$

В табл. 66 даны примеры расчета состава бетонной смеси.

Таблица 66

Примеры расчета состава бетонной смеси по методу абсолютных объемов

Система расчетных уравнений	Пример расчета	
	Заданные параметры	Расчет неизвестных параметров
При заданных $В/Ц$, r и $В$		
$1000 = В/[(В/Ц)\,\rho_ц] + П/\rho_п + K_р/\rho_{кр} + В$ $П/K_р = r/(1-r)$	$В/Ц = 0{,}60$ $r = 0{,}28$ $В = 138$ л $\rho_ц = 3{,}1$ т/м³ $\rho_п = 2{,}65$ т/м³ $\rho_{кр} = 2{,}60$ т/м³	$1000 = 138/0{,}60 \cdot 3{,}1 + П/2{,}65 + K_р/2{,}60 + 138$ $П/K_р = 0{,}28/(1-0{,}28)$, откуда $П = 577$ кг, $K_р = 1482$ кг, $Ц = 230$ кг
При заданных $В/Ц$, r и $Ц$		
$1000 = Ц/\rho_ц + П/\rho_п + K_р/\rho_{кр} + (ЦВ/Ц)$ $П/K_р = r/(1-r)$	$В/Ц = 0{,}60$ $r = 0{,}28$ $Ц = 230$ кг $\rho_ц = 3{,}10$ т/м³ $\rho_п = 2{,}65$ т/м³ $\rho_{кр} = 2{,}60$ т/м³	$1000 = 230/3{,}10 + П/2{,}65 + K_р/2{,}60 + 230 \cdot 0{,}6$ $П/K_р = 0{,}28/(1-0{,}28)$, откуда $П = 577$ кг, $K_р = 1482$ кг, $В = 138$ л
При заданных $В/Ц$ и $1:N$		
$1000 = Ц/\rho_ц + П/\rho_п + K_р/\rho_{кр} + ЦВ/Ц$ $П/K_р = r/1-r$ $Ц:(П+K_р) = 1:N$	$1:N = 1:8{,}95$ $r = 0{,}28$ $В/Ц = 0{,}60$ $\rho_ц = 3{,}10$ т/м³ $\rho_п = 2{,}65$ т/м³ $\rho_{кр} = 2{,}60$ т/м³	$1000 = Ц/3{,}10 + П/2{,}65 + K_р/2{,}60 + 0{,}60Ц$ $П/K_р = 0{,}28/(1-0{,}28)$ $Ц:(П+K_р) = 1:8{,}95$, откуда $Ц = 230$ кг, $П = 577$ кг, $K_р = 1482$ кг, $В = 138$ л

Для расчета состава бетона приняты следующие обозначения:

$В/Ц$ — водоцементное отношение; r — относительное содержание песка в смеси заполнителей по массе; $В$ — расход воды на 1 м³ бетона, кг; $Ц$ — расход цемента на 1 м³ бетона, кг; $1:N = Ц:(П+K_р)$ — отношение расхода цемента к заполнителям (по массе); $\rho_ц$ — плотность цемента, т/м³; $\rho_п$ — плотность песка, т/м³; $\rho_{кр}$ — плотность крупного заполнителя, т/м³; $П$ — количество песка на 1 м³ бетона, кг; $K_р$ — количество крупного заполнителя на 1 м³ бетона, кг.

Природные и искусственные каменные строительные материалы

Природные материалы. По объемной массе изделия классифицируют на две группы: легкие объемной массой менее 1800 кг/м³ и тяжелые объемной массой более 1800 кг/м³. По прочности природные камни делят на 17 марок: 4; 7; 10; 15; 25; 35; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 800; 1000 кгс/см², по морозостойкости — на 10 марок: 10, 15, 25, 35, 50, 100, 150, 200, 300, 500.

Для строительства мостов, подземных и гидротехнических сооружений, а также фундаментов СНиП рекомендуют применять плотные известняки, песчаники, вулканический туф, гранит, диорит, габбро, базальт, диабаз и другие прочные, твердые и стойкие природные материалы. Для возведения стен применяют известняки, доломит, песчаники, гипсовый камень, вулканический туф. Наиболее часто применяют колотый камень, который по форме должен приближаться к многогранной призме или усеченной пирамиде. Высота колотого камня должна быть равна 120—300 мм. Рекомендуется использовать постелистый колотый камень с площадью постели 50—60 % площади лицевой поверхности (100—400 см²), массой до 40 кг.

Характеристика природного камня приведена в табл. 67.

Таблица 67

Характеристика природного камня

Характеристика горных пород	Камень колотый и булыжный	Облицовка надводных частей мостов	Облицовка подводных частей мостов
Прочность на сжатие, МПа			
Изверженные глубинные породы	100	100	100
Изверженные излившиеся породы	60	40	100
Осадочные породы	40	60	—
Объемная масса, кг/м³			
любые изверженные породы	2300	—	—
любые осадочные породы	2100	—	—
Водопоглощение, %			
изверженные глубинные	0,6	—	—
изверженные излившиеся	4,0	—	—
любые осадочные породы	3,0	—	—
Морозостойкость (число циклов)			
изверженные глубинные породы	25	100—300	100
изверженные излившиеся	—	100—300	100
осадочные породы	—	100	—

Гравий для строительных работ (ГОСТ 8268—74) получают путем просеивания природных смесей. В зависимости от размеров гравий делят на следующие фракции: 5—10, 10—20, 20—40, 40—70 мм.

Если по условиям гидротехнического строительства сооружают крупные бетонные блоки или монолиты, можно использовать гравий размером до 150 мм. Наряду с гравием и щебнем в качестве заполнителя для бетонов используют песок. ГОСТом 8736—77 предусмотрены размеры песка от 0,15 до 5 мм. Песок не должен содержать зерен гравия размером более 10 мм; зерен гравия размером 5—10 мм в нем должно быть не более 5 % массы. Пылевидные, глини-

стые и растворимые частицы допускаются в песке в малых количествах: 3 % для бетонов, 10 % для кладочных растворов и 15 % для штукатурных растворов.

Строительные материалы на основе обжига. Глиняный кирпич полусухого и пластического прессования (ГОСТ 530—71) применяют для кладки внутренних и наружных стен, столбов, сводов и других конструкций. В слабонагруженных конструкциях используют пустотелый кирпич.

Запрещается применять обыкновенный кирпич полусухого прессования для строительства фундаментов во влажных грунтах, кладки наружных стен влажных и мокрых помещений без защиты облицовочными плитами, кладки печей и труб.

Промышленность выпускает кирпич следующих марок: 75, 100, 125, 200, 250 и 300. Марку кирпича определяют при испытании образцов на сжатие. Пределом прочности (в кг/см²) кирпича определяется его марка. Предел прочности на изгиб глиняного кирпича в 7—10 раз меньше, чем на сжатие.

Глиняный пустотелый кирпич пластического прессования, а также пористопустотелый кирпич изготовляют с 13, 14, 32 и 78 отверстиями, объемной массой 1300—1450 кг/м³. Физические и механические параметры пустотелого кирпича аналогичны свойствам обыкновенного кирпича.

Пустотелый кирпич пластического прессования применяют для кладки внутренних и наружных стен, перегородок, столбов в жилых и промышленных зданиях.

В гидротехническом строительстве используют керамические трубы.

Керамические дренажные трубы формуют на вакуум-прессах из пластических глин. Водопоглощение трубы должно быть не более 18 %. Внутренний диаметр труб, зависящий от необходимой пропускной способности, должен быть равен 25, 40, 50, 75, 100, 125, 150, 200 и 250 мм. Трубы диаметром 25—100 мм имеют длину 333 мм, диаметром 126—250 мм — 500 мм. Толщина стенок зависит от их диаметра и колеблется от 8 до 24 мм. Морозостойкость дренажных труб не менее 15 циклов. Трубы соединяют с помощью муфт или раструбов (расширений одного из концов трубы).

Внешнюю сторону раструбных труб покрывают глазурью. Дренажные трубы можно использовать на строительных площадках для понижения уровня грунтовых вод, устройства дренажа на низовом откосе плотины.

Железобетонные изделия

Железобетонные изделия выполняют из тяжелых и легких бетонов. Они могут быть пустотелыми, сплошными, однослойными и многослойными.

В качестве основной арматуры применяют проволочную и прутковую сталь класса А-IV и арматурную сталь класса А-IIIВ, упрочненную вытяжкой. В качестве вспомогательной, ненапрягаемой арматуры, если она необходима в изделии, применяют сетки и каркасы.

Арматуру натягивают разными способами: электротермическим или механическим. Происходит это в деревянной, стальной, железобетонной или металложелезобетонной форме.

К изделиям для фундаментов и подземных частей зданий и сооружений можно отнести блоки, фундаментные, плиты, панели. Эти изделия изготовляют из тяжелого бетона марки 150 и выше, а сваи и фундаментные балки — не менее 200. Плиты фундаментные представляют собой элементы из железобетона, где арматура находится в виде стальной сетки. Ширина плит 120—320 см, длина — 80, 100, 120 см и толщина 40—50 см.

Блоки для фундаментов армируют только для удобства грузовых перевозок и монтажа. Обычно форма фундаментных блоков прямоугольная, масса до 3 т, длина до 3 м, толщина 40—60 см и высота 60 см.

Современное мостостроение не обходится без железобетонных элементов, ферм или пролетных строений. Для деталей пролетных строений используют тяжелый бетон марок не менее 400, для стоек опор мостов — 300 и для блоков фундаментов, свай, элементов ростверков и других изделий — марки не ниже 200.

Морозостойкость изделий из бетона и железобетона для мостов должна быть не ниже марки 200.

Для строительства гидротехнических сооружений (балки, балочные плиты перекрытий, сваи, плиты ростверков, подпорные элементы) используют бетон марки 300 и выше, который должен отвечать требованиям, предъявляемым к гидротехническому бетону. Менее ответственные гидротехнические сооружения (дренажные блоки, трубы, элементы мола, волноломы) можно изготовлять из бетона марки 200.

В табл. 68 приведены характеристики некоторых железобетонных элементов (плит крепления земляных плотин и плит облицовки каналов) из Каталога унифицированных железобетонных конструкций для водохозяйственного строительства.

Таблица 68

Характеристика железобетонных элементов

Марка конструкции	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Бетон, м³	Сталь, кг	Марка бетона	Масса конструкции, кг
ПКП-12	—	—	120	0,96	105	М200	2400
ПКП-15	4000	2000	150	1,20	120	$М_{рз}150$	3000
ПКП-20	—	—	200	1,60	130	—	4000
ПК 30-15	3000	1500	80	0,35	13,7	М200	885
ПК 30-20	3000	2000	80	0,47	—	$М_{рз}150$	1180
ПК 30-25	3000	2500	80	0,59	20,5	—	1480
ПКУ 30-15	3000	1500	100	0,42	35,6	—	1075
ПКУ 30-20	3000	2000	100	0,56	47,2	—	1400
ПКУ 30-25	3000	2500	100	0,72	56,1	—	1800

Металлы и металлические изделия

В гидротехническом строительстве в основном используют черные металлы — чугун и сталь (табл. 69, 70).

Таблица 69

Основные характеристики углеродистой обыкновенной стали

Марка стали	Предел прочности, МПа	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %
Ст. 0	—	Не менее 320	18—22
Ст. 1	—	320—400	28—33
Ст. 2	190—220	340—420	26—31
Ст. 3	210—240	380—470	21—27
Ст. 4	240—260	420—520	19—25
Ст. 5	260—280	500—620	17—20
Ст. 6	300—310	600—720	11—16
Ст. 7	—	700—750 и более	8—11

Для улучшения основных физико-технических свойств сталей в них вводят легирующие добавки (от 2,5 до 10 % и более) и сталь обозначают маркой в виде шифра, например, 35ХГ2С.

Таблица 70

Характеристика легированных сталей

Группа стали	Марка стали	Предел прочности, не менее, МПа	Предел текучести, не менее, МПа	Относительное удлинение, %
Хромистая	15Х	700	500	10
Хромистая	40Х	1000	800	9
Хромокремнистая	33ХС	850	650	13
Хромокремнемарганцевая	30ХГСА	1100	850	10
	35ХГСА	1650	1300	9
Хромоникелевая	12ХН3	350	110	—
	12Х2Н4	1100	100	—

Особое место в гидротехническом строительстве занимают стержневая и проволочная арматура, угловая сталь (табл. 71, 72) балки двутавровые (табл. 73), швеллеры (табл. 74).

Сортамент стержневой арматуры диаметром 6—90 мм установлен единым. Каждый класс стержневой арматуры имеет определенные диаметры стержней. Стержни класса А-I выпускают гладкими, классов А-II, А-III, А-IV, А-V — периодического профиля.

Холоднотянутую проволочную арматуру подразделяют на арматурную проволоку обыкновенную гладкую класса В-I и периодического профиля класса Вр-I; высокопрочную гладкую класса В-II и периодического профили класса Вр-II.

Таблица 71

Характеристика угловой неравнополочной стали (ГОСТ 8510—72)

№ профиля	Масса 1 м, кг	Ширина полки, мм		Толщина, мм	Площадь сечения, см²
		большой	малой		
2,5/1,6	0,91	25	16	3	1,16
3,2/2	1,17	32	20	3	1,49
4/2,5	1,48	40	25	3	1,89
—	1,94	—	—	4	2,47
4,5/2,8	1,68	45	28	3	2,14
—	2,2	—	—	4	2,80
5/3,2	1,9	50	32	3	2,42
—	2,49	—	—	4	3,17
5,6/3,6	2,48	56	36	3	3,16
—	2,81	—	—	4	3,58
6,3/4	3,46	63	40	5	4,41
6,3/4	3,17	63	40	4	4,04
—	3,91	—	—	5	4,98
—	4,63	—	—	6	5,90

Таблица 72

Характеристика равнополочной угловой стали (ГОСТ 8509—72)

№ профиля	Масса 1 м, кг	Размеры полки, мм		Площадь сечения, см²
		Ширина	Толщина	
5,0	3,05	50	4	3,89
5,0	3,77	50	5	4,80
5,6	4,25	56	5	5,41
6,3	3,90	63	4	4,96
6,3	4,81	63	5	6,13
6,3	5,72	63	6	7,28
7,0	4,87	70	4	6,20
7,0	5,38	70	5	6,86
7,0	6,35	70	6	8,15
7,0	7,39	70	7	9,42
7,0	8,37	70	8	10,7
7,5	5,80	75	5	7,39
7,5	6,89	75	6	8,78
7,5	9,02	75	8	11,50
7,5	10,1	75	9	12,80
8,0	7,36	80	6	9,38
8,0	8,51	80	7	10,80
8,0	9,65	80	8	12,30

Таблица 73

Характеристика балок двутавровых (ГОСТ 8239—72)

Высота балки, мм	Масса 1 м, кг	Площадь сечения, см²	Высота балки, мм	Масса 1 м, кг	Площадь сечения, см²
100	9,4	12,0	240а	29,4	37,5
120	11,5	14,7	270	31,5	40,2
140	13,7	17,4	270а	33,9	43,2
160	15,9	20,2	300	36,5	46,5
180	18,4	23,4	330	42,2	53,8
200	24,0	30,6	360	48,6	61,9
240	27,3	34,8	600	104,0	132,0

Таблица 74

Характеристика швеллеров (ГОСТ 8240—72)

№ швеллера	Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг	№ швеллера	Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг
5	6,16	4,84	20	23,40	18,40
6,5	7,51	5,90	20а	25,20	19,80
8	8,98	7,05	22	26,70	21,00
10	10,90	8,59	22а	28,80	22,60
12	13,30	10,40	24	30,60	24,00
14	15,60	12,30	24а	32,90	25,80
14а	17,00	13,30	27	35,20	27,70
16	18,10	14,20	30	40,50	31,80
16а	19,50	15,30	33	46,50	36,50
18	20,70	16,30	36	53,40	41,00
18а	22,20	17,40	40	61,50	48,30

Лесные материалы

В гидротехническом строительстве дерево (бревна, брусья, доски и бруски) используют для изготовления свай, ряжей, опалубки при бетонных и железобетонных работах, перемычек, лотков, строительства мостов, акведуков и т. д. В зависимости от качества древесина делится на сорта: I, II, III и IV и отборный (0); ГОСТом 9463—72 устанавливаются размеры бревен — их сортаменты. Существует ГОСТ на пиломатериалы хвойных (ГОСТ 8486—66) и лиственных пород (ГОСТ 2695—71).

Доски, бруски и брусья выпускают длиной от 0,5 м до 6,5 м с градацией через 0,1 и 0,25 м.

Толщина пиломатериалов хвойных пород деревьев, мм	
Доски	13, 16, 19, 22, 25, 32, 40, 45
Бруски	50, 60, 70, 75, 100
Брусья	130, 150, 180, 200, 220, 250

Влажность древесины — важный показатель ее качества.

Влажность древесины, %	
Пиломатериалы лиственных пород деревьев	25±3
Пиломатериалы хвойных пород деревьев	25±3
Пиломатериалы для строений мостов	25
Несущие элементы труднопроветриваемые	20
Клеевые конструкции	15
Пиленые заготовки	18—22
Балки	23
Древесина оконных переплетов	12
Щитовые двери и реечные щиты	10
Детали для чистых полов	12
Плиты ДВП	6—10
Плиты ДСП	10

В табл. 75 приведен объем одного бревна (м³) при различном диаметре в верхнем отрубе и длине.

Таблица 75

Характеристика бревен

Диаметр бревна в верхнем отрубе, см	Длина бревна, м							
	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
12	0,053	0,063	0,073	0,083	0,093	0,103	0,114	0,125
13	0,062	0,074	0,085	0,097	0,108	0,12	0,132	0,144
14	0,073	0,084	0,097	0,110	0,123	0,135	0,150	0,164
15	0,084	0,097	0,110	0,125	0,140	0,154	0,169	0,185
16	0,095	0,110	0,124	0,140	0,155	0,172	0,189	0,20
17	0,120	0,138	0,156	0,175	0,194	0,21	0,23	0,25
18	0,147	0,170	0,190	0,21	0,23	0,26	0,28	0,3
20	0,178	0,20	0,23	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37
22	0,21	0,24	0,27	0,3	0,33	0,36	0,40	0,43
24	0,25	0,28	0,32	0,35	0,39	0,43	0,46	0,50
26	0,29	0,33	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,58

Для устройства надежных оснований в слабонесущих грунтах, создания водонепроницаемых стенок, ограждения котлованов и других надобностей применяют деревянные сваи. Лучше для свай использовать сосну зимней заготовки без признаков гнили. Вполне пригодны ель, лиственица, кедр. Следует отбраковывать древесину сбежистую, широкослойную, с признаками червоточины, с гнилыми впадающими сучками или свилеватую.

Гидроизоляционные материалы

К материалам, обладающим изоляционными свойствами, относятся лаки, краски, битумы, мастики на основе битума, рулонные материалы на органической основе — изол, толь, рубероид, стеклорубероид, фольгоизол, пергамин.

Краски, лаки и битумы относят к гидроизоляционным и защитным материалам.

Краски (ГОСТ 8292—57) — это готовые окрасочные смеси, состоящие из различных компонентов (пигмента, связующих веществ). Пигменты — тонкомолотые цветные порошки нерастворимые в воде, маслах, спирте, скипидаре, но способные давать с ними смеси, образуя красочный состав. В строительстве применяют, как правило, минеральные пигменты: сурик железный, сурик свинцовый, свинцовую и цинковую зелень для наружных работ, цинковые, свинцовые и титановые белила, эмалевую алюминиевую медянку.

Лаки (ГОСТ 1709—75) — окрасочная смесь, состоящая из органических смол и растительных масел. При нанесении на поверхность лаки после высыхания образуют твердую пленку. В состав лаков входят бензин, скипидар и иногда пластификаторы — вещества, делающие пленку эластичной. Для гидротехнических работ широко используют битумные лаки.

Битумный лак № 177 образуется при растворении в органическом летучем растворителе (уайт-спирите, ксилоле, скипидаре) сплава каменноугольной смолы и растительного масла. Время высыхания лака 24 ч при 18—23 °С.

Кузбасслак — это раствор каменноугольного пека в ксилоле или сольвенте. Для гидроизоляционных работ часто используют природные и искусственные (нефтяные) битумы. Нефтяные битумы должны соответствовать ГОСТам 9548—74, 22245—76, 6617—76. Основные свойства битумов приведены в табл. 76.

Таблица 76

Характеристика битумов

Марка битума	Температура размягчения по «К» и «Ш» °С, не менее	Глубина проникания иглы при 25° С, в десятых долях, мм	Растяжимость при 25° С, см, не менее	Температура вспышки, °С, не ниже	Содержание водорастворимых соединений, %, не более
Дорожные битумы					
БН 130/200	37	131—200	70	220	—
БН 90/130	40	91—130	60	220	—
БНД 90/130	43	91—130	60	220	—
БН 60/90	45	60—90	50	220	—
БНД 40/60	51	40—60	50	220	—
Строительные битумы					
БН 70/30	70	21—40	3	230	0,3
БН 90/10	90	5—20	1	230	0,3

Кроме битумов, в гидротехническом строительстве используют дегти (ГОСТ 4641—74) и пеки (ГОСТ 1038—75).

Для растворения дегтевых и битумных вяжущих применяют растворители — органические жидкости. Они легко летучи и после их испарения восстанавливаются первоначальные свойства и структура растворяемого материала.

К растворителям битумов относят соляровое масло (ГОСТ 305—73), бензин (ГОСТ 13210—72), керосин (ГОСТ 11128—65), уайт-спирит (ГОСТ 3134—52), ксилол (ГОСТ 9410—71).

Широко распространены рулонные материалы на основе битума и дегтя.

Рубероид (ГОСТ 10923—76) представляет собой кровельный картон, пропитанный битумом и покрытый с обеих сторон кровельным битумом. В состав рубероида вводят дополнительные антисептики. Рубероид делят на кровельный и подкладочный. Для кровельного рубероида марок РКК-600 (А), РКК-400 (А, Б, В) характерна крупная посыпка, рубероида марки РКМ-350 (Б, В) — мелкая посыпка поверхностей. Рубероид подкладочный марок РПМ-300 (А, Б, В), РПП-350 (Б, В), РПП-300 (А, Б, В) не имеет посыпки. (Цифры, стоящие рядом с маркой, означают массу 1 м² сухого картона в г).

Гидроизоляционный и кровельный толь (ГОСТ 10999—76) обычно имеет песочную посыпку (ТКК-40, ТКК-350). Свойства гидроизоляционных и кровельных материалов приведены в табл. 77.

Таблица 77

Характеристика гидроизоляционных и кровельных материалов

Материал и его назначение	ГОСТ	Марка	Посыпка	Площадь 1 рулона м²	Масса, кг
Рубероид кровельный для верхнего и нижних слоев кровельного ковра и гидроизоляции строительных конструкций	10923—76	РКМ-350Б; РКМ-350В	Мелкозернистая с обеих сторон полотна	10±0,5	27 25
Рубероид подкладочный для нижних слоев кровельного ковра и гидроизоляции строительных конструкций	10923—76	РПП-350Б; РПП-350В	Пылевидная с обеих сторон полотна	15±0,5	30 27
Толь гидроизоляционный для гидроизоляции и пароизоляции	10999—76	ТГ-300; ТГ-350	Минеральная	15±0,5	22 24
Гидроизол для подземных сооружений	7415—74	ГИ-Г	—	20±0,4	—

Для гидротехнических работ используют нефтяной битум БНД-40/60 или БН-60/90, асбест (ГОСТ 12871—67), строительный песок (ГОСТ 8736—67) и щебень из водоустойчивых горных пород (ГОСТ 8267—75). Такой строительный материал применяют для понуров, экранов, гидроизоляции оснований сооружений. Рабочие смеси готовят из исходных материалов в асфальтобетоносмесителях путем нагрева битума до 150—190 °С, песка и щебня — до 200—220 °С. Асбест не подогревают.

Санитарно-технические материалы и оборудование

При строительстве прудовых рыбоводных хозяйств, рыбоводных заводов, хозяйств на теплых водах широко используют санитарно-технические материалы, в частности трубы и арматуру.

Асбестоцементные трубы. Их выполняют согласно ГОСТ 539—65 четырех марок: ВТ3, ВТ6, ВТ9, ВТ12 (табл. 78). Числа, стоящие после буквенных индексов, обозначают расчетное гидравлическое давление — соответственно 0,3; 0,6; 0,9; 1,2 МПа. Для трубопроводов с рабочим гидравлическим давлением 0,3 и 0,6 МПа используют асбестоцементные соединительные муфты, 0,9 МПа — чугунные или асбестоцементные муфты, 1,2 МПа — чугунные соединительные муфты. Эти муфты маркируют в зависимости от принятой марки трубы ВМ3, ВМ6, ВМ9.

Таблица 78

Характеристика асбестоцементных труб ГОСТа 539—65

Условный проход трубы, мм	Внутренний диаметр, мм		Длина трубы, мм	Теоретическая масса трубы, кг			
	ВТ3; ВТ6; ВТ9	ВТ12		ВТ3	ВТ6	ВТ9	ВТ12
100	100	—	2950	21	21	25	—
125	119	—	2950 и 3950	24	26	31	—
150	141	135	2950 и 3950	32	35	43	50
200	189	181	3950	57	80	95	128
300	279	270	3950	142	146	188	224
400	368	356	3950	185	245	315	405
500	456	441	3950	279	364	466	500

В табл. 78 приведены основные размеры асбестоцементных труб ГОСТа 539—65.

Железобетонные напорные трубы. Их широко используют в гидротехническом строительстве (ГОСТ 12586—67). Соединение труб раструбное. Способ изготовления — виброгидропрессование. Железобетонные трубы длиной 5 м выпускают двух классов — I и II. Трубы I класса рассчитывают на внутреннее давление 1,5 МПа, II класса — 1 МПа. На наружную поверхность раструба каждой трубы краской наносят дату изготовления, марку трубы, массу, центр тяжести трубы (прерывистая полоса шириной 20 мм).

Размеры железобетонных труб приведены в табл. 79.

Таблица 79

Марка труб	Диаметр условного прохода трубы, мм	Толщина стенки цилиндрической части трубы, мм	Масса трубы, кг
РТН 50-I	500	55	1320
РТН 50-II	500	55	1320
РТН 60-I	600	55	1550
РТН 60-II	600	55	1550
РТН 70-I	700	60	2000
РТН 70-II	700	60	2000
РТН 80-I	800	65	2480
РТН 80-II	800	65	2480
РТН 90-I	900	70	2980
РТН 90-II	900	70	2980
РТН 100-I	1000	75	3550
РТН 100-II	1000	75	3550
РТН 120-I	1200	85	4950
РТН 120-II	1200	85	4950
РТН 140-I	1400	95	6650

Примечание. В марке труб буквы РТН сокращенно обозначают — раструбная труба напорная, арабские цифры — диаметр условного прохода трубы (см), римская цифра — класс трубы.

Трубы чугунные. Напорные трубы из серого чугуна выпускаются с раструбным соединением по ГОСТ 5525—61 и 9583—61.

Характеристика чугунных труб для водопровода и напорной канализации приведена ниже.

Диаметр, мм	50	100	150	200	300	400
Длина, м	2,3	—	—	3	4	5
Масса, кг	9	18,9	30,5	44,6	77,6	118,5
Диаметр, мм	500	600	700	800	900	1000
Длина, м	6	—	—	—	—	—
Масса, кг	167,5	222,9	287,2	359,8	437,8	525,6

В зависимости от толщины стенки трубы подразделяют на три класса — ЛА, А и Б.

Трубы стальные. Трубы стальные бесшовные горячекатаные (ГОСТ 8731—66 и 8732—70), водогазопроводные (ГОСТ 3262—62) табл. 80, бесшовные холоднотянутые (ГОСТ 8733—66) и электросварные (ГОСТ 10704—63) применяют для прокладки газопроводных и теплопроводных сетей, по мере надобности для водопровода, в редких случаях для напорной канализации.

Таблица 80

Характеристика стальных водогазопроводных труб (без муфт)
(ГОСТ 3262—62)

Условный проход, мм	Наружный диаметр, мм	Легкие		Обыкновенные		Усиленные	
		Толщина стенки	Масса 1 м, кг	Толщина стенки	Масса 1 м, кг	Толщина стенки	Масса 1 м, кг
50	60,0	3	4,22	3,5	4,88	4,5	6,16
80	88,5	3,5	7,34	4,0	8,34	4,5	9,32
90	101,3	3,5	8,4	4,0	9,6	4,5	10,74
100	114,0	4,0	10,85	4,5	12,15	5,0	13,44
125	140,0	4,0	13,42	4,5	15,04	5,5	18,24
150	165,0	4,0	15,88	4,5	17,81	5,5	21,63

Материалы и изделия из пластмасс

Изделия из пластмасс все шире используют в гидротехническом строительстве. Они представляют собой многокомпонентные материалы, состоящие из полимеров, пластификаторов, катализаторов, стабилизаторов, коагуляторов, наполнителей и красителей.

Часто в строительстве используют полиэтилен (ГОСТ 16337—70), обладающий высокой химической стойкостью, эластичностью, достаточной прочностью, морозостойкостью, низкой газо- и водопроницаемостью. К недостаткам полиэтилена можно отнести большое относительное удлинение при растяжении. Полиэтилен выпускают в виде пленок различной плотности, ширины и толщины следующих марок: ПЭ-500, ПЭ-450, ПЭ-300 и ПЭ-150.

Полистирол (ГОСТ 20282—74) — прозрачное стекловидное вещество, обладающее значительной твердостью, гибкостью, влагостойкостью, легко поддающееся обработке, являющееся диэлектриком.

С 1959 г. применяют пленочные полимерные материалы для экранирования гидротехнических сооружений.

Пленочные экраны и диафрагмы являются принципиально новым видом гидроизоляционных конструкций.

В гидротехническом строительстве надежны и долговечны горячие битумно-полимерные композиции, полученные совмещением дорожных и строительных битумов.

Противофильтрационные устройства — экраны, диафрагмы, понуры — выполняют из стабилизированного полиэтилена низкой плотности толщиной от 0,2 мм (ГОСТ 10354—73).

Полиэтиленовый лист подстилают несвязным грунтом с толщиной слоя более 0,2 м и сверху пригружают таким же грунтом с толщиной слоя более 0,4 м. Полимерные пленки и листы достигают размеров 10×30 м, массы не более 60 кг. Их сваривают в основном с помощью контактного нагрева или горячим воздухом.

Таблица 81

Типы напорных труб из полиэтилена
(ГОСТ 18599—73)

Типы труб	Максимальное давление воды, МПа	
	высокой плотности	низкой плотности
Л — легкий	0,25	0,5
СЛ — средней легкости	0,4	0,4
С — средний	0,6	0,6
Т — тяжёлый	1,0	1,0

Таблица 82

Характеристика труб из полиэтилена высокой плотности
(ГОСТ 18599—73)

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки труб, мм, типа				Теоретическая масса 1 м труб, кг, типа			
	Л	СЛ	С	Т	Л	СЛ	С	Т
50	—	2,0	2,8	4,5	—	0,314	0,427	0,651
63	2,0	2,5	3,6	5,7	0,399	0,494	0,684	1,03
75	2,0	2,9	4,3	6,8	0,478	0,675	0,971	1,47
90	2,2	3,5	5,1	8,2	0,627	0,977	1,38	2,11
110	2,7	4,3	6,2	10,0	0,935	1,446	2,04	3,14
125	3,1	4,8	7,1	11,4	1,22	1,841	2,65	4,07
140	3,5	5,4	7,9	12,7	1,53	2,302	3,30	5,07
160	3,9	6,2	9,1	14,6	1,95	3,020	4,33	6,66
180	4,4	7,0	10,2	16,4	2,47	3,830	5,45	8,41
200	4,9	7,7	11,4	18,2	3,05	4,691	6,77	10,40
225	5,5	8,7	12,8	20,5	3,84	5,952	8,55	13,10
250	6,1	9,7	14,2	22,8	4,72	7,364	10,50	16,20
280	6,9	10,8	15,9	25,5	5,98	9,172	13,20	20,30
315	7,7	12,2	17,9	—	7,49	11,62	16,70	—
355	8,7	13,7	20,1	—	9,52	14,72	21,10	—
400	9,8	15,4	22,7	—	12,1	18,60	26,90	—
450	11,0	17,3	25,5	—	15,2	23,50	33,90	—

Таблица 83

Характеристика труб из полиэтилена низкой плотности (ГОСТ 18599—73)

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки труб, мм, типа				Теоретическая масса 1 м труб, кг, типа			
	Л	СЛ	С	Т	Л	СЛ	С	Т
32	2,0	2,4	3,4	5,3	0,189	0,221	0,301	0,432
40	2,0	3,0	4,3	6,7	0,240	0,345	0,473	0,677
50	2,4	3,7	5,4	8,3	0,359	0,531	0,738	1,05
63	3,0	4,7	6,7	10,5	0,561	0,845	1,15	1,66
75	3,6	5,6	8,0	12,5	0,797	1,20	1,63	2,36
90	4,3	6,7	9,6	15,0	1,140	1,71	2,35	3,40
110	5,2	8,1	11,8	18,3	1,68	2,52	3,52	5,05
125	6,0	9,3	13,4	20,8	2,19	3,28	4,54	6,54

Трубы изготовляют длиной 6, 8, 10 и 12 м. Трубы малых диаметров (до 40 мм из полиэтилена высокой плотности и до 63 мм — из полиэтилена низкой плотности) поставляют в бухтах. Они имеют условное обозначение. Например, труба из полиэтилена высокой плотности диаметром 63 мм среднелегкого типа (СЛ) — труба ПВП 63 СЛ ГОСТ 18599—73.

Соединение полиэтиленовых труб может быть разъемным и неразъемным (сварным). Разъемное соединение предусматривает разбуртовку концов труб и применение фланцев.

Строительные машины, оборудование и транспорт

Машины для подготовительных (культуртехнических) работ

К машинам, которые выполняют культуртехнические работы, относят кусторезы, корчеватели, машины для фрезерования почвы, плуги специального назначения.

Кусторезы. По типу рабочего органа их подразделяют на отвально-ножевые с прямыми и пилообразными ножами, фрезерно-дисковые, косилочные и пильные. Кусторез выполняют в виде навесного оборудования к трактору. Это оборудование включает раму, рабочие органы и гидравлическую систему.

В табл. 84 приведены основные характеристики кусторезов.

Таблица 84

Характеристика кусторезов

Показатель	КБ-4А	ДП-4 (Д-514А)	ДП-24	МТП-43	МТП-13
Производительность, га/ч	1,1—1,4	1,1—1,4	1,1—1,4	0,14	0,14
Ширина захвата рабочего органа, мм	4000	3600	3600	1600	1300
Угол установки ножей в плане, град	60	64	64	—	—
Базовая машина, марка	Трактор Т-100МБГП	Трактор Т-100МГП	Трактор Т-130	Кран КПТ-1	Экскаватор МТП-71
Мощность двигателя, кВт	78,8	78,8	116,8	78,8	94,9

Корчеватели и машины для фрезерования почвы. Они предназначены для корчевки пней, удаления их с площадки, очистки ее от валунов, кустарника или фрезерования почвы вместе с растительностью, подлежащей уничтожению.

Для уборки камней массой до 1 т и корчевки пней диаметром до 30 см целесообразно применять корчеватель-собиратель ДП-8 (ДП-608) или ДП-8А. Для корчевки пней диаметром до 50 см и камней массой до 3 т с последующим удалением их с площадки используют корчеватели-собиратели на тракторах Т-130Г, Т-100МБГП или Т-100МГП.

В табл. 85 дана характеристика корчевателей-собирателей.

Таблица 85

Характеристика корчевателей-собирателей

Показатели	Д-608 (ДП-8)	ДП-27	Д-513А (ДП-3)	Д-695	ДП-25
Базовый трактор	ДТ-75Б-С2	Т-4АП	Т-100МГП	Т-100МБГП	Т-130Г-1
Ширина захвата, мм	950 и 1950	1820	1380	2090 и 3550	1800
Расстояние между клыками, мм	425	440	440	440	440
Высота отвала, мм	1300	1400	1250	1350	1250
Тип гидронасоса	НШ-46	НШ-46У	НШ-60	НШ-60	НШ-98
Производительность при корчевке пней, шт./ч до	45	45	50	50	60
Наибольший диаметр пней, см	30	30	45	45	50
Наибольшая масса, корчуемых пней, т	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5

Основным недостатком указанных машин является сгребание вместе с корнями и валунами значительной части верхнего слоя почвы.

Для обработки заросших кустарником торфяных и минеральных (I категории) грунтов способом фрезерования применяют машину МТП-42. Это прицепная машина, рабочий орган которой — фреза-барабан с опорными катками. Машина работает в агрегате с трактором Т-100МБГС-1. Каменистые участки машина не обрабатывает, глубина залегания почвенных вод не выше 60 см от поверхности, проходимость агрегата определяется проходимостью трактора.

Характеристика фрезеровальных машин

Тип	МТП-42	МТП-42А
Ширина захвата, мм	1700	1700
Производительность, га/ч	0,062—0,095	0,116—0,61
Габариты (без трактора), мм		
длина	6200	6250
ширина	2600	2950
высота	1500	1580
Глубина фрезерования, мм		
минерального грунта	180—242	до 250
торфяного	до 400	до 400
Частота вращения фрезы, об/мин	186	183
Рабочие скорости передвижения, км/ч	0,098—0,745	0,105—0,913

Машину МТП-42 можно использовать на заросшей площади без предварительного удаления кустарников и мелколесья диаметром стволов до 12 см или после спиливания крупного леса. Допустимая высота пней не более 10 см над поверхностью.

Кроме методов, описанных выше, для очистки строительной площадки от растительности можно производить запашку кустарника однокорпусными кустарниково-болотными плугами (табл. 86). Эти же плуги используют для вспашки площадки после корчевки леса.

Таблица 86

Характеристика кустарниково-болотных плугов

Показатели	ПКБ-75	ПБН-75	ПБН-100
Ширина захвата, мм	750	750	1000
Глубина вспашки, см	35	35	До 45
Высота запахиваемого кустарника, м	До 2	До 2	До 4
Агрегатируется с трактором	Прицепной к Т-74, ДТ-75, ДТ-75Б	Навесной к Т-74, ДТ-75, ДТ-75Б	Навесной к Т-100МГС Т-130 Г-3
Производительность, га/ч	0,35	0,35	0,45

При создании рыбоводных прудов, а также планировке прудов во время летования целесообразно применять длиннобазовые планировщики П-4, П-2,8, ПА-3 и Д-719.

Влажность (в %) грунтов перед началом планировочных работ должна составить: глинистые 20—40, суглинистые 19—22, легкосуглинистые — 13—15, песчано-пылеватые — 10—14.

Машины для земляных работ

К основным типам машин, используемых на земляных работах при строительстве и ремонте гидротехнических сооружений рыбоводных хозяйств, относят: одноковшовые экскаваторы (табл. 87); многоковшовые экскаваторы (табл. 88); скреперы (табл. 89); бульдозеры (табл. 90); грейдеры (табл. 91 и 92).

Таблица 87

Характеристика экскаваторов одноковшовых

Показатели	Универсальные экскаваторы (пневмоколесные)			на гусеничном ходу	
	ЭО-2621А	ЭО-3322А	ЭО-4321	Э-303Б	Э-652Б Э-652БС
Вместимость основного ковша, м³	0,25	0,5	0,65	0,4	0,65
Вместимость сменных ковшей, м³	0,25; 0,5	0,4; 0,65	0,4; 1,0	0,35; 0,4	0,65; 0,8
Длина и ширина гусеничного хода, м	—	—	—	2,38×2,1	3,42×2,83
Максимальная глубина копания обратной лопатой, м	3	5	5,5	4	5,8
Максимальный радиус копания, м	5	8,2	8,9	7,8	9,2
Тип двигателя базовой машины	Д-654	СМД-14	СМД-15М	Д-65ЛС	Д-108-1
Мощность двигателя, кВт	43,8	54,75	58,4	36,5	62,3
Основные виды сменного оборудования					
прямая лопата	+	+	+	+	+
обратная лопата	+	+	+	+	+
грейфер	+	+	+	+	+
бульдозер	+	+	+	+	+
погрузчик	+	—	—	—	—
крановое оборудование	+	—	+	+	—
Потребность в автосамосвалах ЗИЛ-585, КАЗ-600В для отвозки грунта, шт.					
на 2 км	2	3	5	3	—
на 5 км	3	6	8	6	—
на 10 км	4—5	10—11	15—17	10—11	—

Таблица 88

Характеристика многоковшовых траншейных цепных экскаваторов

Показатели	ЭТЦ-131	ЭТЦ-165	ЭТЦ-252	ЭТЦ-354А	ЭТЦ-402
Максимальная глубина копания, м	1,3	1,6	2,5; 3,5	3,5; 2,5	4
Максимальная ширина траншеи по низу, м	0,14	0,2; 0,4	1; 0,8	1,4; 0,8	1,2; 0,8
Базовая машина	Специальное шасси	Трактор МГЗ-82	Тягач гусеничный	Специальное шасси	Трактор ТТ-4
Марка двигателя	Д-50	Д-80	АМ-01	Д-54	АМ-01
Мощность двигателя, кВт	36,5	43,8	80,3	39,4	80,3
Рабочее оборудование	Скребковое		Цепное скребковое		Цепное ковшовое
Количество ковшей (скребков), шт.	—	7; 5	21	21	22
Техническая производительность, м³/ч	—	До 65	До 220	До 155	До 130

Таблица 89

Характеристика скреперов

Показатели	Прицепные		Полуприцепные	Самоходные	
	ДЗ-33 (Д-569)	ДЗ-12 (Д-374Б)	ДЗ-74	ДЗ-11 (Д-357М)	ДЗ-13 (Д-392)
Вместимость ковша, м³	3	6	8	9	15
Ширина захвата, мм	2100	2672	2650	2720	2850
Максимальное углубление кромки ковша, мм	200	320	300	300	360
Толщина слоя отсыпки, мм	350	500	250	550	550
Тип трактора-тягача	Т-74-С9	Т-100М	К-702	МАЗ-529Е	БелАЗ-531
Мощность тягача, кВт	54,75	78,8	146,0	131,4	273,75

Таблица 90

Характеристика гусеничных бульдозеров

Показатели	ДЗ-42	ДЗ-24А	ДЗ-17А	ДЗ-27С	ДЗ-25
Базовый трактор	Т-75	Т-180Г	Т-100М	Т-130	Т-180
Мощность двигателя, кВт	54,75	121,4	78,8	94,9	131,4
Номинальная тяга, тс	3	15	4	10	15
Длина отвала, мм	2560	3420	3940	3200	4430
Высота отвала, мм	800	1350	815	1100	1200
Максимальное заглубление отвала в грунт, мм	200	320	1000	1000	450
Максимальный подъем отвала над поверхностью, мм	600	1130	1100	890	1200

Таблица 91

Характеристика прицепных грейдеров

Показатели	ДЗ-6А (А-241А)	ДЗ-1 (Д-20БМ)	Д-700
Тип грейдера	Средний	Тяжелый	Тяжелый
Ширина базы, мм	4440	5050	5600
Ширина дорожного просвета, мм	300	300	350
Максимальный угол поворота, град			
переднего моста	130	130	130
поворота дышла от среднего положения	20	20	20
Радиус поворота, м	10	10	10
Габариты, мм			
длина	6625	7775	8280
ширина	2430	2250	3050
Трактор-тягач	ДТ-75; Т-74	Т-100М; Т-130	К-700; Т-1000МГП

Таблица 92

Характеристика автогрейдеров

Показатели	ДЗ-40А (Д-598А)	ДЗ-61А (Д-710А)	ДЗ-31А; ДЗ-31С	ДЗ-14А; ДЗ-14АС
Тип	Легкий	Легкий	Тяжелый	Тяжелый
Двигатель	С14Д-14А Д-60КС1	АМ-01	АМ-01	У1Д-6-С-2
Мощность, кВт	55,1	66,2	79,4	121,3
Ходовая часть				
тип		Балансирная		
число осей, шт.	3	3	3	3
из них, шт.				
ведущих	2	2	2	2
ведомых	1	1	1	1
Число колес, шт.	6	6	6	6
Ширина базы, мм	4700	4700	5800	6000
Ширина дорожного просвета, мм	400	400	400	400
Радиус поворота, м	11	10	10	17

Машины для уплотнения грунтов

Для уплотнения грунтов, оснований и дорожных покрытий, при строительстве насыпей (плотин, дамб, перемычек) применяют катки: прицепные вибрационные для несвязных или малосвязных грунтов, прицепные кулачковые для связных и комковатых грунтов (табл. 93), самоходные дорожные статические (табл. 94).

Характеристика виброкатка ДУ-14 (Д-480)

Масса катка, кг	3050
Ширина уплотняемой полосы, мм	1400
Число колебаний в минуту	2000
Диаметр вальца, мм	1200
Двигатель	
марка	Д-37М
мощность, кВт	29,2
скорость, км/ч	0,5—1,0
производительность, м³/ч	250—300

Таблица 93

Характеристика прицепных кулачковых катков

Показатели	ДУ-26 (Д-614)	ДУ-32 (Д-630)	ДУ-3А (Д-263А)
Масса, кг			
без балласта	5000	9000	12300
с полным балластом	9000	18000	30000
Ширина уплотняемой полосы, мм	1800	2600	2800
Толщина уплотняемого слоя, мм	20—22	25—30	30—50
Число кулачков	160	198	180

Таблица 94

Характеристика самоходных дорожных статических катков

Показатели	ДУ-50	ДУ-48А	ДУ-8В (Д-399В)	ДУ-9В (Д-400В)
Масса, т				
с балластом	8	13	13	18
без балласта	6	9,4	8	10,3
Ширина уплотняемой полосы, мм	1800	1850	1290	1290
Двигатель	Д-37Е	Д-37Е	Д-37Е	Д-37Е
Рабочая скорость катка, км/ч	2,73	4,32	5,26	5,26

Машины и оборудование для гидромеханизированных земляных работ

При большом объеме земляных работ и устройстве плотин и дамб из песчаных и супесчаных грунтов, а также для очистки прудов от ила применяют гидромониторы и землесосные плавучие снаряды.

Гидромониторы. Гидромониторы выпускают с ручным и дистанционным управлением. Гидромониторы с ручным управлением подразделяют на гидромониторы, управляемые водилом, и гидромониторы с дефлектором.

Характеристика основных гидромониторов, используемых в строительстве, приведена в табл. 95.

Таблица 95

Характеристика основных гидромониторов

Показатели	ГМ-350 (175-150)	ГМН-250	ГМН-250С с гидравлическим управлением	ГМН-250С	ГМЦ-250М	ГМДУ-300 и марок Г9 и Г10
Максимальный расход через гидромонитор, м³/ч	4500	1550	1550	1550	2000	3820
Рабочее давление у насадки, МПа	2	1,5	1,5	1,5	1,6	3
Диаметр входного отверстия, мм	500	250	250	250	250	300
Система управления	Дистанционная электрическая	Ручная	Гидравлическая	Гидравлическая	Электрогидравлическая	Дистанционная электрическая
Длина без насадки, мм						
полная	5500	3355	3050	4100	3600	5060 (с насадкой)
ствола	2700	2228	2285	2285	2150	2500

Землесосные плавучие снаряды. Это машины непрерывного действия, одновременно выполняющие землеройные и транспортные операции. Глубина разработки грунта колеблется от 2 до нескольких десятков метров, дальность транспортировки пульпы — до 1 км.

Все современные землесосные снаряды (табл. 96) состоят из следующих узлов: грунтозаборного рабочего органа, лебедки и свайного хода, пульпопровода, грунтового насоса. Плавучие пульпопроводы собирают из стальных труб (бесшовных или сварных) диаметром (наружным) от 150 до 920 мм.

Таблица 96

Характеристика землесосных снарядов

Показатели	УМП-2	8ПЗУ-3М	3РС-2	350-50Л	350-50Т
Техническая производительность по грунту, м³	50	67	123	375	375
Максимальная глубина разработки, м					
свободным всосом	4,5	6	6	—	—
разрыхлителем	3,2	4,5	4,5	10	18
Осадка в рабочем состоянии, м	0,5	0,5	0,53	1,1	1,7
Мощность двигателей, кВт	15,25	25,3	44	445	1030
Масса землеснаряда без пульпопровода, т	8	26,5(30)	37,5	281	500
Тип корпуса	Неразборный	Разборный	Разборный	Сварные секции	Сварные секции
Марка грунтового насоса	63Н	8НЗМ	12ГРУ-12	20Р-11	20Р-11
Производительность по воде, м³	252	720	1320	4500	4500
Тип двигателя	СМД-15К	ЗД6 (64НСП-18/22)	ЗД12	Электродвигатель СНД-16-41-12	Электродвигатель СНД-16-41-12
Установленная мощность двигателя, кВт	54,75	109,5	218,0	1695	2280
Диаметр трубопровода на землеснаряде, мм					
всасывающего	180	324	400	600	600
напорного	150	273	350	600	600

Оборудование для свайных работ

Свайные работы широко распространены в строительстве прудовых гидротехнических сооружений.

Для забивки сваи применяют дизель-молоты с подвижными и неподвижными штангами (табл. 97), дизель-молоты трубчатые (табл. 98) и вибропогружатели. Дизель-молоты с подвижными штангами применяют в комплекте с копром СП-13(С-712) для забивки деревянных свай диаметром до 22 см. Дизель-молоты с неподвижными штангами применяют для забивки железобетонных свай массой до 2200 кг.

Характеристика штанговых дизель-молотов приведена в табл. 97.

Таблица 97

Характеристика штанговых дизель-молотов

Показатели	С подвижными штангами		С неподвижными штангами	
	СП-44 (ДМ-150)	ДБ-45	СП-6 (С-330)	С-254
Масса ударной части, кг	190	140	2500	600
Максимальная энергия удара, кДж	1,5	1,0	30,0	3,0
Число ударов в минуту	100	95	50—55	55—60
Диаметр цилиндра, мм	135	130	320	230
Рабочий ход ударной части, мм	164	160	500	270
Расход топлива, л/ч	1,5	1,3	8	4
Примерное время забивки одной сваи в грунт средней плотности, мин	4—5	4—5	10—18	10—12
Рекомендуемый диаметр забиваемых свай, см	18—22	18—22	—	—
Масса молота, кг	940	800	4200	1400
Масса погружаемой сваи, кг	300	250	4200	500

Трубчатые дизель-молоты предназначены для забивки в грунты железобетонных свай массой от 1200 до 8000 кг.

Характеристика трубчатых дизель-молотов с водяным охлаждением приведена в табл. 98.

Таблица 98

Характеристика трубчатых дизель-молотов с водяным охлаждением

Показатели	СП-39 (С-994)	СП-40 (С-995)	СП-41 (С-996)	СП-47 (С-1047)	СП-48 (С-1048)
Масса ударной части, кг	600	1250	1800	2500	3500
Число ударов в минуту	44—55	45—55	44—55	44—55	44—55
Рабочий ход ударной части, мм	270	340	370	370	375
Диаметр рабочего цилиндра, мм	230	300	345	400	470
Объем, л					
топливного бака	10	14	15	45	50
масляного резервуара	2,8	2,8	2,8	3	3
системы охлаждения	25	30	35	75	75
Средний расход топлива, л/ч	4	7	10	14	18
Масса сваи из железобетона, забиваемой в грунт средней плотности, кг	1200	3000	5000	6500	8000
Высота молота, мм	3825	3955	4335	4970	5145
Масса молота с кошкой, кг	1500	2600	3650	5500	7650

Для забивки свай с помощью дизель-молотов предназначены копры — самоходные машины на рельсовом или гусеничном ходу. С помощью копра СП-33(С-955) можно забивать сваи массой до 4 т, копром СП-43 (С-1006) — массой 3,7 т, копром СП-30(С-908) — массой до 6,5 т.

Вибропогружатель. Один из самых эффективных способов погружения свай — с помощью вибропогружателя СП-2 (С-1003). Его используют для погружения железобетонных свай при гидротехническом строительстве в слабые водонесущие грунты.

Вибропогружатель состоит из пульта управления, вибровозбудителя, электродвигателя с редуктором, приспособления для крепления вибропогружателя к головке свай. Вибропогружатель можно комплектовать с копром или краном со специальной направляющей стрелой.

Характеристика вибропогружателя СП-42 (С-1003)

Число колебаний в минуту	420
Амплитуда колебаний (без сваи), мм	20
Тип электродвигателя, кВт	ВМТ-6
Частота вращения, об/мин	575
Масса, кг	
вибропогружателя (без пульта)	4240
всего комплекса	5230

Подъемно-транспортные машины

К подъемно-транспортным машинам, применяемым в рыбохозяйственном строительстве для механизации грузоподъемных работ, относятся ленточные транспортеры (табл. 99), ручные и механические лебедки, краны стреловые

Таблица 99

Характеристика ленточных транспортеров

Ширина ленты, мм	Скорость движения ленты, м/с	Максимальная производительность, м³/ч, при скорости		Мощность консоли приводного барабана, кВт		Диаметр барабанов, мм
		минимальной	максимальной	минимальная	максимальная	
400	0,5; 0,63; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6	16	100	1	7	160, 250, 320, 400
500	0,5; 0,63; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6	25	160	1	17	160, 250, 320, 400, 500, 630
650	0,5; 0,63; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5	40	400	1	37	160, 250, 320, 400, 500, 630
800	1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15	245	780	2	280	250, 320, 400, 500, 630, 800

Таблица 100

Характеристика ручных лебедок

Марка, индекс	Тяговое усилие, кН	Диаметр барабана, мм	Канатоемкость барабана, м	Диаметр каната, мм	Масса лебедки, кг
Т-68	10	180	150	11,0	290
Т-68А	10	180	150	11,0	268
Т-68Б(ТЛ-2)	12,5	110	100	11,0	140
ЛР-1,5	15	—	65	13,0	178
М-234	15	—	65	14,0	190
Т-69	30	200	150	17,5	560
Т-69Б	30	260	150	16,0	370
Т-69В(ТЛ-3)	32	150	100	16,5	220
Т-102	50	270	220	19,5	676
Т-102(ТЛ-5)	50	250	150	21,0	560

Таблица 101

Характеристика механических лебедок

Марка, индекс	Тяговое усилие, кН	Диаметр барабана, мм	Канатоемкость, м	Диаметр каната, мм	Мощность электродвигателя, кВт	Масса лебедки, кг
Т-66Г(ТЛ-16)	3,2	150	60	6,8	2,8	227
С-929(ТЛ-10)	5,0	219	80	7,7	2,8	230
Т-66В(ТЛ-15)	5,0	150	80	7,7	2,8	270
Т-66А	5,0	150	85	7,7	2,8	215
Т-109	10,0	210	80	11,0	7,0	610
ЛМ-1	10,0	200	60	9,3	2,8	175
Т-224Б	10,0	200	80	11,0	7,0	515
ЛМ-2,5	25,0	210	140	17,5	7,0	825
ЛМ-3	30,0	300	250	17,5	8,1	960

Таблица 102

Характеристика стреловых кранов

Марка крана	Грузоподъемность, т	Длина стрелы, м	Вылет крюка, м	Марка автомобиля или основного двигателя	Масса крана, т
Краны автомобильные					
К-46	4,0 6,0	6,2 7,35	2,5—5,5 3,6—6,5	ЗИЛ-130	7,6 11,7
К-61	3,0 6,3	11,75 7,5	4,6—9,0 3,3—6,5	МАЗ-200	11,85 12,2
К-64	3,0 6,3	11,75 8,4	4,6—9,0 3,5—7,0	МАЗ-500	12,4 10,2
К-67	3,0 6,3	12,4 8,0	5,2—11,0 3,3—7,0	МАЗ-500	11,9 8,9
КС-2561Д	3,7 2,0	12,0 12,0	4,1—11,0 5,5—12,0	ЗИЛ-130	9,1 9,1
Краны на гусеничном ходу					
МКГ-6,3	6,3—1,5	10,0	4,0—10,0	СМД-14 (55 кВт)	15,9
МКГ-10А	10,0—2,5	10,0	4,0—10,0	СМД-14 (55 кВт)	20,0
Гусеничные краны-экскаваторы					
Э-303Б	5,0—1,5	7,5	3,0—7,0	Д-48ЛС (37 кВт)	10,37
Краны на тракторах С-100 или С-80					
ТКЭ-58	5,0—1,5	10,2	8,0—2,6	—	19,5

автомобильные, на гусеничном ходу и на тракторах С-100 или С-80 (табл. 100—102).

В рыбохозяйственном строительстве для осуществления перевозок строительных материалов и грунтов как на строительной площадке, так и вне ее

используют следующие транспортные машины: автоцементовозы и автоцистерны для нефтепродуктов (табл. 103), гусеничные и колесные тракторы (табл. 104 и 105), автомобили-самосвалы (табл. 106), автомобили грузовые бортовые (табл. 107) и различные прицепы и полуприцепы (табл. 108).

Таблица 103

Характеристика автоцементовозов и автоцистерн для нефтепродуктов

Показатели	Автоцементовозы			Автоцистерны для нефтепродуктов	
	С-956	С-927	С-972	АЦ-1,9-51А	АЦ-4,2-130
Вместимость цистерны, л	3500	7500	11000	1900	4200
Грузоподъемность, т	3,2	8	13,5	—	—
Производительность, т/мин					
при загрузке	0,5	0,5	0,5	—	—
при выгрузке	1,0	1,0	1,0	—	—
Дальность подачи цемента, м					
по вертикали	5	25	25	—	—
по горизонтали	12	50	60	—	—
Габариты, мм					
длина	6080	9000	9255	5480	6566
ширина	2240	2350	2700	2100	2428
высота	2820	2900	3600	2130	2672
Тип базового автомобиля	ГАЗ-53Б	ЗИЛ-130В1	МАЗ-504	ГАЗ-51А	ЗИЛ-130

Таблица 104

Характеристика гусеничных тракторов

Показатели	Т-100М	Т-100МГП	Т-100МБГС Т-100МБГП	Т-4А	ДТ-75	Т-150
Рабочие скорости движения вперед, км/ч	2,36; 6; 45	3,78; 4,51; 10,13	2,36; 3,15; 4,51; 5,4	3,47; 4,03; 5,2; 7,37	5,15; 5,74; 7,1; 8,8	7,65; 8,62; 10,62 12,91
Ширина гусеницы, мм	500	500	970	420	390	390
Дорожный просвет, мм	391	391	391	333	326	300
Давление, МПа	0,047	0,049	0,027	0,04	0,044	0,046
Двигатель	Д-108	Д-108ГП	Д-108Б	А-01М	СМД-14	СМД-62
Мощность двигателя, кВт	78,8	78,8	78,8	94,9	54,75	109,5
Топливо (основное)	Дизельное.					

Таблица 105

Характеристика колесных тракторов

Показатели	«Кировец» К-700А	«Кировец» К-702	Т-150К	«Беларусь» МТЗ-82	«Беларусь» МТЗ-80
Диапазон скорости движения вперед, км/ч	3—32,5	2,3—41,2	8,53—29,12	2,01—33,4	2,01—33,4
Двигатель	ЯМЗ-238НБ	ЯМЗ-238НБ	СМД-62	Д-240	Д-240
Мощность двигателя, кВт	146,0	146,0	120,45	54,75	54,75
Топливо	Дизельное				

Таблица 106

Характеристика автомобилей-самосвалов

Показатели	ГАЗ-93А	ГАЗ-93Б	ГАЗ-САЗ-53Б	ЗИЛ-ММЗ-554
Полезная нагрузка, т	2,2	2,2	3,5	4
Тип двигателя	ГАЗ-51	ГАЗ-51А	ГАЗ-53	ЗИЛ-130
мощность, кВт	51,1	51,1	83,9	109,5
Вместимость платформы, м³	1,65	3,2	5—9	5—10
Направление разгрузки	Назад	Назад	На три стороны	
Время опрокидывания, с	15	15	20	15

Продолжение табл. 106

Показатели	ЗИЛ-ММЗ-555	ЗИЛ-ММЗ-555Г	ЗИЛ-ММЗ-555А
Полезная нагрузка, т	4,5	4,5	4,5
Тип двигателя	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130
мощность, кВт	109,5	109,5	109,5
Вместимость платформы, м³	3	3—4,25	3
Направление разгрузки	Назад	Назад	Назад
Время опрокидывания, с	15	15	15

Таблица 107

Характеристика бортовых грузовых автомобилей

Показатели	ГАЗ-51А	ГАЗ-52-03	ГАЗ-53А	ГАЗ-66-01; ГАЗ-66-02	ЗИЛ-130	ЗИЛ-131Г	ЗИЛ-157К	ЗИЛ-131	«УРАЛ-375Д»	МАЗ-500Д
Грузоподъемность шасси, кг	2840	3015	4545	2430	5600	5000	3350	4250	5300	8900
Полезная нагрузка, т	2,5	2,5	4	2	5	5	2,5	3,5	4,5	8
Полная масса буксируемого прицепа, т	2,5	2,5	4	2	8	8	3,6	4	5	12
Размеры кузова, мм										
длина	3070	3740	3740	3330	3752	4686	3570	3600	3900	4810
ширина	2070	2170	2170	2050	2326	2326	2090	2322	2430	2480
высота	610	543	680	890	575	575	355	346	887	605
База, мм	3300	3700	3700	3300	3800	4500	4225	3975	4200	3950
Колея, мм										
передних колес	1589	1577	1630	1800	1800	1800	1755	1820	2000	1970
задних колес	1650	1650	1690	1750	1790	1790	1750	1820	2000	1865
Двигатель										
тип	ГАЗ-51А	ГАЗ-52-01	ГАЗ-53	ГАЗ-66	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	ЗИЛ-157К	ЗИЛ-131	ЗИЛ-375	ЯМЗ-236
мощность, кВт	51,1	54,7	83,9	83,9	109,5	109,5	75,9	109,5	127,7	131,4

Таблица 108

Техническая характеристика автомобильных прицепов и полуприцепов

Показатели	Прицепы одноосные		Полуприцепы	Прицепы двухосные	
	ТАПЗ-755	ТАПЗ-755А	ЧМПАЗ-5524П	СМЗ-710Б	СМЗ-810А
Основной тяговый автомобиль	ГАЗ-66	ГАЗ-66	КрАЗ-258	ГАЗ-51А; ГАЗ-66	ЗИЛ-130; ЗИЛ-157К
Грузоподъемность, т	1,5	1,5	25,5	2,5	4,5
Колея, мм	1770	1520	1920	1590	1970
Тормоза	—	—	С пневмоприводом	С гидроприводом	С пневмоприводом
Максимальная скорость, км/ч	80	80	25—50	60	50
Масса прицепа, полуприцепа, кг	470	470	4500	1250	1900

Машины для бетонных работ

В гидротехническом строительстве для приготовления бетонных смесей применяют бетоносмесители гравитационного (табл. 109) и принудительного действия (табл. 110).

Наша промышленность выпускает стационарные и передвижные установки. Некоторые из них оборудованы скиповым подъемником сухих составляющих бетонной смеси.

Для уплотнения бетонных смесей применяют электровибраторы, которые по принципу действия подразделяют на поверхностные (табл. 111) и глубинные (табл. 112).

Основной узел вибрационного оборудования — вибрирующий элемент, передающий колебания уплотняемой пластичной массе. Вибрирующий элемент имеет различную форму, размеры и массу (вибровкладыш, вибросердечник, виброперегородка, виброплощадка).

Таблица 109

Характеристика бетоносмесителей гравитационного действия

Показатели	СБ-30 (С-739А) передвижной	СБ-15 (С-333Г)	СБ-16 (С-336Д)	СБ-10А (С-302И)	СБ-3 (С-230А)
Вместимость барабана по загрузке, л	250	500	500	1200	2400
Объем готового замеса, л	165	330	330	800	1600
Производительность, м³/ч	До 5	До 10	До 10	До 25	32
Угол опрокидывания барабана при выгрузке, град	45—50	52	52	55	60
Электродвигатель привода смесительного барабана					
тип	АО2-21-4	АО2-32-4	АО2-32-4	АО2-62-6	КО-32-6
мощность, кВт	1,1	3	3	13	25
частота вращения, об/мин	1400	1430	1430	950	960
Привод опрокидывания	Ручной	Гидравлический		Пневматический	
Масса, кг	800	1370	2000	3788	8050

Таблица 110

Характеристика бетоносмесителей принудительного действия

Показатели	СБ-80 со скиповым подъемником	СБ-35 (С-773)	СБ-62 (С-951)	СБ-93
Вместимость барабана по загрузке, л	250	500	1200	1500
Объем готового замеса, л	165	375	800	1000
Производительность, м³/ч	До 6,6	До 13,5	25,6	—
Электродвигатель				
тип	АО2-42-4	АО2-62-6	АО2-72-4	—
мощность, кВт	5,5	14	30	40
Масса, кг	1200	2000	4200	5000

Таблица 111

Характеристика поверхностных вибраторов

Показатели	Типоразмеры вибраторов				
	ИВ-35	ИВ-61	ИВ-21	ИВ-21А	ИВ-38А
Мощность трехфазного асинхронного двигателя, кВт	0,27	0,4	0,6	0,6	0,6
Частота колебаний, кол./мин	2800	1400	2800	2800	2800
Возмущающая сила, кН					
для продолжительного режима работы	1,6	3,15	5,0	5,0	10,0
для кратковременного повторного	2,0	5,0	8,0	8,0	16,0
Напряжение, В	220/380	220/380	220/380	36	220/380
Масса, кг, не более	15	31	30	30	85

Таблица 112

Характеристика глубинных вибраторов с гибким валом

Показатели	ИВ-17 (С-727)	ИВ-27 (С-802)	ИВ-47 (С-922)
Вибрирующий наконечник			
Наружный диаметр корпуса, мм	36	51	76
Система вибрационного механизма	Планетарная	Планетарная	Планетарная
Частота колебаний, кол./мин	20000	15000	10000
Длина рабочей части, мм	350	400	440
Масса, кг	1,8	4,2	8,0
Электродвигатель			
Тип	Трехфазный асинхронный с короткозамкнутым ротором		
Напряжение, В	36	36	36
Мощность, кВт	0,8	0,8	1,2
Частота вращения, об/мин	2800	2800	2800
Масса, кг	14	14	16,5
Гибкий вал			
Модель	В-122	В-122	В-126
Направление вращения	Правое	Правое	Правое
Диаметр сердечника гибкого вала, мм	13	13	16
Наружный диаметр брони, мм	33,6	33,6	39
Длина гибкого вала, мм	3300	3300	3350

Оборудование для изготовления арматуры

Для правки, резки и гнутья арматурной стали на заводах железобетонных изделий, в арматурных цехах и на строительных площадках используют различное оборудование с ручным и механическим приводом.

Для резки стали различного поперечного сечения толщиной или диаметром до 20 мм можно применять ручной станок СМ-3003.

Характеристика станка СМ-3003

Максимальное усилие на рычаге, Н	350
Максимальный размер разрезаемой стали, мм	
круглой	20
полосовой	8×50
Габариты станка, мм	
длина	590
ширина	120
высота	335
Масса, кг	35

Характеристика приводных станков для резки арматурной стали приведена в табл. 113.

Таблица 113

Характеристика приводных станков

Показатели	С-370	СМ-3002	С-445М
Максимальное усилие на ножах, кН	350	1900	1900
Диаметр разрезаемой стали, мм	До 40	32—40	40—70
Предел прочности на растяжение стали, МПа	470	600—900	600
Число резов в минуту	33	10—15	3—7
Масса, кг	445	450	1000

Для гнутья арматуры диаметром от 6 до 40 мм предназначен станок С-146. Станок состоит из каркаса, верхней плиты, рабочего диска, привода и приспособлений для гнутья. Частота вращения рабочего диска зависит от диаметра арматуры и колеблется от 14 до 3,7. Мощность электрического двигателя 3 кВт, тип двигателя АО 32-4. Масса станка 385 кг.

Для гнутья более тяжелой арматуры (от 40 до 90 мм) применяют станки С-564 (СГА-70) и С-565 (СГА-90). Обе конструкции выполнены по одной схеме и состоят из рамы, стола-шестерни, привода, механизма отсчета угла поворота стола-шестерни и сменных роликов (для получения различных радиусов сгиба прутков). Эти радиусы изменяются от 75 до 400 мм. Масса станка С-564 (СГА-70) 2087 кг, С-565 (СГА-90) — 2250 кг.

Оборудование для сварочных работ

При возведении гидротехнических сооружений из сборного железобетона и монтажа конструкций выполняют большой объем сварочных работ. Для сварочных работ применяют:

сварочные аппараты переменного тока для ручной дуговой сварки штучными электродами. Выпускают сварочные трансформаторы типа ТД в переносном (ТД-102 и ТД-306) и передвижном (ТД-300, ТД-500 и ТД-502) вариантах (табл. 114);

Таблица 114

Характеристика сварочных трансформаторов

Показатели	ТД-300	ТД-500	ТД-502	ТД-102	ТД-306
Номинальный сварочный ток, А	315	500	500	160	250
Пределы регулирования сварочного тока, А	0—365	100—560	100—560	55—175	90—300
Номинальное рабочее напряжение, В	32	40	40	26,4	30
Первичная мощность, кВА	20,5	32	26,5	11,4	19,4
КПД, % не менее	88	85	85	72	72
Габариты, мм	620×992×710	570×720×835	780×720×835	240×435×535	370×630×585
Масса, кг, не более	140	210	240	38	71

сварочные аппараты постоянного тока для ручной дуговой сварки. Выпускают сварочные выпрямители типа ВД передвижные с принудительным охлаждением (табл. 115), а также с генератором, который входит в состав преобразователя ПД-501;

для сварки тонких листов арматурной стали используют аппараты для точечной сварки (табл. 116).

Таблица 115

Характеристика сварочных выпрямителей

Показатели	ВД-306	ВД-502
Продолжительность цикла сварки, мин	5	10
Номинальный сварочный ток, А	315	500
Пределы регулирования сварочного тока, А	45—315	50—500
Номинальное рабочее напряжение, В	32,6	40
Напряжение холостого хода, В, не более	70	80
Первичная мощность, кВА, не более	21	42
КПД, %, не менее	70	69
Габариты, мм	765×735×772	550×805×1062
Масса, кг, не более	170	370
Нижний предел температуры воздуха, °С, во время работы	—40	—40
Напряжение сети, В	220 или 380	220 или 380

Характеристика преобразователя ПД-501

Нижний предел температуры окружающей среды, °С	—40
Продолжительность цикла сварки, мин	10
Номинальный сварочный ток, А	500
Пределы регулирования сварочного тока, А	125—500
Номинальное рабочее напряжение, В	40
Марка двигателя	АВ2-71-2-В
Мощность двигателя, кВт	30
Напряжение сети, В	220/380
Частота вращения, об/мин	2900
Масса, кг	545

Характеристика сварочных выпрямителей для ручной дуговой сварки. Генератор и двигатель находятся в одном корпусе на колесах.

Наша промышленность выпускает также сварочный генератор ГСО-300. Он входит в состав сварочных агрегатов с бензиновыми двигателями АСБ-300МУ1, АСБ-300-7У1, АДБ-309У1, АДБ-311У1 и с дизельными двигателями АСД-300МУ1, АДД-303У1, АДД-304У1, а также в состав преобразователей ПСО-300-2У2, ПСО-300-2Т2 и ПСО-315-МУ2. Все агрегаты предназначены для ручной дуговой сварки и резки металлов в полевых условиях.

Характеристика однофазных аппаратов для точечной сварки с радиальным ходом верхнего электрода приведена в табл. 116.

Таблица 116

Характеристика аппаратов для точечной сварки

Показатели	МТ-604	МТ-810	МТ-1214	МТ-1614
Напряжение сети, В	220 или 380	380	380	380
Мощность, А	14,8	20	50	85
Первичный ток, А	67 или 38,6	52,5	132	224
Сварочный ток, кА	6,3	8	12,5	16
Вылет электродов, мм				
максимальный	275	315	420	600
минимальный	200	200	250	350
Расстояние между электродами, мм				
максимальное	250	270	270	300
минимальное	150	150	150	180
Усилие сжатия электродов, Н	2000	3000	5000	6300
Диапазон свариваемых толщин стали, мм	0,2+0,2—2+2	0,25+0,25÷3+3	0,5+0,5÷4+4	0,5+0,5÷5+5
Габариты, мм				
длина	833	1083	1230	1340
ширина	452	410	430	430
высота	1237	1410	1574	1574
Масса, кг	200	325	440	540
Максимальная производительность при сварке деталей минимальных толщин и рабочем ходе 10 мм, число сварок в минуту	180	200	200	200
Расход охлаждающей воды, л/ч, не более	140	180	210	230

Оборудование для газовой сварки и резки

Ацетиленовые генераторы. Для разложения карбида кальция водой с целью получения газообразного ацетилена применяют ацетиленовые генераторы. По ГОСТ 5190—67 ацетиленовые генераторы подразделяют по производительности (в м³/ч ацетилена): 0,5; 0,75; 1,25; 3; 5; 10; 20; 40; 80; 160; 320; по способу устройства: передвижные и стационарные; по характеру взаимодействия карбида кальция с водой: КВ — карбид в воду; ВК — вода в карбид; ВВ — вытеснением воды; по рабочему давлению: низкого давления — до 0,01 МПа; среднего давления — от 0,07 до 0,15 МПа.

Температура воды и гашеной извести не должна превышать 80 °С, а получаемого ацетилена 115 °С.

Нормы выхода ацетилена (ГОСТ 1460—76), л/кг, приведены в табл. 117.

В табл. 118 дана характеристика ацетиленовых генераторов и станций.

Сварочные горелки. Это основной инструмент при газовой сварке. Для лучшего отвода тепла мундштук горелки изготовляют из теплостойких материалов — меди или хромистой бронзы. Сварку черных и цветных металлов производят ацетиленовыми горелками.

Горелка ГС-02 является инжекторной горелкой малой мощности. Ее применяют для сварки металла толщиной от 0,5 до 7 мм.

Горелка массой 0,5 кг снабжена четырьмя наконечниками.

Горелка 13-02 является инжекторной горелкой средней мощности. Горелка массой 0,9 кг снабжена тремя наконечниками.

Таблица 117

Нормы выхода ацетилена (ГОСТ 1460—76), л/кг

Размеры кусков, мм	Карбид кальция сорта	
	1	2
25/80	285	265
15/25	275	255
8/15	265	245
2/8	255	235
До 2	Не регламентируется	
Различные	275	265

Таблица 118

Характеристика ацетиленовых генераторов

Станция, установка	Производительность, м³/ч	Давление, МПа		Единовременная загрузка, кг	Грануляция, мм
		максимальное в корпусе	рабочее		
УАС-160ГР	160	0,01	0,008	600	—
УАС-80	80	0,01	0,008	300	—
УАС-40ГР	40	0,0044	0,001	240	15/25; 25/80
УАС-20Г	20	—	—	240	—
УСН-20-3	10	0,15	0,03—0,07	25	25/80
УСК-3	10	0,15	0,07	50	25/80
УСК-1	5	0,07	0,015—0,03	12—16	15/25; 25/80
УНВ-1,25	1,25	0,0025—0,003	0,0009—0,0012	4—5	25/80
АСВ-1,25	1,25	0,15	0,01—0,07	3	25/80

Керосиново-кислородная горелка ГКР-67 предназначена для сварки, наплавки и пайки черных и цветных металлов в полевых условиях. Она имеет 4 сменных мундштука и обеспечивает устойчивое горение пламени при расходе горючего 0,3—2,3 кг/ч и кислорода 0,5—3,2 м³/ч.

Горелку ГАО-2 применяют для огневой очистки металла от ржавчины и старой краски при давлении кислорода 0,2÷0,4 МПа, ацетилена не менее 0,01 МПа и расходе этого газа 2 м³/ч. Производительность очистки достигает 20 м²/ч и зависит от вида и толщины краски и ржавчины. Удельный расход газов на 1 м² очищаемой поверхности составляет 0,1—0,3 м³.

Горелку ГЭП-2 используют для сварки термопластических материалов (полиэтилена, полипропилена и др.) газовым теплоносителем. Она имеет нагревательный элемент мощностью 750 Вт и работает от сети напряжением 36 В. Теплоносителем служит азот или воздух, подаваемые к горелке под давлением от 0,1 до 0,5 МПа.

Для ручной кислородной резки используют резаки «Факел», «Пламя», «Маяк», РЗР-62, РУА-70, РУЗ-70, керосинорез РК-71. Резаки РУЗ-70 и РЗР-62 предназначены для кислородной резки с применением газов — заменителей ацетилена, резаки «Маяк», «Пламя», «Факел» и РУА-70 — для ацетилено-кислородной резки.

В табл. 119 дана характеристика резаков, работающих на горючих газах; в табл. 120 дана характеристика керосинореза.

Таблица 119

Характеристика резаков

Толщина разрезаемой стали, мм	Номер мундштука		Давление режущего кислорода по манометру редуктора, МПа	Расход, м³/ч			
	наружного	внутреннего		кислорода	ацетилена	пропана	природного газа
3—5	1	1	0,3	3	0,4	0,3	0,6
5—25	1	2	0,4	6	0,6	0,4	1,0
25—50	1	3	0,6	10	0,8	0,5	1,3
50—100	2	4	0,8	15	0,9	0,6	1,4
100—200	2	5	1,0	26	1,0	0,7	1,6
200—300	2	5	1,2	40	1,2	0,8	1,9

Таблица 120

Характеристика керосинореза

Показатели	Толщина разрезаемого металла, мм			
	до 20	20—50	50—100	100—200
Номер внутреннего мундштука	1	2	3	4
Давление, МПа				
кислорода	0,4—0,5	0,5—0,7	0,7—0,9	0,9—1,1
керосина в бачке	0,15—0,3	0,15—0,3	0,15—0,3	0,15—0,3
Расход				
кислорода, м³/ч	5,4—7,6	7,6—9,8	9,8—20,2	20,2—32,6
кислорода, дм³/м	134—423	423—1090	1000—3360	3360—7230
керосина, кг/ч	0,7—0,8	0,8—0,9	0,9—1,1	1,1—1,3
керосина, г/м	25—53	53—100	100—180	180—290
Скорость резки, мм/мин	450—300	300—150	150—100	100—75

В табл. 121 приведена характеристика аппаратов для сварки полимерных пленочных и листовых материалов.

Таблица 121

Характеристика аппаратов для сварки пленочных и листовых материалов

Характеристики	Аппараты					
	термоимпульсные			для сварки горячим воздухом		
Производительность, м/ч	15—20	15—20	15—20	16	30—40	60
Толщина свариваемой пленки, мм	<0,5	<0,4	<0,5	>1,0	>1,0	>1,0
Потребляемая мощность, кВт	0,3	0,2	0,5	0,43	0,8	—
Масса, кг	8,3	0,3	38,0	4,3	11,1	8,5
Индекс изделия	КТИ-31	—	ТСП1--0,5-360	СО-78	—	«Пчелка»

Электроинструмент

В настоящее время промышленность выпускает большое количество электрических инструментов, дающих наибольший экономический эффект при незначительных эксплуатационных расходах и стоимости. Это машины для сверления отверстий в различных материалах; машины для выравнивания поверхностей материалов; рубанки и пилы для обработки древесины; молотки и бетоноломы для проделывания борозд в перегородках, проемов в стенах; гайковерты для сборки и монтажа оборудования и ремонтных работ. В «Положении об организации инструментального хозяйства в строительстве» определены нормы и потребность в механизированном инструменте на основных строительных и отделочных работах.

В табл. 122 приведена характеристика ручного инструмента с электрическим приводом.

Таблица 122

Характеристика ручного инструмента

Механизмы	Модель	Главный параметр	Мощность, Вт	Напряжение, В	Масса, кг
Установка для сверления стеновых перегородок	ИЭ-1802	Диаметр сверления до 50 мм	600	220	25,2
Станок для сверления железобетона	ИЭ-1801	До 120 мм	2200	220/380	140
Сверлильная машина с двойной изоляцией	ИЭ-1020	6 мм	120	220	2
	ИЭ-1023	23 мм	400	220	6,5
Гайковерт прямой с двойной изоляцией	ИЭ-3108	16 мм	180	220	3,2
Резьборез с двойной изоляцией	ИЭ-3401	Диаметр резьбы 12 мм	400	220	7
Молоток	ИЭ-4206	Энергия удара, 3,9 Дж	270	220	8,3
	ИЭ-4212	10,0 Дж	270	220	12
Электробетонолом	ИЭ-4601	39,0 Дж	1200	220	20
Трамбовка	ИЭ-4501	Производительность по песку 3,5 м³/ч	600	220	21
	ИЭ-4503	6 м³/ч	270	220	14,5
Перфоратор	ИЭ-4701	Энергия удара, 0,1 Дж	400	220	14
	ИЭ-4702	0,3 Дж	1700	220	32,3
	ИЭ-4708	10,0 Дж	600	220	16
Пила дисковая	ИЭ-5102	Глубина пропила, 70 мм	600	220	10,5
	ИЭ-5102А	70 мм	600	36	10,5
Рубанок	ИЭ-5707	Ширина строгания, 100 мм	600	36	14,2
Бороздодел	ИЭ-6401	Глубина борозды до 200 мм	270	36	10,3
Заточный станок	ИЭ-9703	Диаметр круга 100 мм	180	220	16

Силовое оборудование, компрессоры, насосы

Рыбоводные предприятия, как правило, строят на неудобных площадях, вдали от населенных пунктов, строительных баз и линий электроснабжения. Однако с первых дней строительства для освещения, отопления, пуска насосов, бетоносмесителей и другой техники необходима энергия. Подключение строительной площадки к линиям государственной электрической сети на первых порах затруднено по организационным и техническим причинам. Поэтому применение передвижных электростанций в рыбохозяйственном строительстве во многих случаях оправдано и даже необходимо (табл. 123).

Таблица 123

Характеристика передвижных электростанций

Марка	Двигатель	Генератор					Масса электростанции, кг
		Марка	Мощность, кВт	Напряжение, В	Максимальный ток, А	Частота тока, Гц	
ЖЭС-65	КДМ-46	СГС-65/6	52	230	163	50	3350
ДЭС-60Р	Д-108-1	ЕСС-92-6М	50	230/400	—	50	3250
ДЭСМ-30	ДДС-4	ЕСС-82-4М	30	230/400	—	50	1840
ЖЭС-30	Д-40Р	СГС-30/6	24	230	75	50	2100
ПЭС-15Л	ГАЗ-320Б	МСА-72/4	12	230/400	—	50	700
АДПЭС-20-1	2410,5/13	ЕСС-62-4М	12	230/400	—	50	950
ПЭС-12М	ГАЗ4-320Б	ЧС-7	10,5	240	—	200	700
АБ-4Т/230	УД-2	ГАБ4-Т/230	4	230	12,5	20	270
АБ-4Т/230Ж	УД-2	ГАБ3--2Т/230Ж	3,2	230	10,2	50	190
АБ-2Т/230	УД-1	ГАБ2-Т/230	2	230	6,25	50	202
АБ-2Т/230Ж	УД-1	ГАБ1-6--Т/230Ж	1,6	230	5,1	50	125
«Дружба-А»	«Дружба-4»	Короткозамкнутый асинхронный	1,0	230	4,0	200	26

Компрессоры передвижные. Для работы любого пневматического инструмента, а в прудовом рыбоводстве и для аэрации воды в прудах необходим сжатый воздух. Поршневые и ротационные установки служат для сжатия воздуха до рабочих давлений. Характеристика передвижных воздушных компрессоров дана в табл. 124. При пользовании компрессором, особенно поршневым, следует помнить, что смесь сжатого воздуха и паров масла является взрывоопасной. Запрещается работать при отсутствии манометра или при неисправности его.

Таблица 124

Характеристика передвижных воздушных компрессоров

Тип	Подача, м³/мин	Рабочее давление, МПа	Частота вращения коленчатого вала, об/мин	Мощность двигателя, кВт	Масса, кг
С-768	0,05	0,3	1440	0,27 (АОЛ-31-4)	18
0,39А	0,25	0,7	800	2,8 (А-51-4)	112
0,16А	0,5	0,4	800	2,8 (А-51-4)	154
0,38М	0,5	0,7	850	4,5 (А-51-4)	185
ВКС-6	6,0	0,6	1240	54,7	600
К-9	9,0	0,7	860	73,0	1100
ВЦ-3/8	3,0	0,8	720	—	5000
ВЦ-6/4	6,0	0,4	7200	—	1250
К-5М	6,0	0,7	730	—	1350
К-9М	9,0	0,8	730	—	6100
НП-3Э (двухступенчатый)	3	0,7	730	—	1100
НП-3М	4,0	0,7	730	—	1200
ДК-9	9,0	0,8	730	—	5500

Водоотливные насосы. Их используют при осушении котлованов. Характеристика насосов приведена в табл. 125.

Таблица 125

Характеристика водоотливных насосов

Показатели	С-204	5НС-150/12	НЦС-2	НЦС-1
Двигатель	Электрический	Электродизельный	Бензиновый	Электрический
Марка двигателя	А-61	Т-62	УД-2	АО2-42
Подача, м³/ч	120	100	120	120
Мощность, кВт				
электродвигателя	7	—	—	7
двигателя	—	9,5	5,8	—
Частота вращения, об/мин	1500	1500	300	2890
Габариты, мм				
длина	1850	1800	1260	1260
ширина	550	920	665	665
высота	1200	1225	1050	1010
Масса, кг	560	865	290	260

Продолжение табл. 125

Показатели	С-569	С-374	С-247	СВ-262
Двигатель	Электрический		Бензиновый	
Марка двигателя	А2-61	АОЛ-2	УД-1	Д-300
Подача, м³/ч	250	24	35	35
Мощность, кВт				
электродвигателя	14	1,1	—	—
двигателя	—	—	3	4,4
Частота вращения, об/мин	1450	1410	2200	3000
Габариты, мм				
длина	1650	760	1200	872
ширина	720	416	550	498
высота	1250	730	1030	795
Масса, кг	480	96	240	145

Оборудование для понижения уровня грунтовых вод. Для производства работ в котлованах при высоком уровне стояния грунтовых вод необходимо понизить их уровень. Для этих целей можно использовать установку вакуумного водопонижения УВВ-2 и водопонизительную иглофильтровую установку ЛИУ-5.

Одноярусная установка УВВ-2 для осушения мелкозернистых грунтов способна понизить уровень грунтовых вод до 7 м от поверхности земли.

Техническая характеристика установки УВВ-2

Водопонижение установки, м³/ч	До 30
Потребляемая мощность, кВт	28
Масса, т	1,4

Для понижения уровня грунтовых вод в песчаных и супесчаных грунтах используют легкие иглофильтровые установки ЛИУ-5, состоящие из иглофильтров, всасывающих коммуникаций и двух насосных установок № 1 и 2. Каждая из этих установок предназначена для различных гидрогеологических условий работы.

Техническая характеристика установок

	№ 1	№ 2
Подача, м³/ч	60	До 140
Мощность двигателя, кВт	10	20
Масса насосного агрегата, кг	350	670
Полный напор Н, м	24	35

Насосная установка № 2 рассчитана на более универсальные и сложные условия работы. Длина всасывающей линии может достигать 100—200 м.

Легкие иглофильтровые установки состоят из нескольких трубчатых иглофильтров длиной до 7—9 м, общего коллектора — водосборной трубы с патрубками, расположенными на коллекторах через 0,75 м, и насосов для откачки воды. К патрубкам присоединены трубы иглофильтров. Нижний конец трубы иглофильтра устроен так, что позволяет погружать иглофильтры в грунт без бурения скважин методом подмыва.

Верхние части погруженных в грунт иглофильтров присоединяют к патрубкам общего коллектора. Каждая установка обслуживает участок длиной 80—100 м.

Легкие иглофильтровые установки используют для понижения уровня грунтовых вод до глубины 5,5 м в несвязных и малосвязных грунтах с коэффициентом фильтрации $K_ф = 1—40$ м/сут. В грунтах с плохой водоотдачей при

$K_ф = 0,1—1$ м/сут применяют вакуумные иглофильтровые установки, которые эффективны до глубины водоподъема 5,5 м.

Более низкие горизонты водоносных слоев грунта (до глубин 10—18 м) осушают при помощи эжекторных иглофильтровых установок. Иглофильтровые установки можно располагать в один, два или три яруса.

Машины для эксплуатационных работ

Для очистки каналов от наносов (заиления) и растительности широко используют следующие механизмы.

Каналоочиститель Д-490М. Каналоочиститель предназначен для очистки русел мелких каналов. Он имеет два сменных рабочих органа: скребковый и фрезерный (роторный). Фрезерный рабочий орган служит для очистки дна каналов от наносов и ила, скребковый — для очистки, восстановления и планирования откосов.

Техническая характеристика Д-490М

Базовое шасси	Трактор ДТ-55АС2
Максимальная производительность, м³/ч	
скребковым рабочим органом	63
фрезерным рабочим органом	32
Глубина обрабатываемых каналов, м, при заложении откосов	
1:1,5	До 0,9
1:1,25	До 1,2
1:1	До 1,5
Мощность двигателя трактора-тягача, кВт	40
Масса, т	8,3
Удельное давление на грунт, МПа	0,03

Работа скребковой цепи как землеройного органа наиболее эффективна на торфяных и рыхлых минеральных грунтах, лишенных дернового покрова. На заполненных водой и заросших каналах с большой плотностью стеблей кустарника скребковую цепь использовать нельзя. Ею осуществляют планировку откосов канала, очищают бермы, разравнивают кавальеры.

Наиболее благоприятными условиями для работы фрезы являются: уровень воды в канале, равный 15—25 см, наименьшая плотность наносов, а также отсутствие растительности, корней и камней. В этом случае лопатки-ножи интенсивно подрезают слой наносов и выбрасывают пульпу на расстояние 8—12 м от бровки канала. В сухих минеральных грунтах фрезерный рабочий орган применять нельзя.

Каналоочиститель КОБ-1,5. Он предназначен для очистки и восстановления каналов глубиной до 1,5 м, шириной по дну 0,4—0,8 м и заложением откосов до 1 : 1,5.

В качестве рабочих органов применяют две фрезы, работающие одновременно. Фреза с осью, перпендикулярной откосу, обрабатывает от наносов и растительности откосы канала и частично дно. Фреза с осью, параллельной откосу (ротор), очищает от наносов и растительности дно канала.

Техническая характеристика КОБ-1,5

Тип машины	Навесная на трактор Т-100 БГС-2
Производительность, м³/ч	90
Привод рабочих органов	Гидравлический
Мощность двигателя трактора-тягача, кВт	72,7
Масса, т	17,0
Удельное давление на грунт, МПа	0,036

Полную очистку канала (оба откоса и дно) выполняют за два или более проходов машины. При больших наносах или значительной деформации сечения

канала переходят на многопроходную обработку русла. Камни диаметром 60—80 мм, как правило, выбрасываются вместе с грунтом и не наносят повреждения рабочему органу. Однако камни больших размеров и другие предметы убирают из канала до прохода машины.

Целесообразно применять каналоочиститель КОБ-1,5 при ведении работ по капитальному ремонту и реконструкции каналов в торфяных и минеральных грунтах I категории.

Роторная косилка МСР-1,2. Ее навешивают на гусеничный трактор ДТ-55. Она состоит из диска диаметром 1,7 м, снабженного 16 ножами. Привод рабочего органа гидравлический. Косилка скашивает и удаляет растительность с откосов каналов глубиной до 1,2 м.

Техническая характеристика роторной косилки МСР-1,2

Техническая производительность, га/ч	0,2
Ширина захвата, м	1,7
Высота среза растительности, мм	85
Рабочие скорости, км/ч	1,63; 2,11; 2,47; 2,85
Общая масса машины, кг	7280

Рабочий орган косилки скашивает любую растительность, кроме кустарника с толщиной стебля свыше 15 мм.

Диск диаметром 1,7 м позволяет скашивать растительность с откосов канала глубиной до 1,2 м и заложением откосов 1 : 1 за один проход. На каналах с заложением 1 : 1,5 растительность скашивают за два прохода.

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ

Культуртехнические и земляные работы

Основные правила производства культуртехнических и земляных работ

Культуртехнические работы. При подготовке площадки под строительство рыбоводных предприятий выполняют культуртехнические работы: расчистку территории от древесно-кустарниковой растительности, корчевку пней и выравнивание поверхности. Наиболее трудоемким является удаление древесно-кустарниковой растительности.

Технология расчистки земель от древесно-кустарниковой растительности (см. ниже) обеспечивает поточное производство всего комплекса работ в течение одного года с сохранением почвенного плодородия.

Срезка и валка кустарника и мелколесья в зимний период	Кусторезы КБ4А, ДП-4, ДП-24. Бульдозеры ДЗ-17А, ДЗ-27, ДЗ-25, УБКС-1005. Агрегат для заточки ножей кусторезов и электросварочных работ
Срезка и разделка крупных деревьев	Бензомоторная пила «Дружба». Тракторы Т-74, Т-75
Сгребание срезанной и сваленной лесокустарниковой растительности в зимний период	Тракторные грабли МУК-4 уширенные (шестизубые). Корчеватели-собиратели Д-695
Сжигание собранной в кучи (валы) лесокустарниковой растительности в ранневесенний период	Факельно-форсуночное приспособление к трактору Т-74

Корчевка крупных пней со сборкой их после подсушки	Корчеватели-собиратели. Тракторные волокуши
Сплошная корчевка пней на площадях со срезанной лесокустарниковой растительностью	Корчевальная борона с гидравлическим управлением
Сборка пней и древесно-корневых остатков	Тракторные грабли МУК-4. Подборщик-перетряхиватель на базе погрузчика ПБ-35
Сжигание пней и древесно-корневых остатков	Факельно-форсуночное приспособление к трактору Т-74. Отработанные и не подлежащие регенерации горюче-смазочные материалы
Вспашка и дискование расчищенных площадей	Прицепные и навесные плуги ПКБ-75, ПБН-75, ПБН-100. Тяжелые дисковые бороны БДНТ-2,2, БДТ-2,2, БДТ-2,5А
Сборка мелких корневых и древесных остатков и их сжигание	Широкозахватные тракторные грабли разных конструкций с гидравлическим управлением. Отработанные и не подлежащие регенерации горюче-смазочные материалы
Планировка расчищенных площадей	Бульдозеры ДЗ-17А, ДЗ-27, ДЗ-25. Грейдеры ДЗ-6А, ДЗ-1 с удлинителями ножа. Скреперы ДЗ-20, ДЗ-12. Планировщики П-4, П-719, П-2,8

Земляные работы. Строительство рыбоводных хозяйств сопряжено с выполнением большого объема земляных работ при возведении насыпей (плотин, дамб), разработке выемок и засыпке понижений в ложе прудов.

Усредненный объем земляных работ по насыпям характеризуется следующими данными (в м³/га): 3500—5000 в прудовых рыбопитомниках, 2000—3500 в полносистемных прудовых рыбоводных хозяйствах и 1000—3000 в нагульных прудовых рыбхозах. При рытье сбросных и рыбосборно-осушительных каналов объем земляных работ составляет 300—500 м³/га. При выборочной планировке ложа рыбоводных прудов объем засыпок составляет 150—500 м³/га.

Уровень механизации земляных работ в рыбохозяйственном строительстве достаточно высок. Однако степень механизации земляных работ при выполнении небольших объемов работ и в труднодоступных местах еще низка.

К производству земляных работ приступают только после геодезической разбивки сооружений в плановом и высотном отношении. Порядок и способы производства земляных работ устанавливают проектом. До начала земляных работ следует закончить устройство водоотвода, при необходимости провести мелиоративные мероприятия по водоотливу или понижению уровня грунтовых вод. Перебор грунта ниже проектных отметок заложения фундаментов и других подземных сооружений не допускается. При производстве земляных работ не допускаются загрязнения сельскохозяйственных и других земель производственными и другими отходами, а также сточными водами. При производстве и приемке земляных работ необходимо руководствоваться требованиями СНиП III—8—76, СНиП III—45—76, СНиП III—4—79.

Строительные свойства грунтов

Зерновой состав. Зерновой состав грунтов (размер частиц в мм) приведен ниже.

Валуны и камни	400—100
Галька и щебень	100—10
Гравий	10—2
Песок	2—0,1
Пыль	0,1—0,005
Глина	0,005

Объемная масса скелета грунта (плотность, т/м³) наиболее распространенных видов приведена ниже.

Гранит	2,3—2,7
Известняк (разный)	1,95—2,15
Песчаник (разный)	2,0—2,65
Песок кварцевый	1,43—1,86
Супесь аллювиальная	1,49—1,65
Суглинок аллювиальный	1,49—1,63
Глина аллювиальная	1,44—1,71
Торф	0,5—0,8

Пористость и коэффициент пористости. Для количественной оценки объема, занимаемого в грунте порами, служат два показателя — пористость и коэффициент пористости (табл. 126).

Таблица 126

Пористость и коэффициент пористости некоторых видов грунта

Грунт	Пористость, %	Коэффициент пористости
Песчаник (разный)	2—40	0,20—0,67
Песок аллювиальный	38—42	0,61—0,72
Супесь	39—43	0,64—0,75
Суглинок аллювиальный	36—44	0,56—0,79
Глина	40—60	0,67—1,5
Ил	60—90	1,5—9

Влажность. При содержании воды до 5 % грунты относят к сухим, от 5 до 30 % — к влажным и более 30 % к мокрым грунтам.

Уплотнение грунта в качественных насыпях производится при оптимальной влажности W_o. Ориентировочное значение оптимальной влажности укладываемого грунта принимают:

для связных грунтов и сильно пылеватых мелкозернистых песков

$$W_o = (0,98 - 0,99)\, W_p;$$

для несвязных грунтов

$$W_o = (0,74 - 0,75)\, W_т,$$

где W_p — влажность грунта на пределе раскатывания в проволоку; $W_т$ — влажность грунта на пределе текучести.

В процессе разработки грунт разрыхляется и первоначальный его объем возрастает. Разрыхляемость грунта определяют по величине коэффициента первоначального разрыхления $K_{п.р}$ (для грунтов, пролежавших в отвале менее 6 мес и не подвергавшихся механическому уплотнению) или коэффициента остаточного разрыхления $K_{о.р}$ для грунтов, подвергавшихся механическому уплотнению или пролежавших в отвале более 6 мес (см. ниже).

	$K_{п.р}$	$K_{о.р}$
Песок и супесь без примеси	1,08—1,17	1,01—1,025
Мелкий и средний гравий, растительный грунт с примесями, лесс нормальной влажности, песок с примесями щебня и гравия, легкий и лёссовидный суглинок, супесь с примесью гравия и щебня	1,14—1,28	1,015—1,05
Торф	1,20—1,30	1,03—1,04
Глина мягкая, жирная, лёсс сухой, суглинок тяжелый	1,24—1,30	1,04—1,07
Галька крупная, глина ломовая, моренная, сланцевая, суглинок с примесью щебня и гравия, суглинок тяжелый с примесью щебня и гравия	1,26—1,32	1,06—1,09
Скальные разрыхленные грунты	1,45—1,50	1,20—1,30

Углы естественного откоса грунтов в разрыхленном состоянии в зависимости от влажности приведены в табл. 127.

Таблица 127

Углы естественного откоса грунта в разрыхленном состоянии

Наименование грунтов	Состояние грунтов		
	Сухие		Влажные
	Уклон откоса, град	Отношение высоты к заложению	Уклон откоса, град
Растительная земля	40	1:1,2	35
Песок			
крупный	30—35	1:1,75—1,4	32—40
средней крупности	28—30	1:1,9—1,75	35
мелкий	25	1:2,15	30—35
Суглинок	40—50	1:1,2—0,85	35—40
Глина жирная	40—45	1:1,2—1	35
Гравий	35—40	1:1,4—1,2	35
Торф без корней	40	1:1,2	25

Продолжение табл. 127

Наименование грунтов	Состояние грунтов		
	Влажные	Мокрые	
	Отношение высоты к заложению	Уклон откоса, град	Отношение высоты к заложению
Растительная земля	1:1,4	25	1:2,15
Песок			
крупный	1:1,6—1,2	25—27	1:2,15—2
средней крупности	1—1,4	25	1:2,15
мелкий	1:1,75—1,4	15—20	1:3,75—2,75
Суглинок	1:1,4—1,2	25—30	1:2,15—1,75
Глина жирная	1:1,4	15—20	1:3,75—2,75
Гравий	1:1,4	30	1:1,75
Торф без корней	1:2,15	15	1:3,75

Распределение грунтов по группам в зависимости от способа разработки приведено в табл. 128, удельные давления строительных машин на грунт — в табл. 129.

Таблица 128

Группы грунтов при различных способах разработки

Способ разработки	Грунты		
	несвязные и связные, разрабатываемые без рыхления	очень плотные, связные и полускальные, требующие рыхления	скальные, разрабатываемые только после рыхления
Вручную	I—III	IV	V—XI
Землеройными машинами			
экскаваторами	I—III	IV—VI	VI
землеройно-транспортными	I—III	—	—
Гидромеханизацией	I—VI	—	—

Таблица 129

Удельное давление основных типов строительных машин на грунт, МПа

Машины	Ходовое оборудование	Удельное давление на грунт
Одноковшовые экскаваторы		
общестроительные		
$q = 0,15—0,4$ м³	Гусеницы	0,035—0,04
$q = 0,5—1,25$	»	0,065—0,088
мелиоративные и торфяные		
$q = 0,25—0,65$ м³	Уширенные гусеницы	0,015—0,020
общестроительные колесные		
$q = 0,15—0,5$ м³	Пневматические шины	0,50—0,55
Прицепные скреперы	» »	0,40—0,60
Бульдозеры на тракторах мощностью		
39,69 кВт	Гусеницы	0,022
55,12—220,65 кВт	»	0,041—0,057

Механизированная разработка грунта

Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами. Рабочее оборудование одноковшовых экскаваторов используют в зависимости от характера выполняемых работ: прямую лопату — для разработки грунта, находящегося выше уровня стоянки экскаватора; обратную лопату — для разработки грунта, расположенного ниже уровня стоянки экскаватора (в основном при рытье траншей и небольших котлованов); драглайн — для разработки грунта, расположенного ниже уровня стоянки экскаватора, в основном при рытье каналов, отсыпке насыпей, расчистке русел рек, на вскрышных работах и т. п.

В табл. 130 показана область применения рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов.

В зависимости от месячного объема земляных работ выбирают соответствующую вместимость ковша экскаватора.

Месячный объем земляных работ, тыс. м³	Вместимость ковша, м³
Не менее 20	0,65
20—60	1—1,25
60—100	2
Свыше 100	2—4

Таблица 130

Область применения рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов

Рабочее оборудование	Вместимость ковша, м³, при разработке грунта группы		Вид работ	Условия работ
	I—III	IV—VI		
Прямая лопата	От 0,15 до 2,0	От 0,5 до 5,0	Разработка котлованов, резервов, траншей с погрузкой грунта в транспорт и в незначительном количестве с укладкой в отвал	При уровне грунтовых вод ниже подошвы разработки. При уровне грунтовых вод выше разработки с применением водоотлива или водопонижения
Обратная лопата	От 0,15 до 0,65	От 0,5 до 1,6	Рытье траншей, небольших котлованов с погрузкой грунта в транспорт и укладкой в отвал	Независимо от уровня грунтовых вод. При притоке воды, препятствующем производству работ с водопонижением или водоотливом
Драглайн	От 0,25 до 2,0	От 0,5 до 2,0	Разработка котлованов, траншей и каналов при работе по возведению насыпей из резервов, при добыче песка и гравия из-под воды с укладкой грунта в отвал и погрузкой в транспорт	То же

Грузоподъемность автосамосвалов (табл. 131) назначают в зависимости от вместимости ковша экскаватора и дальности транспортировки грунта.

Таблица 131

Рекомендуемая грузоподъемность автосамосвалов, т

Дальность транспортировки грунта, км	Вместимость ковша экскаватора, м³						
	0,4	0,65	1,0	1,25	1,6	2,5	4,6
0,5	4,5	4,5	7	7	10	—	—
1,0	7,0	7	10	10	10	12	27
1,5	7,0	7	10	10	12	18	27
2,0	7,0	10	10	12	18	18	27
3,0	7,0	10	12	12	18	27	40
4,0	10,0	10	12	18	18	27	40
5,0	10,0	10	12	18	18	27	40

Основными схемами производства работ экскаваторами являются боковая и лобовая.

При боковой схеме разработки грунта с продольными боковыми забоями ось перемещения экскаватора находится за пределами разрабатываемого

массива. Экскаватор, разрабатывая грунт, перемещается параллельно оси забоя, отсыпает его в отвалы или грузит в транспортные средства сбоку экскаватора параллельно оси его движения. По этой схеме разрабатывают грунт экскаваторами, оборудованными прямой лопатой, при работе в карьерах или рытье котлованов, а также экскаваторами, оборудованными обратной лопатой или драглайном при рытье траншей, каналов и отсыпке дамб из резервов.

При боковой схеме разработки грунта наиболее полно используются рабочие параметры экскаваторов и повышается их производительность за счет уменьшения угла поворота стрелы для погрузки грунта в транспортные средства или отсыпке в отвал.

Лобовую схему разработки грунта в карьерах или выемках применяют при крутых склонах, не допускающих устройства подъездных путей выше уровня стоянки экскаватора, в основном при рытье каналов водоподающей и сбросной сетей прудовых хозяйств, прокладке трубопроводов и т. п. В этом случае экскаватор перемещается по оси забоя. Грунт грузят в транспортные средства или в отвал при нешироких выемках (каналов, траншей).

В лобовых забоях наиболее эффективно работают экскаваторы, оборудованные обратной лопатой или драглайном, так как при этих видах рабочего оборудования забой находится ниже уровня стоянки экскаватора, что позволяет отсыпать грунт в отвал или грузить в транспортные средства с наименьшим углом поворота стрелы.

В табл. 132 приведена производительность экскаваторов с прямой лопатой и драглайном.

Для повышения производительности экскаваторов рекомендуется ковш прямой лопаты загружать в основном в нижней части забоя на участке от его подошвы до уровня напорного вала стрелы, что способствует большему усилию резания; применять ковши увеличенной вместимости при работе на легких грунтах; грунт из ковша высыпать с наименьшей высоты во избежание поломки автосамосвалов.

Таблица 132

Производительность экскаваторов, м³ в смену

Группа грунта	Прямая лопата при вместимости ковша, м³			Драглайн при вместимости ковша, м³				
	0,25—0,3	0,5—0,65	0,8	0,25	0,35	0,5	0,65	0,8
Разработка грунта с погрузкой в транспортные средства								
I	150—175	340—440	520	150	210	320	410	500
II	125—140	275—360	410	115	165	260	340	420
III	82—105	220—285	350	75	120	200	260	320
IV	—	155—205	240	—	—	135	185	235
V	—	115—150	180	—	—	100	135	170
VI	—	96—130	155	—	—	85	110	135
Разработка грунта с отсыпкой в насыпь или отвал								
I	190—220	410—540	650	190	260	400	520	620
II	115—180	350—455	520	145	210	320	420	520
III	105—130	275—360	440	95	150	250	320	400
IV	—	195—260	310	—	—	170	230	290
V	—	145—195	230	—	—	125	165	200
VI	—	120—160	195	—	—	105	140	175

Разработка грунта скреперами. При строительстве земляных гидротехнических сооружений, особенно при возведении дамб, используют скреперы с ковшом вместимостью 3 м³ и более.

Загрузку ковша скрепера производят при первой передаче трактора, когда он развивает наибольшее тяговое усилие. Глубина резания зависит от природы грунта (табл. 133). При недостаточной мощности трактора полностью заполнить ковш невозможно. В таких случаях используют толкач (табл. 134). Трактор-

Таблица 133

Наибольшая толщина стружки, срезаемой скрепером

Вместимость ковша скрепера, м³	Мощность трактора, кВт		Толщина стружки, м, в грунтах			
	Тягач	Толкач	песке	супеси	суглинке	глине
2,75	39,69	39,69	0,15	0,12	0,1	0,07
6,0	73,5	58,8	0,2 / 0,3	0,15 / —	0,12 / 0,2	0,09 / 0,14
10,00	102,0	73,5	0,3 / —	0,2 / —	0,18 / 0,25	0,14 / 0,18
15,00	176,4	102,9	0,35 / —	0,25 / —	0,21 / 0,3	0,16 / 0,22

Примечание. В числителе дана максимальная толщина стружки при работе скрепера без толкача, в знаменателе — с толкачом.

толкач, упираясь в буфер скрепера, помогает тягачу перемещать скрепер до полной загрузки его ковша, благодаря чему уменьшается длина пути и продолжительность набора грунта.

Транспортировать груженые скреперы следует по ровной и уплотненной поверхности. Неровная рыхлая поверхность дороги требует больших тяговых

Таблица 134

Число скреперов (минимально рекомендуемое), обслуживаемых одним трактором-толкачом

Расстояние перемещения грунта, м	Вместимость ковша скреперов, м³			
	прицепных		самоходных	
	до 6	8—10	8—10	15
100	2	2	—	—
250	4	3	2	—
500	5	4	3	4—5
750	—	6	4	7—8
1000 и более	—	—	6	9—12

усилий трактора, уменьшает его скорость, увеличивает расход горючего. В табл. 135 приведены наибольшие уклоны дорог.

Грунт разгружают на прямом участке пути при малой скорости. Перед началом разгрузки трактор с транспортной скорости переводят на первую или вторую передачу, заслонку поднимают и ковш наклоняют для разгрузки. Слой грунта разравнивают ножом ковша при высыпании.

Толщину разгружаемого слоя регулируют путем опускания ковша (табл. 136).

Таблица 135

Наибольшие уклоны землевозных дорог для скреперов

Тип скрепера	Направление	
	с грузом	без груза
Прицепной	0,15 / 0,25	0,17 / 0,3
Самоходный	0,12 / 0,2	0,15 / 0,25

Примечание. В числителе указаны подъемы дорог, в знаменателе — уклоны спусков.

Скреперы в зависимости от расположения забоев и мест отсыпки грунта движутся по различным схемам. Схему движения скрепера выбирают, руководствуясь следующими требованиями. Забой должен быть такой длины, чтобы ковш скрепера загружался полностью. Длина фронта разгрузки должна обеспечивать разгрузку ковша. Число поворотов, подъемы в загруженном состоянии и спуски должны быть уменьшены до предела.

Таблица 136

Наибольшая толщина слоя грунта, выгружаемого скрепером, и дорожный просвет под ножами скрепера

Параметр	Вместимость ковша скрепера, м³			
	3	6—8	10	15
Максимальная толщина слоя выгружаемого грунта	—	0,35	0,4—0,5	0,4—0,5
Дорожный просвет под ножами скрепера в транспортном положении	0,23	0,5	0,55	0,55

Наиболее распространенными схемами разработки грунта скреперами являются приведенные в табл. 137.

Производительность скреперов зависит от дальности транспортировки грунта. (табл. 138).

Таблица 137

Схемы движения скреперов и область их применения

Схема движения скрепера	Максимальная высота или глубина земляного сооружения, м	Область применения
По зигзагу	2,5—6,0	Возведение насыпей из грунтов односторонних или двусторонних резервов при длине участка работ 200 м и более
	2,5—6,0	Разработка выемок с укладкой грунта в односторонний или двусторонний кавальер при длине участка работ 200 м и более
По эллипсу	4,0—5,0	Возведение насыпей из грунтов односторонних резервов при длине участка работ до 100 м; планировочные или вскрышные работы с поперечной разработкой грунта
	4,0—7,0	Разработка выемок с укладкой грунта в насыпь или кавальер при длине участка работ до 100 м
	1,0—1,5	Планировочные или вскрышные работы с продольной разработкой грунта
По восьмерке	4,0—6,0	Возведение насыпей из грунтов боковых резервов при длине участка работ до 200 м
	4,0—6,0	Разработка выемок с укладкой грунта в насыпь или кавальер при длине участка работ до 200 м
	1,0—1,5	Планировочные или вскрышные работы
По спирали	2,0—2,5	Возведение широких насыпей из грунтов двусторонних резервов
	2,0—2,5	Разработка широких выемок с укладкой грунта в кавальеры
Челночно-поперечная	4,0—6,0	Разработка выемок с укладкой грунта в двусторонние отвалы при ширине выемки не менее длины пути набора ковша
	1,0—1,5	Планировочные или вскрышные работы
Челночно-поперечная	4,0—6,0	Возведение насыпей из грунтов двусторонних резервов
	4,0—6,0	Разработка выемок с укладкой грунта в двусторонние отвалы

Производительность скреперов повышают за счет следующих мероприятий. Набор грунта производят под уклон до 4°, так как при этом используется сила тяжести и инерции агрегата. Применяют трактор-толкач, который позволяет полностью использовать вместимость ковша скрепера при наборе грунта. Оставляют гребень шириной 140—180 см между двумя проходами скрепера и при последующем проходе забирают грунт с этого гребня. Выбирают оптимальную толщину стружки при наборе грунта (для песчаных и супесчаных грунтов 15—25 см, для плотных связных — 10—12 см). Плотные грунты предварительно рыхлят на толщину снимаемой скрепером стружки.

Эти мероприятия способствуют сокращению времени резания и полной загрузке ковша скрепера.

Разработка грунта бульдозерами. Бульдозеры применяют для возведения насыпей (дамб) высотой до 2 м из грунта боковых резервов, разработки выемок и котлованов, планировки площадок и разравнивания отсыпанного грун-

Таблица 138

Производительность, м³/смену, скреперов при разработке и перемещении грунта

Дальность транспортировки грунта, м	Вместимость ковша скрепера, м³									
	3		до 6—8		10			15		
	Характер грунта									
	легкий	средний	легкий	средний	легкий	средний	тяжелый	легкий	средний	тяжелый
50	360	295	750	620	—	—	—	—	—	—
100	245	205	555	470	720	800	700	940	980	880
200—250	150	130	365	315	480	500	450	610	650	580
300	105	95	270	235	—	—	—	—	—	—
400	85	75	215	190	—	—	—	—	—	—
500	70	60	180	160	330	360	320	415	455	415
600	58	52	155	135	—	—	—	—	—	—
700	50	45	135	120	—	—	—	—	—	—
800	—	—	120	105	—	—	—	—	—	—
1000	—	—	98	88	200	215	190	255	270	255
1200	—	—	82	74	—	—	—	—	—	—
1400—1500	—	—	71	60	135	145	135	175	190	175
1600	—	—	63	54	—	—	—	—	—	—
2000	—	—	—	—	105	120	105	135	150	135
3000	—	—	—	—	72	80	72	96	104	96
5000	—	—	—	—	40	48	40	56	64	56

та в насыпях, засыпки траншей, котлованов и ям. При дальности перемещения до 50—70 м бульдозеры используют для производства вскрышных работ в карьерах и срезки растительного грунта в основании насыпей.

Кроме того, бульдозеры широко используют как вспомогательные машины в комплексе с экскаваторами и скреперами.

При комплексной работе со скреперами на отсыпке грунта из боковых резервов бульдозеры следует применять для отсыпки нижней части насыпи (дамбы) на высоту до 1—1,5 м.

Использование бульдозеров для перемещения грунта на расстояние свыше 30 м малоэффективно из-за больших потерь грунта в пути.

Производительность бульдозера в основном зависит от дальности перемещения грунта (табл. 139), объема грунта, сохраняемого на отвале к концу рабочего хода, а также скоростей рабочего и холостого ходов.

Производительность бульдозера повышают за счет применения гребенчатой схемы резания грунта в забое (по сравнению с обычной схемой резания). Кроме того, применяют способ резания грунта под уклон (при этом высвобождается часть тягового усилия трактора, используемого на большую глубину резания и скорость перемещения). Устраивают козырьки и открылки для увеличения емкости отвала и уменьшения потерь грунта при транспортировке. Возвращают бульдозер на переднем ходу с высокой скоростью при перемещении грунта на расстояние свыше 50 м. Устраняют потери грунта при траншейном методе работы (бульдозер по одному следу делает ряд проходов, срезая грунт, затем при перемещении грунта по образовавшейся траншее потери его исключаются).

Разработка грунта грейдерами. Грейдеры и автогрейдеры применяют для профилирования и планировки поверхности земляного полотна дорог, устройства корыта для дорожного покрытия, возведения дамб и насыпей высотой до 1 м, нарезки кюветов, нагорных канав, водоподающих и сбросных каналов глубиной до 0,8 м, планировки откосов насыпей и выемок, устройства дорожных покрытий путем смешения битуминозных и каменных материалов и т. д.

Работа грейдеров и автогрейдеров, несмотря на конструктивные различия,

Таблица 139

Производительность бульдозеров при разработке и транспортировке грунтов на расстояние до 100 м (м³/смену)

Дальность перемещения, м	Бульдозеры на базе тракторов мощностью 58,8—73,5 кВт			Бульдозеры на базе тракторов мощностью 39,69—55,12 кВт		
	Группа грунтов					
	I	II	III	I	II	III
10	1050	820	680	525	390	310
20	650	520	435	295	220	175
30	470	380	320	205	155	125
40	370	300	255	160	115	95
50	305	250	210	130	95	78
60	255	210	180	100	80	65
70	225	185	155	93	68	57
80	200	165	140	82	61	47
90	175	145	125	74	55	44
100	160	130	110	66	49	40

Примечания: 1. При возведении насыпей из боковых резервов высотой 0,5—0,75 м производительность бульдозеров следует умножить на 1,05—1,1, при высоте насыпи до 1,5 м — умножить на 0,9—0,85.

2. При планировке поверхностей со срезкой неровностей до 15 см производительность бульдозеров мощностью 58,8—73,5 кВт равна 19,5—20,5 тыс. м² в смену; бульдозеров мощностью 39,69—55,12 кВт—13,5 тыс. м² в смену.

в основном аналогична и состоит из ряда последовательных двусторонних проходов машин. Число проходов зависит от поперечного профиля земляного сооружения, типа грейдера и плотности грунта.

Грейдеры используют на грунтах I и II групп; грунты III группы предварительно рыхлят. Рациональная работа грейдеров и автогрейдеров зависит от правильной установки углов захвата, резания и наклона отвала (табл. 140), максимального использования конструктивных особенностей и тяговой мощности их.

Наибольшая производительность грейдеров достигается при использовании их на планировочных и отделочных земляных работах, поэтому их целесообразно применять в комплекте с бульдозерами, канавокопателями, смесителями и т. д., когда они выполняют только отдельные технологические операции по строительству земляных сооружений.

Таблица 140

Углы установки отвала

Операция	Углы, град		
	захвата	резания	наклона
Резание (первые проходы по каждому слою резерва)			
грунты неразрыхленные I группы	40—50	40	До 15
грунты II и III групп разрыхленные	35—40	45	» 13
последующие (после пробивочного) проходы	35—45	45	3—5
Перемещение грунтов всех групп	40—50	45—50	3—5
Разравнивание грунтов всех групп	55—60	45—60	До 1,5

Уплотнение грунта. При возведении плотин и дамб грунт уплотняют послойно с целью увеличения его несущей способности, уменьшения сжимаемости и снижения водопроницаемости.

Толщину уплотняемого слоя грунта и количество проходов машины по одному и тому же месту устанавливают в зависимости от вида грунта, его влажности и типа уплотняющей машины.

Процесс уплотнения грунта в основном зависит от его влажности. Наиболее эффективным является уплотнение грунта при влажности, близкой к оптимальной и определяемой по данным пробного уплотнения. Для предварительных расчетов оптимальную влажность грунтов в процентах принимают равной нижеприведенным данным.

Песчаные	8—15
Супесчаные	9—15
Суглинистые	12—15
Тяжелые суглинистые	16—20
Глинистые	19—23

Перед уплотнением сухие грунты увлажняют с помощью поливочных машин в насыпи (реже в карьере). Переувлажненные грунты подсушивают на картах укладки в насыпи. Для ускорения подсушки грунт рыхлят путем боронования или перепахивания.

Уплотнение грунта производят машинами статического, динамического и вибрационного действия.

Наибольшее применение для уплотнения грунта в насыпях получили машины статического действия — катки (гладкие, кулачковые, пневмашинные и решетчатые) (табл. 141).

Катки нельзя использовать в труднодоступных местах, при большой крутизне уплотняемой поверхности (<1 : 5) и уплотнении грунта на глубину более 0,5 м. В таких местах применяют экскаватор драглайн с рабочими органами в виде трамбующей плиты, или вальцовой трамбовки.

В зависимости от размеров поперечных сечений отсыпаемых насыпей назначают схемы движения катков при послойном уплотнении грунта.

Уплотнение грунта ведут от бровок насыпи на расстояние до 0,5 м к середине с перекрытием каждого следа уплотняющей машины на 10—15 см.

Таблица 141

Тип катков	Условия применения	Масса, т	Толщина слоя H_0, м	Число проходов	
				Связные грунты	Несвязные грунты
С гладким вальцом	Несвязные грунты	3—5	0,15	—	4—10
То же, моторные	Несвязные грунты в стесненных условиях	9—18	0,25	—	4—6
Кулачковые	Связные грунты	5	0,25	6—14	—
		9	0,3	6—14	—
		18	0,3	6—12	—
		30	0,4(0,65)	4—10	—
Пневмашинные	Любые грунты	5	0,15		
		10	0,25		
		25	0,4	6—12	4—8
		45	0,5		
Решетчатые	Связные комковатые и гравелистые грунты	30	0,4	6—10	—
Вибрационные	Несвязные грунты	3	0,4	—	3—4
		6	0,6		

Транспортировка грунта. Способы транспортировки грунта устанавливают путем технико-экономического сравнения вариантов в проекте производства земляных работ.

Выбор вида транспортных средств зависит от объема и срока производства работ, дальности перемещения грунта и местных условий (табл. 142).

Таблица 142

Условия применения транспортных средств в рыбохозяйственном строительстве

Вид транспорта	Грузоподъемность, т	Вместимость кузова по грунту, м³	Дальность перемещения, км	Требования к путям		
				Максимальные уклоны	Минимальные радиусы поворота, м	Ширина земляного полотна, м
Автосамосвалы	2,25—10	1,5—8,0	0,5—5	0,08	20	3,5—7,0
Землевозы	6—18	3—9	0,2—5	0,10	8—10	3,5—7,0
Прицепы к гусеничным тракторам	24—30	9—12	0,1—1,0	0,15	8—10	3,5—7,0

При строительстве рыбоводных предприятий для производства земляных работ широко используют автомобильный транспорт как наиболее маневренный, а также тракторы-тягачи с прицепами. Для транспортировки грунта от экскаваторов применяют автосамосвалы грузоподъемностью от 2,5 до 10 т. Наибольшей производительности достигают, если кузов автосамосвала в 3—7 раз больше вместимости ковша экскаватора. При транспортировке грунта на расстояние до 1 км при неблагоприятных дорожных условиях экономичнее использовать тягачи с прицепами или землевозы.

Количество транспортных средств определяют из условия бесперебойной работы экскаватора по формуле

$$N = \frac{t_п + 2L/v_{ср} + t_р + t_м}{t_п},$$

где $t_п$ — продолжительность погрузки, мин; $2L/v_{ср}$ — продолжительность пробега с грузом и без него при расстоянии перевозки $2L$, км, и средней скорости движения $v_{ср}$, км/мин; $t_р$ — продолжительность разгрузки, мин; $t_м$ — продолжительность маневрирования транспортных средств.

Водоотлив и понижение уровня грунтовых вод. Открытый водоотлив является простым и экономичным способом осушения котлована. Этот способ применяют и в условиях, когда уровень грунтовых вод расположен ниже отметки заложения основания сооружения, а также нет напорных водоносных горизонтов.

Для сбора воды по дну котлована устраивают водоподводящие канавки вдоль подошвы откосов к приямкам (зумпфам), стенки которых укрепляют шпунтом с фильтрующей обсыпкой.

Мощность водоотливного насоса подбирают по количеству поступающей воды путем пробных откачек. Для откачивания воды применяют центробежные насосы. Для откачки сильно загрязненной воды с глубины до 5 м используют диафрагмовые насосы.

Искусственное понижение уровня грунтовых вод (водопонижение) осуществляют при разработке котлованов в несвязных грунтах со значительным притоком грунтовых вод, в основном с помощью легких иглофильтровых установок. Установки типа ЛИУ просты по конструкции, надежны в работе и наиболее эффективны на чистых песчаных и песчано-гравелистых грунтах, имеющих коэффициенты фильтрации от 1 до 50 м/сут. Одной установкой понижают уровень грунтовых вод на глубину до 5 м от оси насоса. Для понижения уровня грунтовых вод на глубину более 5 м применяют дополнительные ступени установок.

Иглофильтры погружают при помощи струи воды, подаваемой насосом под напором через шланг и иглофильтр к его наконечнику. В процессе погружения вокруг иглофильтра образуется освобожденная от грунта полость, в 2—3 раза большая диаметра иглофильтра. При мелкозернистых песках эту полость засыпают чистым крупнозернистым песком или мелким гравием.

Приемку в эксплуатацию водопонизительных установок производят в соответствии с требованиями СНиП III—9—74.

Разработка грунта вручную

Разработка грунта вручную относится к наиболее тяжелым и трудоемким операциям. Ее осуществляют лишь при небольшом объеме работ, зачистке котлованов после работы механизмов, засыпке котлованов и траншей. Для предохранения уложенных трубопроводов от повреждения перед засыпкой траншей механизированным способом вручную подбивают пазухи и предварительно присыпают трубопровод грунтом (на высоту 15—20 см).

Вручную выполняют планировочные работы в труднодоступных для механизмов местах.

Для ручной разработки грунтов применяют штыковые и подборочные лопаты обыкновенного типа, для рыхления плотных грунтов используют кирки, ломы, клинья и кувалды.

Контроль за качеством земляных работ и их приемка

Контроль за качеством земляных работ, осуществляемый в процессе строительства, заключается в систематическом наблюдении за выполнением работ в соответствии с проектом, строительными нормами, правилами и техническими условиями.

Контрольные пробы для определения основных характеристик уложенного в плотины и дамбы грунта отбирают в зависимости от качества грунта, объема работ и местных условий (табл. 143) равномерно по всему сооружению.

Таблица 143

Отбор контрольных проб в напорных насыпях гидротехнических сооружений

Грунты	Методы отбора грунта	Характеристика грунта	Объем уложенного грунта на контрольную пробу при возведении гидротехнических сооружений
Глинистые и песчаные без крупных включений	Металлическими цилиндрами	Объемная масса, влажность	100—200 м³
		Прочие характеристики грунта (для сооружения I и II классов)	20—50 тыс. м³
Гравелисто-галечные и мелкозернистые (с включением крупных фракций)	Из шурфиков (лунок)	Объемная масса и влажность	200—400 м³
		Гранулометрический состав	1—2 тыс. м³
		Прочие характеристики грунта (для сооружений I и II классов)	20—50 тыс. м³

При контроле за укладкой материала в фильтры проверяют толщину отсыпаемых слоев и гранулометрический состав используемого материала, а также соответствие этих данных требованиям проекта сооружения.

Приемку оснований сооружений по требованию заказчика или подрядчика осуществляют с участием геолога. Привлечение геолога и выполнение необходимых исследований грунтов обеспечивает заказчик.

При приемке работ по планировке ложа прудов и водохранилищ устанавливают соответствие спланированной поверхности проектным данным отметок и уклонов, а также проверяют отсутствие переувлажненных участков и местных просадок грунта.

К акту приемки выполненных работ должны быть приложены исполнительные поперечные профили сооружений с нанесенными на них значениями плотности грунта в отдельных точках и данными о гранулометрическом составе уложенного грунта.

Принимая работы по пригрузке экрана и понура плотины, необходимо проверять качество, толщину и заданное уплотнение пригрузки.

Отклонения размеров земляного сооружения от проектных не должны превышать допускаемых величин, приведенных в табл. 144.

Таблица 144

Допускаемые отклонения размеров земляного сооружения

Отклонение	Допускаемое отклонение	Способ проверки
Отклонение отметок бровки или оси земляного сооружения	±0,05 м	Нивелировка
Отклонение от проектного продольного уклона дна канала, траншеи, дренажа и т. п.	±0,0005	»
Уменьшение минимально допустимых уклонов дна каналов и дренажей	Не допускается	»
Увеличение крутизны откосов земляных сооружений	Не допускается	Промеры не менее чем в двух поперечниках на каждом пикете
Уменьшение крутизны окосов дренажных призм из каменной наброски плотин	±5—10%	То же
Отклонение по ширине насыпных берм	±0,15 м	Промеры через 50 м
Отклонение в поперечных размерах дренажных траншей	±0,05 м	Промеры через 50 м, а также в местах выпусков
Отклонения в поперечных размерах канав	±0,1 м	Промеры через 50 м
Уменьшение поперечных размеров кювета	Не допускается	Промеры через 50 м, а также в местах выпусков
Отклонение от проекта вертикальной планировки		
по уклонам спланированной территории	±0,001	Нивелировкой через 50 м
по уклонам водоотводных канав	±0,0005	То же
по толщине плодородного слоя	±10%	Промерами на 1000 м²

Приемке с составлением актов освидетельствования скрытых работ подлежат:

основания плотин и контурных дамб;

основания под фундаменты в котлованах и трубопроводы в траншеях;

подготовка карьеров к разработке грунта.

Приемку земляных работ оформляют актом, содержащим перечень технической документации, на основании которой производились работы; данные о проверке несущей способности оснований и правильности выполнения земляных работ; данные о топографических, гидрогеологических и грунтовых условиях, при которых были выполнены земляные работы; перечень недоделок, не препятст-

вующих эксплуатации земляного сооружения, с указанием сроков их устранения.

Особенности производства и приемки земляных работ, выполненных гидромеханизированным способом, приведены в СНиП III—8—76.

Производство земляных работ в зимних условиях

Производство земляных работ в зимних условиях необходимо обосновать технико-экономическим расчетом в специальном проекте производства работ.

Разработка мерзлого грунта одноковшовыми экскаваторами (прямая и обратная лопата) без предварительного рыхления допускается при толщине мерзлого слоя до 0,25 м ковшом вместимостью 0,5—0,65 м³, 0,4 м — ковшом вместимостью 1—1,25 м³.

При большей глубине промерзания грунт предварительно подготавливают одним из следующих способов: предохранением от промерзания, рыхлением и оттаиванием мерзлого грунта.

Предохранение грунта от промерзания осуществляют одним из способов. До наступления устойчивых отрицательных температур грунт или вспахивают при помощи плугов или рыхлителей на глубину не менее 35 см с последующим боронованием на глубину 15 см, или утепляют его соломой, опилками, сухим торфом или шлаком, или перелопачивают с помощью экскаваторов на глубину возможного промерзания, но не более 1,5 м; удерживают снеговой покров с помощью снегозащитных приспособлений.

Рыхление мерзлого грунта производят механическим или взрывным способом. Для механического рыхления и разработки мерзлого грунта при глубине промерзания 0,4—0,6 м применяют тяжелые одностойковые рыхлители, дизель-молоты и клин-молоты, подвешиваемые к стреле драглайна; при ручной разработке небольших объемов мерзлого грунта используют пневматические отбойные молотки и моторные бетоноломы.

Рыхление мерзлых грунтов взрывным способом производят при глубине промерзания более 0,4 м (в основном на незастроенных площадках).

Оттаивание грунта следует осуществлять при небольших объемах работ (до 50 м³), а также при невозможности использования других более экономичных способов.

В забоях с подготовленным к разработке грунтом землеройные машины должны работать непрерывно и круглосуточно узким фронтом во избежание промерзания грунта во время перерывов. При вынужденных перерывах в работе забой следует тщательно утеплять.

При разработке котлованов и траншей в зимних условиях грунт оснований предохраняют от промерзания путем недобора до проектной отметки или укрытия утеплителями, зачистку оснований производят непосредственно перед устройством фундаментов или укладкой трубопровода, промерзшие вертикальные стенки незасыпных траншей и котлованов закрепляют до наступления весенней оттепели.

Обратную засыпку котлованов и траншей производят с соблюдением следующих требований. Количество мерзлого грунта для засыпания пазух не должно превышать 15 % общего объема засыпки. Траншеи, разработанные в зимнее время, необходимо засыпать немедленно после укладки труб, не допуская повреждения их изоляции, а траншеи, вырытые с осени для труб диаметром менее 300 мм, следует засыпать талым грунтом высотой 0,2 м над верхом трубы.

Насыпи (дамбы, плотины) в зимних условиях следует насыпать только из талого грунта непрерывно с таким расчетом, чтобы грунт не успевал промерзать при разработке его в карьере и уплотнении при укладке в тело сооружения.

В случае прекращения отсыпки последний слой грунта не уплотняют, а весной проверяют состояние грунта, уложенного в насыпь в случае обнаружения деформаций перерабатывают и уплотняют верхний слой грунта.

Основание под насыпь и карьер следует подготавливать заблаговременно при положительной температуре воздуха.

Бетонные и железобетонные работы

По способу выполнения бетонные и железобетонные конструкции могут быть монолитными и сборными. Монолитные бетонные и железобетонные конструкции выполняют непосредственно на строительной площадке, укладывая бетонную смесь в опалубку. Сборные бетонные и железобетонные конструкции изготовляют на заводах или полигонах, а затем доставляют на строительную площадку.

Монолитный бетон и железобетон применяют при строительстве гидротехнических сооружений (плотин, шлюзов и др.), промышленных зданий и др. При возведении зданий и сооружений из монолитного железобетона выполняют опалубочные, арматурные и бетонные работы. Небольшие гидротехнические сооружения (донные водоспуски, водовыпуски, шлюзы-регуляторы и др.), как правило, возводят из сборного железобетона.

Монолитные бетонные и железобетонные работы производят в соответствии с требованиями СНиП III—15—76. Монтаж сборных железобетонных и бетонных конструкций осуществляют с соблюдением требований СНиП III—16—79.

Таблица 145

Допускаемые отклонения, мм, от проектных размеров опалубки

Элементы опалубки	Опалубка	
	Деревянная и фанерная	Металлическая и деревометаллическая
Щиты разборной опалубки и каркасы для них при длине или ширине		
до 1 м	3	1
более 1 м	4	2
по диагонали	5	3
отклонения кромок щитов от прямой линии или линии, образующей поверхность конструкции	4	2
Блок-формы отклонения от проектных размеров в плане		
индивидуальные неразъемные	—	
разъемные	—	4
переналаживаемые	—	5
Разница в длине диагоналей		
индивидуальные неразъемные	—	8
разъемные	—	10
переналаживаемые	—	16
Объемная, скользящая и катучая		
отклонения от проектных размеров щитов	—	3
разница в длине диагоналей в плане	—	8
перепад между смежными щитами при стыковании секций	—	2
Смещение от проектного положения отверстий для соединительных элементов (болтов, натяжных крюков, пружинных скоб и др.)	2	2
Прогиб створок		
из рабочей плоскости	—	3
в рабочей плоскости	—	5
Местные неровности поверхностей, соприкасающихся с бетоном		
неразъемные	—	2
разъемные и переналаживаемые	—	4

Опалубочные работы

При возведении бетонных и железобетонных сооружений наиболее часто применяют деревянную опалубку. Все элементы инвентарной опалубки изготовляют в основном в опалубочных мастерских и лишь в исключительных случаях, для отдельных не повторяющихся конструкций, стационарную опалубку изготовляют на месте строительства сооружения.

Изготовленные элементы опалубки не должны требовать подгонки при монтаже ее на месте. Отклонения от проектных размеров заготовленных элементов разборно-переставной опалубки не должны превышать значений, приведенных в табл. 145. Допускаемые отклонения положений и размеров установленной опалубки в различных конструкциях приведены в табл. 146.

Таблица 146

Допускаемые отклонения, мм, положений и размеров установленной опалубки

Расстояние между опорами изгибаемых элементов опалубки и расстояние между связями вертикальных поддерживающих конструкций от проектных размеров	
на 1 м длины	25
на весь пролет, не более	75
Расстояние от вертикали или проектного наклона плоскостей опалубки и линий их пересечений	
на 1 м высоты	5
на всю высоту фундаментов	20
стен и колонн высотой до 5 м	10
стен и колонн высотой более 5 м	15
балок и арок	5
Смещение осей опалубки от проектного положения	
фундаментов	15
стен и колонн	8
балок, прогонов, арок	10
Наибольшая разность отметок плоскостей верхних кружал или поверхности рабочего пола скользящей опалубки на расстоянии	
до 3 м	10
от 3 м и более	15
Положение стоек домкратных рам и осей домкратов от вертикали	Не допускается
Наибольшая разность в отметках ригелей однотипных домкратных рам	10
«Конусность» скользящей опалубки на одну сторону	+4; —2
Обратная «конусность»	Не допускается
Расстояние между домкратными рамами (за исключением мест, где расстояние между рамами является свободным размером)	10
Смещение осей домкратов от оси конструкции	2
Смещение осей перемещаемой или переставляемой опалубки относительно осей сооружения	10
Внутренние размеры опалубки балок, колонн и расстояние между внутренними поверхностями опалубки от проектных размеров	3
Местные неровности опалубки при проверке двухметровой рейкой	3

Правильность расположения основных элементов опалубки и поддерживающих ее конструкций проверяют при помощи геодезических инструментов.

Смонтированную и подготовленную к укладке бетонной смеси опалубку принимают по акту.

Арматурные работы

Арматуру для железобетонных конструкций изготовляют и устанавливают в соответствии с рабочими чертежами и требованиями СНиП. Арматуру изготовляют в основном в заводских условиях в виде укрупненных сварных элементов (армокаркасов и сеток).

Арматурную сталь, готовые каркасы и сетки хранят отдельно, принимая меры по предотвращению их загрязнения и коррозии. Ненапрягаемую арматуру следует хранить под навесом, напрягаемую в закрытом сухом помещении.

Правку, резку, чистку и гнутье арматурной стали при заготовке арматурных элементов производят на приводных станках, при малом объеме работ — вручную или на ручных станках.

При гнутье арматурных элементов в месте загиба происходит удлинение стержня, которое следует учитывать при заготовке (табл. 147).

Таблица 147

Удлинение арматурной стали, мм, при гнутье

Диаметр стали, мм	Угол загиба, град		Диаметр стали, мм	Угол загиба, град	
	90	45		90	45
6	5	Не учитывать	20	15	5
8	10	То же	22	20	10
10	15	10	25	25	15
12	15	10	27	30	20
14	20	15	32	35	25
16	20	15	—	—	—

Установку арматуры производят укрупненными элементами, соблюдая следующие требования. До начала установки арматуры опалубку проверяют, очищают от мусора и промывают, закрепляют подкладки из цементного раствора для образования защитного слоя (зазор между арматурой и опалубкой). Арматуру устанавливают в такой последовательности, чтобы ранее уложенные укрупненные элементы не затрудняли установки последующих элементов. Установленную арматуру закрепляют от смещений и предохраняют от повреждений, возможных при бетонировании конструкций. Крепление к арматуре пешеходных, транспортных и других производственных или монтажных устройств осуществляют в соответствии с проектом производства работ.

Смещение арматурных стержней при их установке в опалубку, а также изготовлении арматурных каркасов и сеток не должно превышать $^1/_5$ наибольшего диаметра стержня и $^1/_4$ диаметра устанавливаемого стержня.

Отклонения от проектной толщины бетонного защитного слоя не должны превышать 3 мм при толщине защитного слоя 15 мм и менее, 5 мм — при толщине защитного слоя более 15 мм.

Отклонения при установке арматуры в опалубку не должны превышать величин, указанных в табл. 148.

При приемке установленной арматуры составляют акт на скрытые работы, в котором отмечают допущенные отступления от проекта, качество выполненных арматурных работ, а также разрешают производство бетонных работ.

Бетонные работы

Для приготовления обычного и гидротехнического бетонов используют портландцемент и его разновидности. Цементы, поступающие с заводов, хранят отдельно (по маркам без смешения). При длительном и небрежном хранении активность цемента снижается и поэтому качество его следует проверять в строительной лаборатории.

Марка цемента должна превышать проектную марку бетона примерно в 1,5—2 раза.

$R_б$	100	150	200	250	300	400
$R_д$	200	200—300	400	500	500	500—600

Таблица 148

Допускаемые отклонения, мм, при установке арматуры в опалубку

Расстояние между отдельно установленными рабочими стержнями	
для колонн, балок и арок	±10
для плит, стен и фундаментов под каркасные конструкции	±20
для массивных конструкций	±30
Расстояние между рядами арматуры при армировании в несколько рядов по высоте	
в конструкциях толщиной более 1 м и в фундаментах под конструкции и технологическое оборудование	±20
в балках, арках и плитах толщиной более 100 мм	±5
в плитах толщиной до 100 мм при проектной толщине защитного слоя 10 мм	±3
Расстояние между хомутами балок и колонн и между связями арматурных каркасов и ферм	±10
По толщине защитного слоя	
в массивных конструкциях (толщиной более 1 м)	±20
в фундаментах под конструкции и технологическое оборудование	±10
в колоннах, балках и арках	±5
в плитах и стенах толщиной более 100 мм	±5
то же, до 100 мм при проектной толщине защитного слоя 10 мм	±3
Расстояние между распределительными стержнями в одном ряду	
для плит, стен и фундаментов под каркасные конструкции	±25
для массивных конструкций	±40
От вертикали или горизонтали в положении хомутов (за исключением случаев, когда наклонные хомуты предусмотрены проектом)	±10
В положении осей стержней в торцах сварных каркасов, стыкуемых на месте с другими каркасами при диаметре стержней	
до 40 мм	±5
до 40 мм и более	±10
Положение элементов арматуры массивных конструкций (каркасов, блоков, ферм) от проектного	
в плане	±50
по высоте	±30
В расположении стыков стержней по длине элемента	
в каркасах и тонкостенных конструкциях	±25
в массивных конструкциях	±50

Состав бетона подбирают в строительной лаборатории, исходя из заданной марки, требуемой подвижности (осадки конуса) и удобоукладываемости бетонной смеси.

При выполнении небольших объемов работ состав бетонной смеси на портландцементе марок 300 и 400 можно подобрать по данным табл. 149 с последующей проверкой соответствия принятого состава бетонной смеси требуемой марке.

Бетонную смесь, как правило, готовят на бетонных заводах. Бетонная смесь с завода выдается как товарный бетон требуемого качества. При невозможности получения товарного бетона допускается применение передвижных смесительных установок на строительных площадках.

Качество бетона в значительной степени зависит от правильности приготовления бетонной смеси. Для этого необходимо соблюдать дозировку составляющих и строго придерживаться заданного режима перемешивания бетонной смеси. Дозировку составляющих производят по массе с точностью: цемент 1—2 %, заполнители 2—3 %, добавки 1—2 %. На бетоносмесительных установках малой производительностью допускается дозировка составляющих бетона (кроме цемента) по объему. Воду дозируют при помощи водомерных бачков, установленных на смесителях с учетом влажности инертных материалов. Продолжительность перемешивания зависит от подвижности бетонной смеси (табл. 150) и вместимости бетоносмесителя.

Таблица 149

Ориентировочный состав бетонной смеси

Характеристика бетонной смеси		Смесь на портландцементе марки																					
		300								400													
		и бетоне требуемой марки																					
		100			150			150			200			300			100			150			
Подвижность, мм	Удобоукладываемость, с	По массе (объему)	Расход на 1 м³ бетона		По массе (объему)	Расход на 1 м³ бетона		По массе (объему)	Расход на 1 м³ бетона		По массе (объему)	Расход на 1 м³ бетона		По массе (объему)	Расход на 1 м³ бетона		По массе (объему)	Расход на 1 м³ бетона		По массе (объему)	Расход на 1 м³ бетона		Расход на 1 м³ бетона
			цемента, кг	воды, л		цемента, кг	воды, л		цемента, кг	воды, л		цемента, кг	воды, л		цемента, кг	воды, л		цемента, кг	воды, л		цемента, кг	воды, л	цемента, кг	воды, л
10—20	35—25	1:4:6 (1:3:5,2)	200	155	1:2,85:4,75 (1:2,15:4,1)	255	155	1:3,5:5,7 (1:2,6:4,9)	215	155	1:3:4,75 (1:2,25:4,1)	250	155	1:1,9:3,65 (1:1,45:3,15)	335	155							
30—50	20—15	1:3,6:5,8 (1:2,7:4,75)	210	165	1:2,6:4,5 (1:1,96:3,9)	270	165	1:3,25:5,3 (1:2,45:4,55)	230	165	1:2,65:4,6 (1:2:3,95)	265	165	1:1,75:3,35 (1:1,3:2,9)	360	165							
60—80	15—10	1:3,4:5,5 (1:2,55:4,4)	220	175	1:2,4:4,2 (1:1,8/3,6)	285	175	1:2,95:4,9 (1:2,25:4,2)	245	175	1:2,45:4,3 (1:1,85:3,7)	280	175	1:1,55:3,2 (1:1,15:2,75)	380	175							
90—120	10—5	1:3,15:5,1 (1:2,4:4,1)	235	185	1:2,15:4 (1:1,6:3,45)	305	185	1:2,6:4,65 (1:1,95:4)	260	185	1:2,2:4 (1:1,65:3,45)	300	185	1:1,4:3 (1:1,05:2,6)	400	185							

Примечания: 1. Объемная масса принята: бетонной смеси 2350 кг/м³, цемента 1200 кг/м³, песка 1600 кг/м³ и гравия 1400 кг/м³.
2. Во всех составах смеси в качестве заполнителя предусмотрен гравий размером частиц до 40 мм.

Таблица 150

Подвижность бетонной смеси, укладываемой в монолитные конструкции

Конструкции	Осадка конуса, мм
Подготовка под фундаменты и полы	0—10
Покрытия дорог, неармированные и малоармированные конструкции, подпорные стены, фундаменты, блоки, конструкции, бетонируемые в горизонтально-скользящей опалубке	10—30
Массивные армированные конструкции, плиты, балки, колонны большого и среднего сечения (со стороной 0,4—0,8 м)	30—60
Тонкие стенки, колонны, бункера, балки, плиты малого сечения толщиной до 120 мм и элементы сильно насыщенных арматурой конструкций	
горизонтальных	60—80
вертикальных	80—100
Конструкции, бетонируемые в вертикально-скользящей опалубке	60—80
Конструкции, сильно насыщенные арматурой и закладными деталями (стены АЭС, швы, штрабы, пазухи и т. п.), препятствующими укладке пластичных бетонных смесей с вибрированием	200—240

Продолжительность перемешивания составляющих подвижных бетонных смесей в смесителях цикличного действия, считая с момента загрузки всех материалов в смеситель до начала выгрузки смеси из него, приведена в табл. 151.

Таблица 151

Наименьшая продолжительность перемешивания бетонной смеси в смесителях цикличного действия (с)

Вместимость смесителя по объему выдаваемой бетонной смеси, л	Объемная масса бетонных смесей, кг/м³		
	более 2200 при осадке конуса, мм		1800—2200
	20—60	более 60	
До 300	60	45	180
До 800	120	90	240
До 1600	150	120	—

Увеличение частоты вращения барабана смесителя не допускается. Правильность дозировки составляющих контролируется лабораторией систематически, а подвижность бетонной смеси проверяют не менее двух раз в смену.

При загрузке смесителей цикличного действия сначала подают воду в количестве 15—20 % от положенной на замес, затем одновременно загружают цемент и заполнители, добавляя воду до требуемой нормы.

Выход бетонной смеси составляет примерно 0,6 объема барабана бетоносмесителя (если крупный заполнитель — щебень) и 0,7 (если заполнитель — гравий).

При транспортировании бетонной смеси к месту укладки ее в конструкции необходимо сохранять ее однородность (не допускать расслаивания бетонной смеси). Расслоившуюся бетонную смесь запрещается укладывать в опалубку: ее необходимо вновь хорошо перемешать до полного восстановления однородности.

Для того чтобы бетонная смесь на месте укладки имела заданную подвижность и однородность, выполняют следующие требования. Бетонную смесь

доставляют без перегружений или с минимальным количеством их. Тара для перевозки бетонной смеси должна обеспечивать удобную разгрузку смеси, постепенность опорожнения, удобную промывку и очистку ее от налипших и затвердевших частиц бетона.

При транспортировании бетонную смесь следует предохранять от атмосферных осадков, действия ветра и солнечных лучей.

Доставку бетонной смеси к месту укладки на расстояние до 30 км осуществляют автобетоновозами. Автосамосвалы используют для перевозки смеси на расстояние до 5 км. Удобна доставка бетонной смеси в контейнерах и сухой отдозированной смеси в автобетоносмесителях. Применение автобетоносмесителей позволяет доставлять бетонную смесь на место укладки на большие расстояния.

Бетонную смесь к месту укладки подают или непосредственно из автобетоновозов, автосамосвалов и автобетоносмесителей, или выгружают в бункера, поворотные бадьи-ковши, вибробадьи и пр., а затем при помощи грузоподъемных механизмов и оборудования (бетононасосы, пневмонагнетатели, ленточные транспортеры) — на участки бетонирования.

Таблица 152

Техническая характеристика бадей для бетонной смеси

Показатели	Опрокидные бадьи	Бадьи со шторно-роликовыми затворами				Вибробадьи	Ковш-бадья	Виброковш-бадья
		Т-123	Т-132	Т-130	Т-103			
Вместимость бадьи, м³	0,75; 0,80	0,5	0,8	1,6	3,0	0,3; 0,6—0,8	3,2	1,6
Масса бадьи, кг	200; 280	—	—	994	1697	140; 280	2000	770
Масса груженой бадьи, кг	1930; 2120	1500	2800	4500	8900	900; 1700—2200	9000	4500
Высота включая траверсу, м	1,57	3,2	3,52	4,27	3,54	0,96; 1,36	4,86	1,18

Бадьи (табл. 152) с бортовых автомашин разгружают кранами и подают к месту укладки бетонной смеси.

Бетононасосами подают бетонную смесь к бетонируемым конструкциям по горизонтали на расстояние до 300 м и по вертикали на высоту до 40 м. Их применяют при укладке большого объема бетонной смеси на высоте и в стесненных условиях.

Пневмонагнетатели применяют при транспортировке смеси на расстояние до 150 м при небольшом объеме работ в труднодоступных местах.

Ленточные транспортеры эффективны при возведении сооружений большой протяженности. Скорость движения ленты не должна превышать 1 м/с. Угол наклона ленты не должен превышать значений, приведенных в табл. 153.

Таблица 153

Угол наклона ленты конвейера при подаче бетонной смеси, град

Осадка конуса, мм	Подъем бетонной смеси	Спуск бетонной смеси
До 40	18	12
49—60	15	10

Подача бетонной смеси ленточными транспортерами должна исключать возможность расслаивания и потери составляющих ее компонентов. Для подачи бетонной смеси на небольшое расстояние применяют вибропитатели и виброжелоба. При подаче бетонной смеси на большую глубину используют металлические хоботы и виброхоботы. При любом виде подачи бетонной смеси в армированные конструкции высота свободного падения не должна превышать 2 м, при подаче на перекрытие — 1 м. Допускаемая высота свободного сбрасывания

бетонной смеси в опалубку колонн со сторонами сечения 0,4—0,8 м при отсутствии перекрещивающихся хомутов арматуры не должна превышать 5 м, в опалубку неармированных конструкций — 6 м. До начала укладки бетонной смеси в конструкции проверяют подготовку основания, гидроизоляцию, установленную опалубку и арматуру. Непосредственно перед бетонированием опалубку очищают от мусора и грязи, арматуру — от ржавчины. Щели размером более 3 мм и отверстия в деревянной опалубке заделывают. Щели размером до 3 мм исчезают в результате разбухания досок при промывке опалубки перед бетонированием. Внутреннюю поверхность опалубки покрывают смазкой, облицовочную поверхность из плит-оболочек смачивают. Поверхность ранее уложенного бетона, соприкасающуюся с новой бетонной смесью, очищают и промывают струей воды под давлением 3—5 Па. Бетонную смесь укладывают горизонтальными слоями одинаковой толщины без разрывов в одном направлении. Толщину укладываемого слоя назначают в зависимости от средств уплотнения. При уплотнении ручными глубинными вибраторами толщина укладываемого слоя не должна превышать 1,25 длины рабочей части вибратора. При уплотнении поверхностными вибраторами толщина укладываемого слоя должна быть равна в неармированных конструкциях и конструкциях с одиночной арматурой — 250 мм, в конструкциях с двойной арматурой — 120 мм. При применении тяжелых подвесных, вертикально расположенных вибраторов толщина слоя должна быть на 5—10 см меньше длины рабочей части вибратора.

При уплотнении укладываемой бетонной смеси необходимо соблюдать следующие правила. Шаг перестановки ручных глубинных вибраторов не должен превышать полуторного радиуса их действия. Глубина погружения этих вибраторов в бетонную смесь должна обеспечивать углубление его в ранее уложенный слой на 5—10 см для лучшего сцепления уложенных слоев между собой. Извлекать глубинный вибратор из бетонной смеси при перестановке следует медленно, не выключая электродвигателя, чтобы в уплотненном слое не образовалось воронки. Работающие вибраторы не должны касаться арматуры и закладных частей бетонируемых конструкций, так как может нарушиться сцепление арматуры с бетоном. Особенно тщательно следует уплотнять бетонную смесь в местах с густой арматурой у стенок и в углах опалубки (глубинный вибратор устанавливают на расстоянии 5—10 см от стенок опалубки; если расположение арматуры в конструкциях не позволяет уплотнить бетонную смесь вибраторами, ее дополнительно уплотняют путем штыкования). Шаг перестановки поверхностных вибраторов должен обеспечивать перекрытие уже вибрированного участка на 100—200 мм. Вибрирование на одной позиции прекращается после того, как появятся признаки достаточного уплотнения: прекращение осадки смеси и выделения пузырьков воздуха, появление цементного молока на ее поверхности (продолжительность вибрирования на одной позиции ориентировочно для глубинных вибраторов 20—40 с, для поверхностных 30—60 с в зависимости от подвижности бетонной смеси; если вибрирование длится меньше указанного времени, смесь может недостаточно уплотниться если больше—может расслоиться).

В гидротехническом строительстве при бетонировании больших неармированных блоков применяют вибропакеты вибраторов ИВ-34, подвешенных к крюку крана или смонтированных на малогабаритном электрифицированном тракторе М-6635.

Плотность гидротехнического бетона повышают путем вакуумирования. Вакуумирование способствует уменьшению пористости, увеличению водоустойчивости, морозоустойчивости и ускорению твердения монолитных бетонных конструкций. В результате вакуумирования водоцементное отношение уменьшается до 0,3—0,4 и поверхностный слой бетона толщиной 20—30 см приобретает большую прочность.

Для вакуумирования бетона применяют передвижную установку С-348.

При укладке бетонной смеси в массивные гидротехнические сооружения необходимо соблюдать ряд условий. Бетонную смесь укладывают в блоки горизонтальными слоями толщиной 20—30 см при уплотнении поверхностными вибраторами, слоями толщиной 50—60 см при уплотнении глубинными вибраторами, слоями толщиной 80—100 см при уплотнении вибропакетами. Размеры блока в плане должны быть такими, чтобы обеспечить укладку бетонной смеси в последующий слой по несхватившейся бетонной смеси в предыдущем слое.

Бетонирование замыкающих блоков производят только после усадки и охлаждения бетона смыкаемых блоков. Объем блока бетонирования должен соответствовать производительности бетонной установки за время ее непрерывной работы (одной или двум сменам).

Укладку бетонной смеси в плоские армированные и неармированные конструкции (крепление каналов, подготовку под полы и т. п.) выполняют в пределах одного конструктивного блока, ограниченного температурно-осадочными швами или полосами шириной 3—4 м через одну. Промежуточные полосы бетонируют после затвердения бетона в смежных полосах. Бетонную смесь уплотняют с помощью виброреек, передвигающихся по маячным направляющим, ограничивающим бетонируемую полосу, или по поверхности ранее забетонированных смежных полос.

Продолжительность перерывов в бетонировании, при которых необходимо устройство рабочих швов, определяют в лаборатории в зависимости от погоды, а также свойств цемента. Укладку бетонной смеси после перерывов допускают при приобретении уложенным бетоном прочности не менее 1,5 МПа.

Уход за бетоном следует осуществлять с соблюдением следующих правил. Необходимо предохранять поверхность бетона от действия, прямых солнечных лучей путем укрытия и увлажнения. Нельзя поливать водой открытые поверхности твердеющих бетонных и железобетонных конструкций. В сухую погоду следует систематически в течение 7 сут поливать бетон на портландцементе, не менее 3 сут на глиноземистом цементе и 14 сут на пластифицированных цементах. При температуре 15 °С и выше бетон необходимо поливать в течение первых 3 сут, днем через каждые 3 ч и один раз ночью, в последующее время — не менее трех раз в 1 сут. При температуре воздуха ниже 5 °С бетон не поливают. Бетон, приготовленный на глиноземистом цементе, должен быть защищен от действия грунтовых и поверхностных вод в течение 3 сут, на прочих цементах — 14 сут. Рекомендуется прекращать уход за бетоном в вечернее время и в течение 2—3 сут поверхность его выдерживать под покрытием без дополнительного увлажнения. Большие поверхности (площадки, крепления откосов, полы и т. п.) можно покрывать покрасочными составами (лаком «этиноль», битумными эмульсиями) и полимерными пленками.

Движение людей по забетонированным конструкциям, установка на них лесов и опалубки для возведения последующих конструкций допускается только тогда, когда бетон достигнет прочности не менее 1,5 МПа.

Распалубливание забетонированных конструкций производят с соблюдением следующих требований. Снятие боковых элементов опалубки, не несущих нагрузок от массы конструкций, допускается при приобретении бетоном прочности около 2,5 МПа (табл. 154). Снятие несущей опалубки железобетонных конструкций, работающих на изгиб, допускается только после достижения бетоном прочности 70—100 % расчетной прочности в зависимости от величины пролетов (табл. 155).

Таблица 154

Сроки приобретения бетоном прочности 2,5 МПа, сут

Марка бетона	Марка цемента	Среднесуточная температура, °С					
		5	10	15	20	25	30
70—100	Портландцемент марки 250 и выше	5,0	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0
150—200	То же, марки 300 и выше	4,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
>200	То же, марки 400 и выше	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0

Распалубливание и загружение конструкций производят только после испытания контрольных образцов, подтверждающего достижение бетоном необходимой прочности.

От качества распалубливания зависит пригодность элементов опалубки для дальнейшего использования.

Таблица 155

Сроки приобретения бетоном прочности 70 и 100% расчетной, сут

Прочность, % от расчетной	Среднесуточная температура воздуха, °С					
	5	10	15	20	25	30
70	21	15	9	7	6	5
100	—	—	28	24	19	17

Опалубку разбирают аккуратно, стараясь не повредить конструкции и саму опалубку. Распалубливание конструкций производит та бригада, которая будет устанавливать снятую опалубку.

Снятые щиты опалубки следует сразу же очищать, освобождать от гвоздей, восстанавливать маркировку и складывать в штабеля. При распалубливании применяют ломики-гвоздодеры.

После распалубливания приступают к отделке наружных поверхностей конструкций и исправлению дефектов бетонирования.

Поверхность бетона с мелкими раковинами расчищают стальными щетками или пескоструйным аппаратом, промывают водой и затирают цементным раствором состава 1 : 2—1 : 3.

Крупные раковины расчищают до прочного бетона, промывают струей воды под давлением, затем заполняют бетоном той же марки и тщательно уплотняют.

Образовавшиеся наплывы на вертикальных поверхностях бетона осторожно срубают пневмомолотком и места их затирают цементным раствором состава 1 : 2.

При бетонировании конструкций необходимо вести журнал бетонных работ, в котором указывают: даты начала и окончания бетонирования (по конструкциям, блокам, участкам); заданные марки бетона, рабочие составы и показатели подвижности бетонной смеси; объемы выполненных бетонных работ по отдельным частям сооружения; даты изготовления контрольных образцов бетона, их количество, маркировка, сроки и результаты испытаний образцов; температура наружного воздуха во время бетонирования; температура бетонной смеси при укладке (в зимних условиях и при бетонировании массивных конструкций); тип опалубки и дата распалубливания конструкции.

Монтаж сборных железобетонных конструкций

Элементы сборных конструкций необходимо доставлять на строительную площадку без повреждений. Ответственность за правильность укладки элементов сборных конструкций на транспортные средства несет завод-изготовитель, за их сохранность при доставке на объект — транспортная организация, за правильность разгрузки и их укладку на складе — организация, осуществляющая монтаж.

Монтаж сооружений из сборных элементов производят по утвержденному проекту производства монтажных работ, в котором предусмотрена комплексная механизация с наиболее полным использованием монтажных механизмов.

До начала монтажа конструкций выполняют инструментальную проверку соответствия проекту планового и высотного положения фундаментов и других опорных элементов.

По данным проверки составляют акт.

Монтаж сборных конструкций производят непосредственно с транспортных средств или стендов укрупнения. Монтаж конструкций с приобъектного склада допускается только при соответствующем обосновании. Монтаж конструкций необходимо начинать с части сооружения, обеспечивающей его пространственную жесткость и устойчивость.

Перед подъемом монтируемые и ранее установленные смежные конструкции очищают от грязи, снега, наледи, металлические детали — от наплывов бетона и ржавчины, проверяют положение закладных деталей и наличие осевых рисок, правильность и надежность закрепления грузозахватных устройств.

Строповку конструкций производят в местах, указанных проектом, и обеспечивают их подачу к месту установки в положении, соответствующем проектному.

Подъем и подачу осуществляют плавно без раскачивания, вращения конструкций и перемещения их подтягиванием (волоком).

Установку монтируемых конструкций в проектное положение осуществляют по разбивочным осям с выверкой по осевым рискам или специальным закладным и другим фиксирующим устройствам. Установленные на место конструкции освобождают от стропов после надежного их крепления при помощи кондукторов, домкратов, распорок и других приспособлений. Временное крепление установленных конструкций должно обеспечить устойчивость, возможность осуществления выверки положения и окончательного закрепления конструкций.

Окончательное закрепление установленных конструкций (сварка, заделка стыков) производят в соответствии с рабочими чертежами и проектом производства монтажных работ с оформлением акта сдачи скрытых работ.

Производство работ в зимних условиях

При производстве бетонных и железобетонных работ в зимних условиях принимают все необходимые меры, обеспечивающие получение в короткий срок достаточной (критической) прочности бетона до его охлаждения ниже расчетной температуры замораживания (табл. 156).

Таблица 156

Критическая прочность бетона к моменту замораживания
(по СНиП III—15—76)

Конструкции	Прочность, % от расчетной, не менее
Для бетона без противоморозных добавок	
конструкции не напряженные при марках бетона	
до 150	50
200—300	40
400—500	30
То же, подвергающиеся по окончании выдерживания замораживанию и оттаиванию независимо от проектной марки	70
Конструкции преднапряженные	80
Конструкции, подвергающиеся сразу после окончания выдерживания действию расчетного давления воды, и конструкции, к которым предъявляются специальные требования по морозостойкости и водонепроницаемости	100
Для бетона с противоморозными добавками	
конструкции при марках бетона	
200	30
300	25
400	20

Зимние условия для производства бетонных работ наступают при среднесуточной температуре воздуха ниже 5 °С или при минимальной температуре ниже 0 °С.

Бетон, замороженный при критической прочности, после оттаивания следует выдерживать в условиях, обеспечивающих получение проектной прочности до загружения конструкций нормативной нагрузкой.

Условия и срок, по истечении которого допускается замерзание в массивных гидротехнических сооружениях, должны уточняться в проекте производства

работ с учетом требований на проектирование и возведение этих сооружений.

Для предотвращения замерзания бетонной смеси и создания нормальных условий твердения до критической прочности применяют наиболее распространенные способы зимнего бетонирования: термосы, электропрогрев, электрообогрев и паропрогрев. При всех способах бетонирования бетонная смесь должна иметь положительную температуру. В зимних условиях бетонную смесь приготовляют из подогретых заполнителей и воды. Данные о расходе пара для подогрева заполнителей и воды приведены в табл. 157—159.

Таблица 157

Ориентировочный расход пара для нагревания 1 м³ заполнителя (при отсутствии льда и снега), кг

Способ нагревания	Разница между начальной и конечной температурой в °С			
	60 °С	70 °С	80 °С	90 °С
Пропуск пара через змеевики, установленные в утепленных бункерах	35	50	60	65

Таблица 158

Ориентировочный расход пара в кг для нагревания 1 м³ воды начальной температурой 5 °С

Способ нагревания	Нагревание воды до температуры, °С			
	50°	60°	70°	80°
Пуск пара непосредственно в бак с водой	90	110	135	155
Пуск пара через змеевик, установленный в баке с водой	120	145	170	200

Таблица 159

Расход пара на подогревание воды и заполнителей для получения 1 м³ бетонной смеси с заданной температурой

Начальная температура заполнителей, °С	Влажность заполнителей, % (по объему)	Расход пара, кг, для обеспечения температуры бетона при выходе из бетономешалки, °С				
		10	20	30	40	50
—5	2,5	21	35	49	63	70
	5	26	40	54	68	75
	10	36	50	64	78	85
—15	2,5	31	45	59	73	80
	5	36	50	64	78	85
	10	47	61	75	89	96

Потери тепла бетонной смесью при перемешивании в бетономешалке.

Температура бетонной смеси при выходе из бетономешалки, °С	20	25	30	35	40	45
Снижение температуры, °С	3	3,5	4	4,5	5	6

Температура подогрева заполнителей и воды, назначаемая с учетом потерь тепла составляющими в период приготовления, транспортирования и укладки бетонной смеси в конструкции, не должна быть выше значений, приведенных в табл. 160.

Таблица 160

Наибольшая допустимая температура бетонной смеси и ее составляющих, °С

Вид цемента	Составляющие при загрузке в смеситель		Бетонная смесь при выходе из смесителя
	воды	заполнителей	
Портландцемент марки 300 и шлакопортландцемент марки 300—400	90	60	45
Портландцемент марки 400 и пуццолановый портландцемент марки 300	80	50	40
Портландцемент марки 500 и пуццолановый портландцемент марки 400	60	40	35
Глиноземистый цемент	40	20	25

В зимних условиях продолжительность перемешивания бетонной смеси увеличивают не менее чем на 25 % против норм летнего времени. Бетонную смесь доставляют к месту укладки без промежуточных перегрузок, так как потери тепла при перегрузке больше, чем при самой перевозке. Данные о потерях тепла бетонной смесью при доставке к месту укладки приведены в табл. 161.

Таблица 161

Средние потери тепла бетонной смесью при перевозке в автомобилях-самосвалах, °С

Температура бетонной смеси при погрузке в автосамосвал, °С	Температура наружного воздуха, °С	Продолжительность перевозки, мин					
		10	20	30	40	50	60
15	—10	1,0	1,8	2,7	3,6	4,5	5,2
	—20	1,3	2,6	3,8	5,0	6,2	7,2
	—30	1,7	3,3	4,9	6,4	8,0	9,3
25	—10	1,3	2,6	3,8	5	6,3	7,2
	—20	1,7	3,4	4,9	6,4	8,1	9,3
	—30	2,1	4,1	6,0	7,8	9,8	11,3
35	—10	1,7	3,3	4,9	6,4	8,1	9,3
	—20	2,1	4,2	6,0	7,8	9,9	11,4
	—30	2,5	4,8	7,1	9,3	11,6	13,4
45	—10	2,1	4,1	6,0	7,8	10,0	11,4
	—20	2,5	4,8	7,0	9,3	11,8	13,4
	—30	2,9	5,6	8,2	10,7	13,5	15,5

Примечание. При расчете потерь тепла принято, что кузова автосамосвалов закрывают сверху брезентом.

Перед укладкой бетонной смеси опалубку и арматуру очищают от снега и наледи. Арматуру диаметром более 25 мм при температуре ниже минус 10 °С прогревают до положительной температуры.

Бетонную смесь укладывают горизонтальными слоями с допустимой толщиной для вибрирования и быстрыми темпами с таким расчетом, чтобы уложенный бетон в зависимости от способа выдерживания имел расчетную температуру, но не менее 5 °С.

По окончании бетонирования сразу же утепляют верхнюю часть конструкции теплоизоляционными материалами. Опалубку и утепление снимают после достижения бетоном критической прочности. Чтобы не допускать примерзания опалубки к бетону, снятие ее производят после остывания бетона до 5 °С.

Данные о потере тепла бетонной смесью при укладке ее в конструкцию приведены в табл. 162.

Таблица 162

Потери тепла при перегрузках и укладке бетонной смеси в конструкцию

Разница между температурой бетонной смеси и наружного воздуха, °С	Снижение температуры при укладке, °С	Снижение температуры при перегрузке, °С	Разница между температурой бетонной смеси и наружного воздуха, °С	Снижение температуры при укладке, °С	Снижение температуры при перегрузке, °С
15	2,0	—	45	5,0	1,50
20	2,5	—	50	5,5	1,75
25	3,0	0,75	55	6,0	2,00
30	3,5	0,90	60	6,5	2,25
35	4,0	1,00	65	7,0	2,50
40	4,5	1,25	70	7,5	2,75

Примечание. В потери тепла при укладке бетонной смеси входят потери при разгрузке, укладке и остывании ее до покрытия вышележащим слоем бетона. Продолжительность этого периода принята 10 мин.

Выбор способа выдерживания бетона зависит от температуры наружного воздуха, вида цемента и утеплителей, наличия пара, электроэнергии, сроков выполнения работ и массивности конструкции, которая оценивается показателем, называемым модулем поверхности ($M_п$) бетонируемой конструкции.

Чем меньше модуль поверхности ($M_п$), тем массивнее конструкция и тем медленнее охлаждается бетон. При $M_п<3$ конструкции считают массивными, при $M_п=3$—5 — немассивными, при $M_п>6$ — тонкостенными.

Выдерживание бетона способом термоса (в утепленной опалубке) осуществляют в основном при бетонировании массивных конструкций.

При выдерживании бетона с модулем поверхности $M_п=3$—5 способ термоса сочетают с периферийным электропрогревом конструкций.

Для выдерживания бетона в тонкостенных конструкциях с модулем поверхности $M_п>6$ при способе термоса применяют предварительный электроразогрев бетонной смеси или при ее изготовлении вводят добавки ускорителя твердения бетона: хлористый кальций, хлористый натрий, нитрит натрия и поташ (табл. 163).

Таблица 163

Рекомендуемые количества противоморозных добавок, % от массы цемента

Температура бетона, °С, до	$NaCl+CaCl_2$	$NaNO_2$	K_2CO_3
—5	3,0+0,0	4—6	5—6
—10	3,5+1,5	6—8	6—8
—15	3,0+4,5	8—10	8—10
—20	—	—	10—12
—25	—	—	12—15

Примечания: 1. Оптимальное количество поташа или нитрита натрия (в указанных пределах) уточняется строительной лабораторией.

2. При температурах бетона до —5 °С возможно применение хлористого кальция в количестве до 3% массы цемента.

Таблица 164

Расход стали в кг на электроды, необходимые для прогревания 1 м³ бетона

Электроды	Модуль поверхности $M_п$ 4	8	12	15	Примечание
Нашивные	3	4	6	8	С учетом возврата
Струнные	4	8	12	16	Без возврата
Стержневые	4	10	14	19	То же

Прогрев бетона электрическим током, паром или теплым воздухом применяется преимущественно при бетонировании тонкостенных конструкций с модулем поверхности $M_п>8$.

Электропрогрев бетона производят электродным способом или обогревом электрическими нагревательными приборами.

Электродный способ прогрева в армированных конструкциях осуществляют током пониженного напряжения 50—120 В, в неармированных бетонных конструкциях — током напряжением 127—380 В.

Таблица 165

Расход электроэнергии на электропрогрев бетона, кВт·ч/м³

Температура прогрева, °С	Модуль поверхности $M_п$ 4		6		8		10		12		15	
	Температура наружного воздуха, °С											
	—5	—20	—5	—20	—5	—20	—5	—20	—5	—20	—5	—20
Бетон на портландцементе марок 300—400												
30	36	52	54	79	72	105	90	132	110	159	135	197
40	31	48	52	68	68	91	81	111	96	132	118	164
50	—	40	48	65	66	83	81	104	95	123	116	152
60	—	40	41	53	56	74	73	95	—	—	—	—
70	—	—	—	55	56	71	67	91	—	—	—	—
Бетон на шлакопортланд цементе марок 300—400												
40	43	56	60	81	78	106	96	130	114	155	140	189
50	41	52	57	72	71	90	88	109	103	130	124	161
60	40	49	52	67	69	87	84	105	98	124	123	152
70	—	49	51	66	67	77	73	91	—	—	—	—
80	—	—	—	66	67	74	73	91	—	—	—	—

Примечания: 1. Таблица составлена для режимов, обеспечивающих при обычном обветривании (скорость ветра менее 4 м/с) 50 % проектной прочности бетона в конце остывания прогретой конструкции. При сильном обветривании приведенные данные увеличивают на 30—50 % в зависимости от силы ветра.

2. При расходе электроэнергии более 150 кВт·ч/м³ прогреваемые конструкции следует утеплять.

По способу установки электродов в конструкции они делятся на внутренние (стержневые и струнные) и поверхностные (плавающие и нашивные).

Все типы электродов при установке изолируют друг от друга и от арматуры. Рядом расположенные электроды подключают к разноименным фазам электросети. Расход стали на электроды приведен в табл. 164.

При этом способе утепляют все не защищенные опалубкой поверхности бетонируемой конструкции для обеспечения равномерности ее прогрева и экономии электроэнергии. Потребность в электроэнергии для прогрева бетона приведена в табл. 165.

Для электрообогрева бетона при малых объемах бетонирования, замоноличивании стыков сборных конструкций применяют различные нагревательные приборы: лампы теплоизлучения, металлические нагреватели, керамические панели, работающие от общей электросети.

Паропрогрев бетона осуществляют паром низкого давления с помощью паровых рубашек или «капиллярной» опалубки.

При монтаже сборных железобетонных конструкций в зимних условиях наиболее ответственным процессом является заделка стыков. Замоноличивая стыки сборных и сборномонолитных конструкций, выполняют следующие мероприятия. Перед бетонированием поверхность полостей стыков (каналов) очищают от снега и наледи, отогревают до расчетной температуры (но не менее 15 °С) на заданную глубину. Отогрев может не производиться, если для замоноличивания стыков и заполнения каналов используют бетонную смесь с противоморозными добавками.

При невозможности использования бетонной (растворной) смеси с противоморозными добавками стыки замоноличивают с электропрогревом или электрообогревом.

Контроль качества работ

Качество материалов для бетонных работ должно соответствовать требованиям ГОСТов.

При производстве опалубочных и арматурных работ контролируют правильность установки опалубки и арматуры в соответствии с рабочими чертежами и требованиями СНиП III—15—76.

Контроль за приготовлением бетонной смеси состоит в проверке влажности и зернового состава заполнителей, точности дозирования и последовательности загрузки составляющих в барабан бетоносмесителя, а также продолжительности перемешивания.

Подвижность бетонной смеси определяют не менее двух раз в смену при постоянной влажности заполнителей и не реже чем через каждые 2 ч при резком изменении влажности заполнителей, а также при изготовлении смеси нового состава или из новой партии инертных материалов.

Прочность бетона контролируют путем испытания серий образцов, изготовленных на месте бетонирования и выдерживаемых в условиях твердения бетонной смеси, уложенной в конструкции.

Бетон для гидротехнических сооружений проверяют на водонепроницаемость и морозостойкость по пробам, отобранным на бетонных заводах или установках перед началом приготовления каждого состава бетона, а в дальнейшем — не реже одного раза в квартал, а также при изменении состава бетона или характеристик используемых материалов.

Количество контрольных образцов в одной серии, отобранных на месте приготовления и на месте укладки бетонной смеси, должно быть не менее двух, при контроле прочности бетона только на месте укладки или в зимних условиях — не менее трех. Отбор серий контрольных образцов по количеству зависит от массивности сооружения (табл. 166).

Если в результате испытания образцов установят, что бетон не удовлетворяет проектным требованиям, то состав бетонной смеси для дальнейшего бетонирования корректируют, а возможность использования возведенных конструкций согласуют с проектной организацией.

При контроле за качеством бетона, кроме механических (разрушающих) методов, применяют методы испытания бетона без разрушения образцов. К наи-

Таблица 166

Объем бетона, от которого берется одна серия контрольных образцов для испытания на сжатие

Сооружения	Объем одного блока бетонирования, м³	Объем бетона, от которого берется одна серия образцов, м³
Массивные гидротехнические сооружения	>1000	500
	<1000	250
Крупные фундаменты под конструкции	—	100*
Массивные блоки под оборудование	>50	50
	<50	От каждого блока
Тонкостенные и каркасные конструкции	—	20
Основания и покрытия цементно-бетонных дорог	—	200**

* Но не менее чем от каждого блока.
** Но не реже одного раза в смену.

более распространенным неразрушающим методам контроля качества бетона относят импульсный и ядерного излучения.

Прочность бетона импульсным методом определяют с помощью специальной электронной аппаратуры, позволяющей определить время прохождения ультразвуковой волны через тело бетона.

Прочность бетона в тонкостенных конструкциях определяют методом ядерного излучения, основанного на поглощении или отражении лучей гамма-источника.

При производстве работ в зимних условиях ведут тщательный контроль за температурой воды, заполнителей, бетонной смеси при выходе из бетоносмесителя и при бетонировании конструкций.

Температуру уложенного бетона контролируют: при бетонировании по способу термоса и с противоморозными добавками — 2 раза в сутки до окончания выдерживания, при электропрогреве — первые 3 ч через каждый час, в остальное время прогрева — через 2—3 ч; при паропрогреве — первые 8 ч через 2 ч, в последующие 16 ч через 4 ч, а затем не реже 3 раз в сутки до окончания выдерживания бетона.

Температуру бетона измеряют в специальных скважинах (уложенные в тело бетона металлические трубки с запаянным дном и с небольшим количеством минерального масла). Термометр опускают в трубку с маслом не менее чем на 3 мин.

Особенно важен контроль за температурой выдерживания тонкостенных конструкций в местах, наиболее уязвимых для проникания холода.

Температуру наружного воздуха измеряют не реже 3 раз в сутки.

Осуществляя контроль при уходе за бетоном, распалубливанием и загрузкой конструкций, необходимо следить за надлежащим обеспечением твердения забетонированных конструкций, порядком и аккуратностью распалубливания их без повреждения бетонных поверхностей и самой опалубки и необходимой прочностью бетона при загрузке распалубленных конструкций.

Приемка работ

Приемка законченных бетонных и железобетонных монолитных конструкций включает освидетельствование конструкций с проведением контрольных замеров, а в необходимых случаях и контрольных испытаний, проверку всей документации, оформляемой при приемке и испытании применяемых материалов, полуфабрикатов и изделий, возведении конструкций и актов промежуточной приемки работ.

При приемке законченных работ по возведению бетонных и железобетонных конструкций проверяют соответствие конструкций рабочим чертежам и правильность их расположения в плановом и высотном отношении, качество уложенного бетона по прочности, а в необходимых случаях по морозостойкости, водонепроницаемости и другим показателям, предусмотренным проектом, качество бетонной поверхности конструкций, наличие и соответствие проекту закладных частей и деформационных швов в конструкциях.

Отклонения в размерах и положении готовых монолитных бетонных и железобетонных конструкций не должны превышать приведенных в табл. 167.

Таблица 167

Допускаемые отклонения для монолитных бетонных и железобетонных конструкций

Отклонения	Величина допускаемых отклонений, мм
Плоскостей и линий их пересечения от вертикали или от проектного наклона на всю высоту конструкции	
для фундаментов	±20
для стен и колонн, поддерживающих монолитные покрытия и перекрытия	±15
для стен и колонн, поддерживающих сборные балочные конструкции	±10
для стен зданий и сооружений, возводимых в скользящей опалубке при отсутствии промежуточных перекрытий	1/500 высоты сооружения, но не более 100
для стен зданий и сооружений, возводимых в скользящей опалубке при наличии промежуточных перекрытий	1/1000 высоты, но не более 50
Горизонтальных плоскостей на всю плоскость выверяемого участка	±20
Местные отклонения поверхности бетона от проектной при проверке конструкций рейкой длиной 2 м, кроме опорных поверхностей	±5
В длине или пролете элементов	±20
В размерах поперечного сечения элементов	+6; —3
В отметках поверхностей и закладных частей, служащих опорами для металлических или сборных железобетонных колонн и других сборных элементов	—5
В расположении анкерных болтов	
в плане внутри контура опоры	5
в плане вне контура опоры	10
на высоте	+20
Разница отметок по высоте на стыке двух смежных поверхностей	3

Приемку готовых монолитных бетонных и железобетонных конструкций или частей сооружения оформляют в установленном порядке актом освидетельствования скрытых работ или актом на приемку ответственных конструкций.

Приемку монтажных работ осуществляют с целью проверки правильности установки сборных элементов конструкций, качества сварки и заделки стыков и швов, сохранности конструкций, их отделки и готовности сооружения к производству последующих строительно-монтажных работ.

В процессе приемки освидетельствуют в натуре конструкции, стыки и швы, выполняют контрольные измерения и при необходимости производственные и лабораторные испытания.

При приемке смонтированных конструкций предъявляют следующие документы: рабочие чертежи смонтированных конструкций; паспорта на сборные конструкции или их элементы; сертификаты на использованные материалы при монтаже и сварке; исполнительные схемы инструментальной проверки положения смонтированных конструкций; журналы монтажных и сварочных работ и заделки стыков; акты на скрытые работы и промежуточной приемки смонтированных ответственных конструкций; документация по результатам испытаний качества сварки и замоноличивания стыков; опись дипломов (удостоверений) сварщиков, выполнявших сварку при монтаже конструкций.

Свайные работы

Производство свайных работ разрешается при наличии данных, характеризующих геологические и гидрогеологические условия строительной площадки, проекта свайного сооружения и плана участка с обозначением на нем подземных коммуникаций, проекта производства свайных работ и данных об испытании свай пробными нагрузками.

Погружение свай и шпунта в грунт производят следующими способами: забивкой (ударным способом), вибрированием, виброзабивкой, вибровдавливанием, подмывом, вибрированием с подмывом, завинчиванием и другими способами.

Наиболее распространенным является ударный способ погружения свай.

По способу передачи сваями нагрузки от сооружения на грунт их делят на сваи — стойки, опирающиеся нижними концами на твердый грунт, и висячие сваи, передающие нагрузку в основном за счет сил трения грунта по боковой поверхности и частично сопротивления грунта под нижними концами свай.

При производстве свайных работ следует руководствоваться требованиями СНиП III—9—74 «Свайные фундаменты и шпунтовые ограждения».

Забивные сваи

Забивные сваи изготовляют из дерева, железобетона и стали. Деревянные сваи применяют в основном там, где лес является местным строительным материалом. Сваи изготовляют из древесины хвойных пород деревьев и дуба длиной 4,5—12 м, диаметром в верхнем отрубе бревна от 13 до 35 см. В нижнем конце сваю заостряют на три или четыре грани, притупляя вершину острия. Вершина заострения должна совпадать с осью свай: в противном случае при забивке свая будет отклоняться от проектного положения. В зависимости от плотности грунта длину заострения назначают в пределах 1,5—2 диаметров нижнего конца сваи. На заостренные концы свай, забиваемых в плотные грунты, надевают металлические башмаки с целью предохранения острия сваи от разрушения. На верхний конец сваи, несколько стесанный на конус, плотно насаживают металлическое кольцо (бугель) для предохранения головы сваи от разрушения при ударах молота. Голова сваи должна иметь срез строго перпендикулярный направлению ее оси. Несоблюдение этого требования обычно приводит к внецентренному удару молота по свае и, как следствие, отклонению сваи от вертикального положения.

При необходимости применения свай длиной 8—12 м и отсутствии соответствующих бревен применяют составные сваи путем стыкования двух бревен.

Шпунтовые деревянные сваи изготовляют из брусьев. Нижний конец шпунтовой сваи со стороны гребня скашивают несколько больше для плотного прилегания забиваемой сваи к уже погруженной свае.

Шпунтовые сваи применяют для устройства водонепроницаемых ограждений в основаниях гидротехнических сооружений и ограждающих стенок при рытье котлованов.

Для продления срока службы деревянные сваи антисептируют и погружают ниже уровня грунтовых и поверхностных вод.

Железобетонные сваи по форме подразделяют на четыре основных типа: сплошные с квадратным или прямоугольным сечением; полые круглого сечения (трубчатые); полые квадратного сечения; шпунтовые; по способу армирования — на сваи с обычной и предварительно напряженной арматурой; по длине — на цельные сваи и составные сваи квадратного и трубчатого сечения.

Применение предварительно напряженных свай дает возможность сократить расход бетона до 15—20 % и металла до 50—60 % по сравнению со сваями, армированными обычной арматурой.

Применение полых свай позволяет уменьшить массу сваи и соответственно расход бетона до 40 %. Для погружения таких свай применяется более легкое копровое оборудование.

На торце каждой сваи несмываемой краской наносят марку сваи и дату изготовления. Каждую партию свай завод-изготовитель обеспечивает паспортом, в котором указывают марку свай, количество их в партии, прочность бетона свай, результаты испытания свай на трещиностойкость и т. п.

При погрузке в транспортные средства сваи укладывают на подкладки, располагаемые от концов сваи на 0,207 ее длины.

Для защиты свай от действия агрессивных грунтовых вод применяют метод пропитки или метод покрытия их поверхности антикоррозионными материалами. Защита свай методом пропитки более эффективна, так как пропиточный материал, проникая на некоторую глубину в толщу бетона, исключает нарушение изоляции при погружении сваи в грунт.

Железобетонные сваи пропитывают нефтяными битумами, петролатумом и их смесью.

Стальные шпунтовые сваи прокатывают длиной до 30 м, добиваясь различной формы поперечного сечения (плоского, корытообразного и зетообразного профилей).

Шпунтовые сваи плоских профилей применяют для устройства водонепроницаемых ограждений в основаниях гидротехнических сооружений и ограждающих стенок при рытье котлованов под фундаменты сооружений. Шпунты корытообразного и зетообразного профилей предназначают для устройства подпорных стенок и ограждения глубоких котлованов. Плотность между шпунтами обеспечивается за счет соединения в замок.

Для повышения антикоррозионной стойкости стальные шпунтовые сваи покрывают битумом, смолой, красками и т. д.

Погружение свай

Погружение свай ударным способом осуществляют при помощи сваебойных установок стационарного и мобильного типа.

К стационарным установкам относят копры на рельсовом ходу, применяемые для погружения свай длиной более 12 м, а также мостовые копровые установки, используемые для погружения свай длиной 8—12 м.

К мобильным установкам относят самоходные копровые установки на базе тракторов, кранов и экскаваторов для погружения свай длиной 6—8 м.

Выбор типа сваебойной установки зависит от проектного положения (вертикальное, наклонное) забиваемых свай, материала, длины и массы свай, условий производства работ (на сухом месте, на воде и др.), срока работ, степени трудности забивки свай и их количества.

Сваебойные установки оборудуют механическими, паровоздушными (одиночного и двойного действия) и дизельными молотами (штанговыми и трубчатыми).

Наиболее распространены при забивке свай паровоздушные и дизельные молоты. Механические молоты применяют в исключительных случаях из-за их низкой производительности. При небольших объемах работ используют дизельные молоты, так как они не требуют дополнительных силовых установок.

Дизельные молоты трубчатого типа по сравнению с молотами штангового типа при одной и той же массе ударной части обладают большей энергией удара.

Масса ударной части паровоздушных молотов одиночного действия и дизельных молотов при забивке сваи длиной до 12 м должна быть, как правило, в 1,5 раза больше массы ее, сваи длиной более 12 м — не менее массы и только лишь при забивке тяжелых свай массой более 2 т — меньше массы сваи, однако не менее 75 % массы сваи.

Паровоздушные молоты двойного действия используют при забивке стального шпунта и железобетонных свай длиной до 15 м.

Для предохранения от разрушения голов железобетонных свай и стального шпунта применяют металлические наголовники, снабженные сменными деревянными прокладками-амортизаторами. Одновременно наголовники служат для направления свай при их забивке в грунт (наголовник соединяется со стрелами копра специальным ползуном) и равномерного распределения силы удара по площади сваи.

Забивку свай начинают легкими ударами при небольшом подъеме молота (0,2—0,4 м) для того, чтобы закрепить сваю в грунте и дать ей правильное направление. После погружения сваи на 1,5—2 м продолжают забивку при постоянной высоте подъема молота, принятой по расчету в зависимости от прочности материала сваи.

Погружение свай с помощью вибропогружателя, подвешенного на кране, применяют в основном в несвязных грунтах.

Наиболее широко вибропогружатели используют при погружении полых свай и устройстве противофильтрационных стенок из шпунта.

Погружение шпунта осуществляют в следующем порядке. Вначале погружают через 2—2,5 м по длине шпунтового ряда маячные сваи, к которым прикрепляют два параллельных горизонтальных направляющих бруска (схватки) на расстоянии друг от друга, равном толщине шпунта. Шпунт, или пакет, погружают гребнем вперед по ходу погружения. Для обеспечения плотности соединения шпунтин верхнюю часть погружаемой шпунтины прижимают к ранее погруженной при помощи клина, а нижнюю за счет скошенного конца шпунтины.

Для успешного погружения шпунта необходимо следить за креплением вибропогружателя к шпунтине (пакету) — жесткостью и соосностью соединения.

Наиболее эффективным оборудованием является вибромолот. При помощи вибромолота сваю погружают в 3—8 раз быстрее и на бо́льшую глубину, чем при помощи вибропогружателя.

Погружение свай способом подмыва применяют в песчаных и песчано-гравелистых грунтах, когда забивка связана с большими трудностями. Для погружения свай с помощью подмыва используют копры или подъемные краны.

Перед погружением сваю поднимают и устанавливают в стреле копра в проектное положение. По бокам сваи прикрепляют трубы так, чтобы наконечники их были на 0,3—0,4 м ниже острия сваи. В трубы под давлением подают воду и постепенно опускают их в грунт на глубину до 1 м. Затем трубы погружают непрерывно, двигая их вверх и вниз для лучшего разрыхления грунта и движения воды вдоль сваи вверх. В результате подмыва свая погружается под действием собственной массы и массы установленного на голову сваи забивного механизма. Подмыв прекращают на последнем метре погружения, и до проектной отметки сваю забивают в неразмытый грунт для повышения ее несущей способности. Способ подмыва исключает повреждение свай (размочаливание, разрушение), повышает скорость их погружения, дает возможность погружать сваи в сравнительно тяжелых грунтовых условиях. Существенным недостатком этого способа является разрыхление грунта, уменьшающее силы трения боковой поверхности сваи, поэтому при погружении висячих свай этот способ непригоден.

Устройство свайных ростверков

В зависимости от применяемого материала ростверки могут быть деревянными, бетонными и железобетонными.

Деревянные ростверки устраивают лишь на деревянных сваях, бетонные— на всех видах свай.

Железобетонные ростверки делят на монолитные и сборные.

При устройстве монолитного железобетонного ростверка предварительно срубают до заданного проектом уровня головы железобетонных свай с оголением арматурных стержней. Оголенную арматуру сваривают с арматурой каркаса ростверка.

Ростверк бетонируют в сборной деревянной опалубке горизонтальными слоями равномерно по всей площади.

Контроль за производством свайных работ

Погружение свай требует тщательного контроля. При возникновении отдельных неполадок (табл. 168) погружение сваи приостанавливают, выясняют причины возникновения неполадок и после их устранения продолжают погружение сваи.

Таблица 168

Возможные неполадки при погружении свай и способы их устранения

Неполадки при забивке свай	Причины неполадок	Способы устранения
Отклонение сваи от вертикального положения	Неправильная установка копра. Неправильное заострение сваи. Препятствие в грунте. Кривизна тела сваи	В начале погружения дефект исправляют, изменяя положение копра. После погружения на большую глубину исправление невозможно и сваю извлекают
Постепенное кручение сваи вокруг оси в процессе забивки	Неправильная форма сваи	Установить подвижный хомут на стреле копра
Разрушение головы сваи	Неправильный срез головы сваи. Неправильно установлен деревянный вкладыш в наголовнике. Чрезмерно сильные удары молота	Заменить вкладыш в наголовнике. Уменьшить силу удара молота
	Нарушена соосность удара молота по голове сваи	Проверить центральность удара наковальни молота по свае
Выпирание сваи (подъем) после ударов молота	Наблюдается в связных грунтах, где сильно сцепление грунта со сваей, в результате чего окружающий грунт совместно со сваей пружинит при ударах молота и возвращается вместе со сваей в первоначальное положение при холостом ходе молота	Увеличить частоту ударов молота
«Ложный» отказ—внезапное резкое уменьшение осадок сваи от ударов или полная ее остановка	Препятствие в грунте или замедленное перемещение грунта под острием сваи	Дать «отдых» свае в течение нескольких часов, после чего добить сваю. Если невозможно добить сваю обычным приемом, необходимо изменить систему ударов. Когда эти мероприятия не дают результата, сваю выдергивают или заменяют дублером
«Нулевой» отказ	Длительная забивка или встреча препятствия в грунте	Прекратить дальнейшую забивку сваи

Все данные наблюдений в процессе погружения каждой сваи заносят в журнал свайных работ. В журнале отмечают дату забивки, номер, длину и поперечное сечение свай, высоту подъема ударной части молота и число ударов в залоге, глубину погружения и величину отказа сваи, а также все возникшие отклонения и затруднения в процессе погружения сваи.

Сваю забивают до тех пор, пока величина отказа не достигнет проектной величины в трех последовательных залогах в конце погружения.

Приемка работ

Приемку работ по устройству свайных фундаментов и шпунтовых ограждений производят на основании следующей документации: проектов свайных сооружений, актов геодезической разбивки сооружений, исполнительных планов расположения свай и сооружений, журналов забивки свай.

В процессе приемки свайных сооружений проверяют соответствие выполненных свайных работ проекту.

Отклонения от проектного положения забивных свай не должны быть более величин, приведенных в табл. 169, или величин, указанных в проекте при соответствующем обосновании.

Таблица 169

Допускаемые отклонения от проектного положения в плане свай и оболочек при погружении их

Тип свай и их расположение	Допускаемые отклонения осей свай в плане
Забивные сваи квадратного и прямоугольного сечения, полые круглые забивные сваи диаметром до 0,5 м	
для однорядного расположения свай	
поперек оси свайного ряда	$0{,}2\,d$
вдоль оси свайного ряда	$0{,}3\,d$
для кустов и лент с расположением свай в два и три ряда	
для крайних свай поперек оси свайного ряда	$0{,}2\,d$
для остальных свай и для крайних свай вдоль свайного ряда	$0{,}3\,d$
при сплошном свайном поле под всем зданием или сооружением	
для крайних свай	$0{,}2\,d$
для средних свай	$0{,}4\,d$
для одиночных свай	5 см
для свай-колонн	3 см
Полые круглые сваи диаметром от 0,5 до 0,8 м	
при ленточном расположении свай поперек ряда	10 см
при ленточном расположении свай вдоль ряда и при кустовом расположении свай	15 см
для одиночных полых круглых свай под колонны	8 см

Примечание. Диаметр круглой, сторона квадратной или меньшая сторона прямоугольной сваи.

Допускаемые отклонения шпунтового ряда от проектного положения в плане не должны быть более указанных в табл. 170, или величин, указанных в проекте при соответствующем обосновании.

При приемке работ составляют акт, в котором отмечают все выявленные дефекты, указывают срок их устранения и дают оценку качеству работ.

Каменные работы

В зависимости от применяемых материалов каменная кладка делится на бутовую, бутобетонную, кирпичную, мелкоблочную и крупноблочную.

Бутовую и бутобетонную кладки применяют при строительстве гидротехнических сооружений.

При возведении плотин из местного каменного материала выполняют каменную кладку без раствора «насухо».

При выполнении каменных работ необходимо руководствоваться СНиП III—17—78 и СНиП III—4—79.

Таблица 170

Допускаемые отклонения при погружении шпунта

Вид шпунта	Допускаемые отклонения шпунтового ряда от проектного положения в плане
Деревянные шпунтовые ряды плотин, шлюзов	1,3 толщины шпунта
Деревянные шпунтовые ряды набережных, однорядных перемычек с подкосами и двухрядных перемычек	Толщина шпунта
Деревянные шпунты прочих сооружений на уровне отметки верха шпунта	То же
Деревянный шпунтовый ряд перемычек (без подкоса)	300 мм
Железобетонный шпунт на отметке поверхности грунта	100 мм
Стальной шпунт при погружении плавучим копром	
на отметке верха шпунта	Не более 300 мм
на отметке поверхности грунта	150 мм
Стальной шпунт при погружении с суши на отметке верха шпунта	150 мм

Бутовая и бутобетонная кладки

Бутовую и бутобетонную кладки применяют при сооружении фундаментов, подпорных стенок, мостовых опор, стен подвалов и пр.

Бутовая кладка очень трудоемка и применяется в основном при небольших объемах работ в районах, где бутовый камень является местным строительным материалом.

Бутовую кладку выполняют несколькими способами: «под лопатку», «под залив» и с применением виброуплотнения.

Кладку «под лопатку» ведут горизонтальными рядами высотой до 30 см с подбором камней по высоте, их приколкой, расщебенкой пустот и с соблюдением перевязки швов.

Первый ряд кладки из наиболее крупных постелистых камней укладывают насухо на подготовленное основание с утрамбовкой и расщебенкой пустот, а затем заливают жидким раствором, заполняя все пустоты между камнями. Укладку следующих рядов ведут попеременно то ложком, то тычком на пластичном растворе с подбором камней по высоте, их приколкой, тщательной расщебенкой пустот и с соблюдением перевязки швов, не допуская соприкосновения камней друг с другом (без шва), так как при этом снижается прочность кладки.

Верстовые ряды укладывают под причалку, натянутую по маячным камням. Камни верстовых рядов сначала укладывают насухо с целью подбора их по высоте и устойчивого положения в кладке. После укладки на раствор верстовых камней приступают к заполнению забутки. Раствор под забутку распределяют слоем толщиной $^1/_4$—$^1/_3$ высоты ряда кладки для того, чтобы он при укладке камней в забутку выдавливался в вертикальные швы. В забутку камни укладывают плотно один к другому, соблюдая перевязку швов. Для плотной посадки камней на постель при необходимости их подкалывают и осаживают кувалдой. Промежутки между камнями в забутке заполняют мелкими камнями и щебнем, осаживая их в раствор слабыми ударами молотка.

Поверхность уложенного ряда выравнивают с добавлением раствора в пониженных местах кладки.

Разновидностью бутовой кладки «под лопатку» является кладка с приколкой лицевой поверхности. При выполнении этой кладки неровности лицевой поверхности камней, укладываемых в верстовые ряды, предварительно окалывают остроносой кувалдой для получения ровной поверхности сооружения.

Бутовую кладку «под залив» выполняют из рваного или булыжного камня без подбора камней в верстовые ряды. Кладку «под залив» выполняют в опалубке или враспор при глубине траншей до 1,25 м, вырытых в плотных грунтах. Кладку ведут горизонтальными рядами высотой 0,15—0,2 м.

Первый ряд бутового камня укладывают насухо на подготовленное основание, заполняют пустоты между камнями мелким камнем и щебнем с уплотнением и заливают раствором. Последующие ряды кладки укладывают таким же образом.

Бутовая кладка «под залив» допускается только для фундаментов зданий III—IV классов высотой не более двух этажей.

Бутовая кладка с применением виброуплотнения по прочности на 25—40 % превышает кладку, выполненную способом «под лопатку».

Кладку с применением виброуплотнения выполняют в следующей последовательности. На подготовленное основание насухо выкладывают камни с заполнением пустот между ними щебнем. По уложенному слою камней расстилают раствор слоем 4—6 см и уплотняют площадочным вибратором до тех пор, пока не прекратится проникание раствора в кладку.

Последующие ряды кладки укладывают способом «под лопатку», покрывают их раствором и вибрируют.

Кладку с применением виброуплотнения выполняют в опалубке или враспор со стенками траншей в плотных грунтах.

Бутобетонную кладку выполняют из бетонной смеси и бутового камня. Бетонную смесь и камни укладывают последовательно горизонтальными рядами, уплотняя их с помощью вибраторов. Бутобетонная кладка без вибрирования допускается только при небольших объемах работ. В каждый слой бетонной смеси толщиной не более 20 см втапливают бутовые камни, размеры которых не должны превышать $^1/_3$ толщины возводимой конструкции. Между втапливаемыми камнями, а также камнями и опалубкой или стенкой траншеи должны быть промежутки 4—6 см. Слой бетонной смеси должен покрывать бутовый камень не менее чем на половину его высоты.

Подвижность бетонной смеси при вибрировании бутобетонной кладки должна соответствовать осадке стандартного конуса на 5—7 см, без вибрирования — на 8—12 см.

После перерыва бутобетонную кладку возобновляют, укладывая бетонную смесь по предварительно очищенной и увлажненной поверхности ранее уложенной кладки.

Бутобетонная кладка по сравнению с бутовой менее трудоемка, ее выполняют менее квалифицированные каменщики, однако она требует большего расхода цемента и щебня.

Бутовую и бутобетонную кладки в гидротехнических сооружениях облицовывают тесаными или выпиленными камнями для защиты их от атмосферных и механических (наносов, льда и пр.) воздействий.

При облицовке сначала укладывают версты из тесаного камня, а затем внутри облицовочных рядов ведут кладку из бутового камня.

Камни облицовки укладывают насухо по шнуру на деревянные клинья или планки, с помощью которых придают камням проектное положение, затем поворачивают каждый камень, расстилают под него ровный слой густого цементного раствора, заусенки ранее уложенного и вновь укладываемого камней также покрывают раствором и опускают камень на место, осаживая его слабыми ударами деревянного молотка. После укладки камней в прежнее положение клинья или планки из швов удаляют.

Бутовую кладку выполняют звеньями в два или три человека.

Каменная кладка в зимних условиях

В зимних условиях конструкции из камней правильной формы можно возводить способами замораживания с применением раствора с противоморозными добавками и прогревом кладки.

Кладку способом замораживания производят на открытом воздухе с соблюдением следующих требований. Кирпич и камни перед укладкой очищают от снега и наледи, применяют цементные, цементно-известковые или цементно-глиняные растворы. Марки растворов назначают в зависимости от температуры наружного воздуха (при среднесуточной температуре воздуха от минус 4 до

минус 20 °С марку раствора повышают на одну ступень по сравнению с маркой раствора, применяемой для кладки в летних условиях; при среднесуточной температуре воздуха ниже минус 20 °С марку раствора повышают на две ступени). Подогретый раствор используют в течение 20—25 мин (температура раствора должна быть не ниже 10 °С при температуре наружного воздуха минус 10 °С и выше, 15 °С — при температуре наружного воздуха от минус 10 до минус 20, 20 °С — при температуре наружного воздуха минус 20 °С и ниже). Устойчивость каменных конструкций в углах и местах примыкания поперечных стен обеспечивают укладкой стальных связей.

Стены выкладывают равномерно по всему зданию (сооружению) убежистой штрабой с разрывами по высоте не более 4 м.

Кладку из рваного бутового камня на растворе с химическими добавками разрешается производить для зданий высотой до трех этажей. Кладку ведут враспор со стенками траншей способом «под лопатку», при кладке стен подвалов внутреннюю поверхность их раскрепляют опалубкой с подкосами на период оттаивания.

Растворы с химическими добавками используют при среднесуточной температуре 5 °С (допускается применение при среднесуточной температуре минус 15 °С, а также при кратковременных, не более 5 сут среднесуточных температурах до минус 25 °С).

В момент укладки температура растворов с химическими добавками должна быть не ниже 5 °С. Наблюдения за состоянием кладки в период оттаивания ведут, так же как и при кладке способом замораживания.

Для прогрева каменных конструкций применяют электрический ток или пар.

Электро- или паропрогрев ввиду большой стоимости применяют в исключительных случаях и при обосновании технико-экономическим расчетом.

При возведении каменных конструкций в зимнее время ведут журнал работ, в котором отмечают: температуру наружного воздуха в период производства работ; температуру раствора в момент его укладки; температуру кладки при ее искусственном прогреве и т. д., а также состояние каменных конструкций в период оттаивания кладки и другие показатели, влияющие на качество работ.

Приемка работ

Приемка выполненных работ по каменной кладке должна производиться до оштукатуривания поверхности каменных конструкций.

Промежуточной приемке с оформлением актов на скрытые работы подлежат следующие работы и конструктивные элементы: подготовленное основание, глубина заложения, размеры фундаментов и качество кладки их; осадочные и температурные швы; гидроизоляция кладки, уложенная в каменные конструкции арматура, стальные закладные детали и их антикоррозийная защита; места опирания ферм, прогонов, балок, плит на стены, столбы и соответствие проекту заделки их в кладке.

Отклонения в размерах и положении каменных конструкций от проектных не должны превышать величин, приведенных в табл. 171.

Деревянные работы

В гидротехническом строительстве древесину применяют для сооружения небольших деревянных плотин, ряжевых и шпунтовых перемычек, эстакад и устройств подсобно-производственного назначения.

Деревянные работы делят на плотничные и столярные.

К плотничным работам относят изготовление конструкций с соединением элементов на врубках, шпонках, болтах, гвоздях и других металлических креплениях в основном без острожки.

Столярные работы выполняют с более тщательной и чистой обработкой (обязательной острожкой) с соединением элементов в основном с помощью клея.

Элементы деревянных конструкций соединяют между собой врубовыми

Таблица 171

Отклонения в размерах и положении каменных конструкций от проектных, мм

Отклонения	Конструкции из бута и бутобетона			Конструкции из керамических и природных камней правильной формы, из крупных блоков	
	фундаменты	стены	столбы	стены	столбы
Отклонения по размерам (толщине) конструкций в плане	30	20	20	15	10
по отметке опорных поверхностей	—25	—15	—15	—10	—10
по ширине простенков	—	—20	—	—15	—
по ширине проемов	—	+20	—	+15	—
по смещению вертикальных осей оконных проемов	—	20	—	20	—
по смещению осей конструкций	20	15	10	10	10
Отклонения поверхностей и углов кладки от вертикали					
на один этаж	—	20	15	10	10
на все здание	30	30	30	30	30
Отклонения рядов кладки от горизонтали на 10 м длины стены	30	20	—	15	—
Неровности на вертикальной поверхности кладки, обнаруженные при накладывании рейки длиной 2 м	—	15	15	10	5
Разница отметок верхних поверхностей панелей в стенах и перегородках	—	—	—	+10	—

соединениями: наращиванием, сращиванием, сплачиванием и угловыми сопряжениями.

Соединения путем наращивания выполняют вполдерева с прямыми и со скошенными торцами.

Соединения путем сращивания выполняют впритык для малоответственных конструкций при отсутствии в элементах растягивающих усилий; сращивание вполдерева, а также с косым накладным замком применяют в элементах конструкций с небольшими растягивающими напряжениями.

Соединения путем сплачивания выполняют прямоугольным шпунтом при сооружении шпунтовых перемычек, вчетверть при устройстве щитов опалубки.

Соединения деревянных элементов угловыми сопряжениями применяют при возведении ряжевых перемычек, водозаборных сооружений и т. п.

Гвоздевые соединения применяют при сплачивании составных дощатых конструкций балок, прогонов и ферм.

Точность изготовления элементов обеспечивается правильной разметкой соединения при помощи шаблонов, по которым делают пропилы, долбление, сверление и т. п.

Механическую обработку древесины производят до ее защитной обработки. При дополнительной механической обработке элементов в процессе сборки или монтажа конструкций нарушенное защитное покрытие должно быть восстановлено.

Монтаж деревянных конструкций производится в основном укрупненными блоками при помощи стреловых кранов. Места захвата несущих конструкций защищают от смятия.

В соответствии со СНиП III—19—76 отклонения в размерах несущих конструкций и их положения от проектного не должны превышать величин, приведенных ниже.

Допускаемые отклонения, мм	Величина допускаемых отклонений, мм
По длине конструкций	±20
По высоте конструкций и опор	±10
В расстояниях между осями конструкций	±10
Конструкций от вертикали	±0,2% высоты конструкций
Отдельных сжатых элементов конструкции от проектного положения	1/300 длины элемента
Смещение центра опорных узлов от центра опорных площадок	±10
В глубине врубок	±2,5
В размерах поперечных сечений	±2
В расстояниях между центрами рабочих болтов и нагелей в соединениях	
для входных отверстий	±2
для выходных отверстий поперек волокон	2% от толщины пакета, но не более 5 мм
То же, вдоль волокон	4% толщины пакета, но не более 10 мм
В расстояниях между центрами гвоздей со стороны забивки в гвоздевых соединениях	±2

В гидротехническом строительстве при ограждении котлованов, а также берегоукрепительных и выправительных работах применяют ряжевые конструкции. Ряжи рубят из бревен толщиной 22—30 см, отесанных под скобу.

Угловые сопряжения ряжей рубят в лапу, а пересечения — в чашку. Нижнюю часть ряжей собирают на стапелях, плашкоутах или на льду, среднюю — на плаву и устанавливают на дно с пригрузкой, верхнюю часть собирают после установки ряжа.

Для обеспечения водонепроницаемости внешние стены ряжей обшивают шпунтовыми досками.

Мероприятия по борьбе с гниением деревянных элементов сооружений

Основными мероприятиями по борьбе с гниением древесины являются сушка и антисептирование.

Сушат древесину в естественных условиях на складах, в сушильных камерах, в жидкостях (петролатуме) и токами высокой частоты.

Антисептирование производят путем обработки или пропитки древесины антисептиками. Наибольшее применение получили водорастворимые, маслянистые антисептики и антисептические пасты.

Водорастворимые антисептики — фтористый и кремнефтористый натрий, хлористый цинк, медный купорос и др. — хорошо растворяются в воде и применяются в виде водных растворов.

Маслянистые антисептики: каменноугольное креозотовое масло, антраценовое и сланцевое масла, торфяной и древесный креозот, каменноугольная смола.

Антисептические пасты: экстрактовые (на фтористом или кремнефтористом натрии), силикатные, битумные, глиняные и глинобитумные. По содержанию антисептика в пасте, наносимой на 1 м² поверхности древесины, пасты подразделяют на марки 100, 200 (100 и 200 г антисептика на 1 м²).

Пасты марки 100 применяют для защиты тонких элементов, марки 200 — для защиты массивных элементов в условиях повышенной влажности.

Водорастворимые антисептики применяют для обработки древесины, защищенной в условиях эксплуатации от непосредственного увлажнения. Антисептирование древесины водорастворимыми антисептиками производят путем двукратной обмазки малярными кистями, опрыскивания из гидропульта или кратковременного погружения в холодную или горячую ванну с антисептирующим водным раствором элементов деревянных конструкций.

Маслянистые антисептики и пасты применяют во всех видах строительства для элементов, работающих в условиях постоянного или периодического

увлажнения, находящихся на открытом воздухе, в земле или воде. Антисептирование маслянистыми антисептиками и пастами производится путем обмазки или пропитки в горяче-холодных ваннах с температурой в горячей ванне не менее 90 °С и в холодной ванне 40—50 °С.

Окраска поверхности древесины масляными красками также хорошо предохраняет конструкции от гниения.

Гидроизоляционные работы

В гидротехническом строительстве для создания водонепроницаемости элементов гидротехнических сооружений, а также для защиты бетонных, железобетонных и металлических конструкций от воздействия агрессивных вод применяют гидроизоляцию.

В зависимости от вида, назначения и условий эксплуатации сооружений устанавливают различные виды гидроизоляции: окрасочную, оклеечную, штукатурную, асфальтовую и др. На рабочих чертежах указывают методы и последовательность производства гидроизоляционных работ.

До устройства гидроизоляции осуществляют следующие подготовительные мероприятия. Выравнивают неровности и сглаживают острые углы цементным раствором (1 : 3), срезают выступающую арматуру, очищают от мусора, пыли поверхность и высушивают ее. Поверхности, изолируемые горячей асфальтовой гидроизоляцией, обрабатывают пескоструйными аппаратами или насекают отбойными молотками.

Выполненные гидроизоляционные покрытия предохраняют от возможных механических повреждений с помощью защитного ограждения, предусмотренного проектом.

В гидротехническом строительстве наиболее распространена гидроизоляция на основе нефтебитумных материалов. Находит применение гидроизоляция из полимерных материалов.

Окрасочная гидроизоляция

Окрасочную гидроизоляцию применяют в основном для защиты фундаментов и стен сооружений от действия капиллярной влаги и грунтовых вод с напором не более 2 м.

Перед нанесением окрасочного состава подготовленную поверхность грунтуют один-два раза холодной грунтовкой. На свежеуложенный раствор цементных стяжек наносят грунтовку, приготовленную на легроине или керосине, а затвердевшие поверхности покрывают грунтовкой на быстроулетучивающемся растворителе (бензин или уайт-спирит).

По высушенной грунтовке производят окраску мастикой в два-три слоя. Общая толщина покрытия достигает 2—4 мм.

Грунтовку и мастики наносят на изолируемую поверхность, как правило, путем механического распыления, при небольших объемах работ — вручную специальными кистями или щетками.

Окрасочная гидроизоляция при деформации и осадке конструкций растрескивается, поэтому в сооружениях, подверженных этим явлениям, ее не применяют.

Оклеечная гидроизоляция

Оклеечную гидроизоляцию выполняют в виде гидроизоляционного ковра из рулонных гнилостойких и водонепроницаемых материалов, послойно наклеиваемых на изолируемую поверхность. Этот вид гидроизоляции применяют в сооружениях, в которых возможны небольшие деформации и неравномерная осадка. Гидроизоляционный ковер располагают, как правило, со стороны гидростатического напора, зажимая его между поверхностью изолируемой конструкции и защитным ограждением.

В качестве оклеечных материалов используют изол, гидроизол и бризол. Толь, рубероид и пергамин для постоянной гидроизоляции в гидротехническом

строительстве не применяют, так как эти материалы подвержены гниению и отличаются повышенной хрупкостью.

Число слоев оклеечной гидроизоляции в зависимости от напора воды и вида наклеиваемого материала составляет от 3 до 5. Во всех углах и на перегибах гидроизоляцию усиливают с помощью наклейки дополнительного слоя рулонного материала. Особенно тщательно следует выполнять работы в местах с деформационными швами, надежно соединяя уплотнения с гидроизоляцией поверхностей.

Оклеечную гидроизоляцию устраивают по выровненному, чистому и сухому основанию. Требования по подготовке основания и приготовлению горячей мастики аналогичны указанным для окрасочной гидроизоляции.

По нанесенному слою мастики рулонный материал раскатывают и приглаживают ручными или механическими валиками. Швы между полотнищами перекрывают по ширине на 10—15, по длине на 20—30 см. На вертикальные и наклонные поверхности полотнища наклеивают снизу вверх.

Верхний слой оклеечной гидроизоляции покрывают сплошным слоем мастики толщиной 2—2,5 мм и посыпают горячим песком, который втапливается в окрасочный слой.

Готовая изоляция должна быть ровной, без вмятин и воздушных мешков.

Штукатурная цементно-песчаная гидроизоляция

Штукатурную цементно-песчаную гидроизоляцию применяют только для покрытия поверхностей жестких конструкций, не подвергающихся вибрации во время эксплуатации, и выполняют из растворов состава от 1 : 1 до 1 : 2.

Для приготовления растворов применяют портландцемент с гидравлическими или уплотняющими добавками (церезит, алюминат натрия, жидкое стекло), а также безусадочные и расширяющиеся цементы. Кварцевый песок должен быть чистым и иметь правильно подобранный зерновой состав.

До нанесения водонепроницаемой штукатурки изолируемые поверхности очищают, а при недостаточной шероховатости насекают или обрабатывают пескоструйным аппаратом с последующей промывкой водой под давлением.

При больших объемах работ цементно-песчаный слой на подготовленную изолируемую поверхность наносят путем торкретирования при помощи цементпушки, выбрасывающей с помощью сжатого воздуха сухую смесь цемента с песком, которая в смесительной камере сопла смешивается с водой. Раствор, выбрасываемый из сопла со скоростью 100—140 м/с, образует на поверхности конструкции плотный слой цементной штукатурки.

Изоляционное покрытие наносят на увлажненную поверхность слоями толщиной 10—15 мм. Каждый последующий слой наносят на отвердевшую поверхность предыдущего слоя через 1 сут при использовании портландцемента и через 30 мин при использовании безусадочного или расширяющегося цемента.

При напоре воды до 10 м поверхность торкретируют в два слоя общей толщиной до 25 мм, при гидростатическом напоре до 20 м — в три слоя общей толщиной до 30 мм.

Вручную цементную гидроизоляцию наносят при небольших объемах работ и, как правило, при отсутствии напора воды. Оштукатуренную поверхность в свежем состоянии следует затирать цементом (железнить) при помощи металлической терки.

Цементную гидроизоляцию в течение первого часа после ее нанесения при применении безусадочного или расширяющегося цемента и в течение первых двух суток после ее нанесения (при применении портландцемента с уплотняющими добавками) необходимо предохранять от механических повреждений.

Цементную гидроизоляцию во время твердения увлажняют распыленной струей воды без напора в следующие сроки: через 1 ч после нанесения гидроизоляции, а затем через каждые 3 ч в течение 1 сут (при применении ВРЦ и ВБЦ); через 8—12 ч после нанесения гидроизоляции, а затем 2—3 раза в сутки в течение 2 нед (при применении портландцемента с уплотняющими добавками).

Штукатурную гидроизоляцию, нанесенную на наружные поверхности, покрывают окрасочной битумной изоляцией.

Асфальтовая гидроизоляция

Для защиты поверхностей от влаги применяют горячую и холодную асфальтовые гидроизоляции.

Состав горячей асфальтовой мастики подбирают в лаборатории в зависимости от назначения гидроизоляции и условий ее работы.

Поверхность под гидроизоляцию выравнивают, очищают от мусора и пыли, высушивают и покрывают грунтовками.

Асфальтовую мастику (ориентировочный состав: битум БН70/30—25—30 %, асбест — 5—8 %, заполнитель — молотый известняк — 30—40 %, мелкий песок — до 40 %) в готовом виде получают с асфальтового завода или приготовляют на строительной площадке в асфальтоварочных котлах.

На вертикальные и наклонные поверхности горячую асфальтовую гидроизоляцию наносят асфальтометами при температуре 150—190 °С. Во время нанесения мастики сопло устанавливают перпендикулярно поверхности на расстоянии 50—80 см от нее.

Асфальтовую гидроизоляцию (толщина слоя 5—7 мм) наносят горизонтальными полосами шириной 1,4—1,8 м снизу вверх длиной до 20 м. Последующий слой наносят после остывания подстилающего слоя с перекрытием шва не менее чем на 20 см.

На горизонтальные поверхности горячую мастику наносят путем разлива с разравниванием слоя толщиной 7—10 мм и уплотняют при помощи виброгладилок с электрообогревом. Число слоев и общую толщину горячей асфальтовой гидроизоляции устанавливают в проекте в зависимости от напора воды (табл. 172).

Таблица 172

Асфальтовая гидроизоляция

Назначение гидроизоляции	Гидроизоляция			
	из асфальтового раствора		из асфальтовой мастики	
	Число слоев	Общая толщина, мм	Число слоев	Общая толщина, мм
Против капиллярной влаги	1	4—6	1	3—5
При напоре до 5 м	2	8—12	2	6—10
В помещении I категории при напоре 5 м и более	3	12—18	3	9—15

Холодную асфальтовую гидроизоляцию наносят на чистую не осушенную бетонную поверхность. По качеству холодная асфальтовая изоляция не уступает горячей. При внесении в мастику противоморозных добавок ею можно изолировать поверхности конструкций при отрицательной температуре.

На вертикальные поверхности холодную асфальтовую мастику наносят асфальтометами в 2—3 слоя толщиной до 4 мм каждый. Последующий слой наносят после высыхания предыдущего. На горизонтальную поверхность мастику наносят путем разлива.

Устройство противофильтрационных экранов. Одним из наиболее действенных противофильтрационных мероприятий в прудах и каналах является устройство экрана из материала с водоупорными свойствами. Как и в рассмотренных выше дамбах и плотинах, экраны в прудах и каналах выполняют из глинистых грунтов, используя в отдельных случаях метод солонцевания грунтов ложа.

Кроме того, противофильтрационные экраны выполняют также из полимерных пленок, в частности из полиэтиленовой.

Пленочные экраны устраивают в любых грунтах. Они могут быть постоянными (погребенными под слоем грунта) и временными (поверхностными, уложенными на поверхность грунта). Постоянные пленочные экраны в каналах устраивают по двум основным схемам.

Траншейную схему (рис. 70) используют только в связных и песчаных грунтах. Отрытую механизированным способом траншею выстилают пленкой, засыпают грунтом, в котором затем вырезают проектное сечение канала.

Периметрическую схему применяют в любых грунтах. При этом в песчаных и связных грунтах экран укладывают в ложе канала, отметку основания заглубляют на величину защитного слоя над экраном. В гравелисто-галечных и особенно щебенистых грунтах пленку укладывают на подготовку из мягкого грунта, сверху отсыпают также небольшой защитный слой из мягкого грунта, поверх которого досыпают слой местного грунта до проектных отметок.

Поверхностные пленочные экраны применяют на участках каналов и в прудах в качестве временной защиты от потерь воды и размывов русл. Для этого используют только черную полиэтиленовую пленку.

Пленку расстилают на предварительно спланированное грейдером и уплотненное катками ложе водоема. Края ее по периметру водоема заделывают в траншею размером 20×25 см лишь после заполнения пруда водой. При этом пленка огибает все оставшиеся неровности ложа, равномерно выстилается и не воспринимает на себя растягивающую нагрузку от воды.

В больших прудах противофильтрационные пленочные экраны устраивают механизированным способом. Ложе пруда планируют грейдером, затем с поверхности срезают бульдозером грунт толщиной до 0,4 м и укладывают во временные отвалы. Ложе пруда уплотняют катками. Если оно сложено дресвяно-щебеночными грунтами, то пленку укладывают на подстилающий слой из мягкого грунта (суглинка или песка) толщиной 10 см. Пленку толщиной 0,2 мм сваривают переносными сварочными машинами МСМ-1 в полотнища шириной до 25 м и длиной 200—300 м. К месту укладки ее доставляют на платформах трактором ДТ-54 или «Беларусь», расстилают по ложу вручную и сверху вручную присыпают защитным слоем из суглинка толщиной 10 см, затем засыпают грунтом из временных отвалов с помощью бульдозеров. Для доставки мягкого грунта подстилающего и защитного слоев используют скреперы, тракторные тележки и автосамосвалы. При небольших расстояниях обычно используют бульдозеры. При укладке экрана на крутые откосы дамб и чаш прудов (до 1 : 4) нельзя сталкивать грунт защитного слоя вниз по откосу, так как это может разрушить экран. В этом случае применяют экскаваторы с грейферным ковшом (особенно в дресвяных и гравелисто-щебеночных грунтах). При отсыпке и разравнивании грунта механизмами строго выдерживают требуемую толщину грунтового слоя, обеспечивающего сохранность пленки от повреждения механизмами.

Герметизация стыков и швов в конструкциях. В рыбохозяйственном строительстве при широком применении сборного железобетона возведение гидротехнических сооружений обычно сводится к монтажу железобетонных и металлических элементов. В этих условиях одной из наиболее трудоемких и ответственных операций становится заделка стыков и швов между элементами конструкций, поскольку герметичность соединений является основой долговечной и надежной работы гидросооружений.

На рис. 71 приведена конструкция стыка между трубой и входным оголовком дюкера-регулятора с применением эластичного герметика и последующей заделкой цементным раствором. Аналогично может быть выполнено соединение трубы с башней донного водоспуска.

Гибкое соединение между звеньями труб со ступенчатой формой раструба показано на рис. 72, *а*. Здесь также использован эластичный герметик, вместо которого можно использовать просмоленную паклю.

Звенья труб с гладкими концами могут быть соединены металлическими бандажами, состоящими из двух полуколец, стягиваемых болтами. Бандажи накладывают поверх мешковины, пропитанной битумом, которая в свою очередь наложена на поверхность труб, дважды окрашенную горячим битумом. Шов между трубами заделывают паклей, пропитанной битумом (см. рис. 72, *б*).

Железобетонные плиты крепления (рис. 72, *в*) связывают между собой в уг-

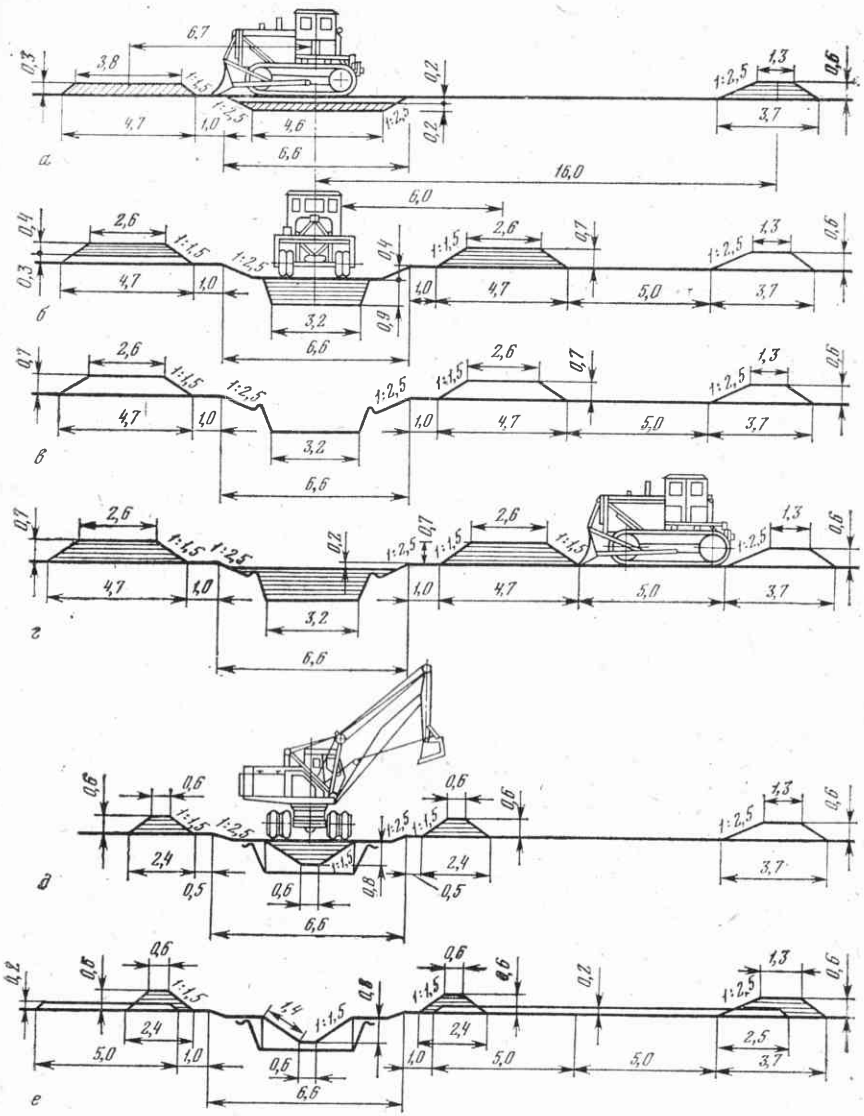


Рис. 70. Схема производства работ при строительстве канала с противофильтрационным экраном по траншейной схеме (Гипроводхоз):

а — устройство «корыта»; *б* — разработка траншеи и подготовка основания под пленку; *в* — укладка пленки; *г* — засыпка траншеи; *д* — вырезка сечения канала; *е* — отделочные работы.

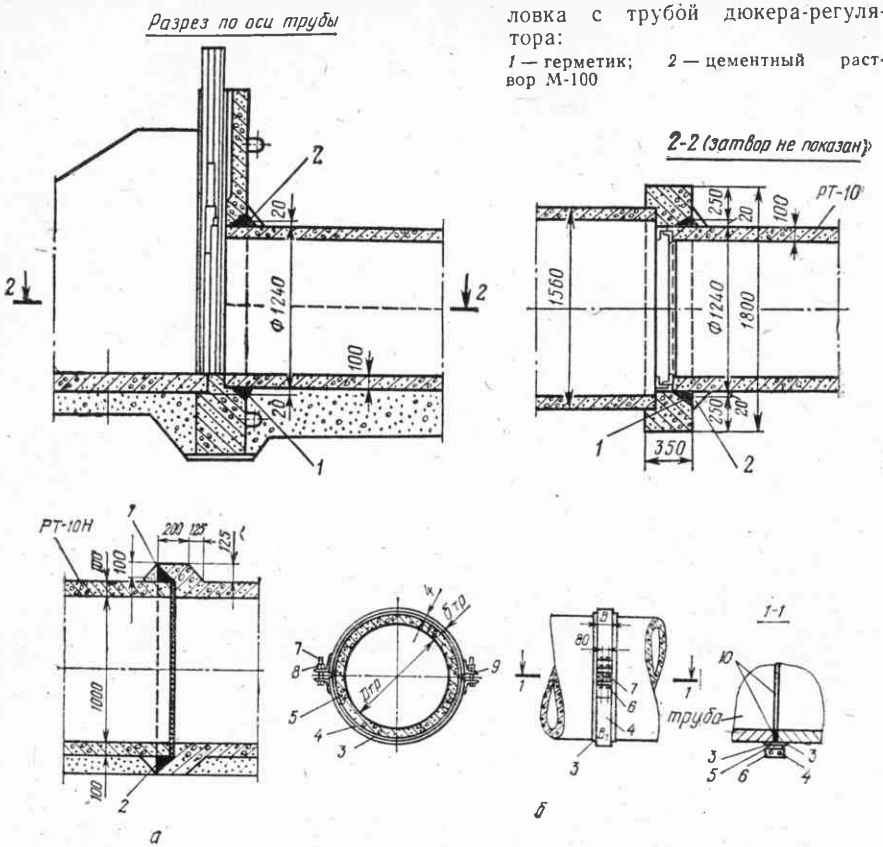


Рис. 71. Соединение входного оголовка с трубой дюкера-регулятора:
1 — герметик; *2* — цементный раствор М-100

Рис. 72. Соединение труб и плит крепления:
а — гибкое стыковое соединение труб; *б* — соединение труб бандажом; *в* — соединение железобетонных плит; *1* — герметик; *2* — цементный раствор М 100; *3* — мешковина, пропитанная битумом 1 см по битумной окраске за 2 раза; *4* — бандажное полукольцо; *5* — подкладка; *6* — уголок; *7* — болт М 16; *8* — гайка М 16; *9* — шайба; *10* — заделка шва паклей, пропитанной битумом; *11* — проволока

лах. В верхнем бьефе швы и узлы соединения омоноличивают, в нижнем — углы соединения омоноличивают, швы оставляют открытыми.

Постоянные конструктивные швы, обеспечивающие возможность взаимных перемещений смежных частей гидротехнических сооружений как во время строительства, так и во время эксплуатации, должны быть водонепроницаемыми. В небольших гидротехнических сооружениях рыбоводных хозяйств, возводимых на нескальном сжимаемом основании, толщину конструктивных швов принимают равной 10 см, в более крупных сооружениях (паводковых водосбросах, бетонных плотинах) — до 2 см.

Конструктивные швы наиболее часто заполняют холодной асфальтовой штукатуркой или битумными матами. Для штукатурки используют холодные ас-

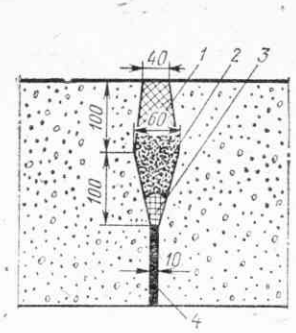


Рис. 73. Уплотнение конструктивных швов, выходящих на сливные поверхности сооружений:
1 — асфальтобетон; *2* — асфальтовая мастика; *3* — пеньковый смоленый канат; *4* — холодная асфальтовая штукатурка

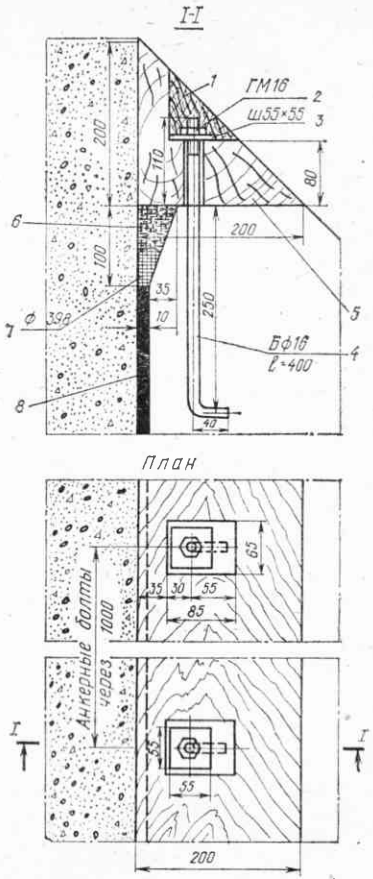


Рис. 74. Уплотнение конструктивных швов на поверхностях, находящихся постоянно ниже уровня воды:
1 — асфальтобетон; *2* — гайка; *3* — шайба; *4* — анкерный болт; *5* — просмоленный брус; *6* — асфальтовая мастика; *7* — пеньковый смоленый канат; *8* — холодная асфальтовая штукатурка

фальтовые мастики, представляющие собой смеси битумных паст с минеральными заполнителями (кирпичный, доломитовый и известняковый порошки, сланцевая зола, лёссовидные грунты и т. п.).

Для заполнения конструктивного шва используют оклеечные изоляции, например гидроизол марки 1,6 и 0,6, асфальтовые неармированные маты, асфальтовые и битумные армированные плиты. Число слоев матов обычно равно 2.

В качестве уплотнений применяют в основном просмоленные канаты или доски, а также различные битумные шпонки. Конструкции поверхностных, донных и внутренних уплотнений приведены на рис. 73—76.

Производство работ в зимних условиях

Гидроизоляционные работы выполняют при температуре наружного воздуха не ниже 5 °С.

При выполнении гидроизоляционных работ в зимних условиях изолируемую поверхность очищают от инея, снега и наледи, высушивают до влажности 5 % и прогревают до температуры 5 °С (должна прогреваться и поверхность каждого слоя перед укладкой следующего) при помощи калориферов, электронагревательных щитков, инфракрасных ламп и др. Горячие битумные и асфальтовые мастики применяют с повышенной рабочей температурой (180—200 °С). Изо-

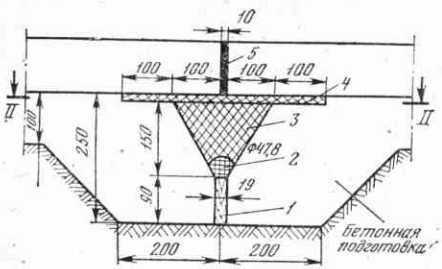


Рис. 75. Донное уплотнение конструктивных швов:

1 — просмоленная доска; *2* — пеньковый смоленый канат; *3* — асфальтовая мастика; *4* — битумные маты в один слой; *5* — холодная асфальтовая штукатурка

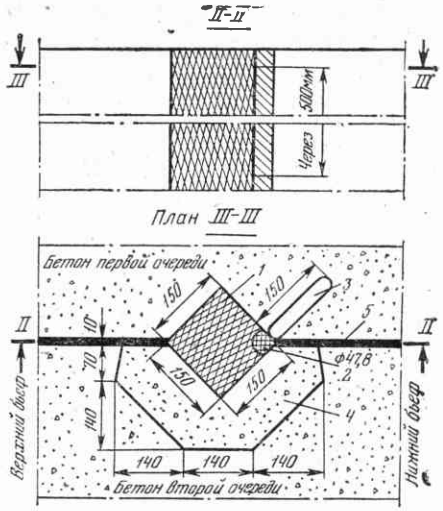


Рис. 76. Внутреннее уплотнение конструктивных швов:

1 — асфальтовая мастика; *2* — пеньковый смоленый канат; *3* — стальная проволока; *4* — железобетонное корыто; *5* — холодная асфальтовая штукатурка

ляция из холодных мастик должна содержать повышенное (на 3—5 %) количество битума, иметь рабочую температуру 60—80 °С и повышенную подвижность (величину погружения стандартного конуса 13—15 см). Рулонные материалы перед наклейкой отогревают в теплом помещении до приобретения ими положительной температуры (15 °С), обрабатывают медленно испаряющимися разжижителями и доставляют к месту укладки в утепленной таре. При изоляции цементопесчаными растворами необходимо применять противоморозные добавки для обеспечения незамерзаемости раствора в процессе твердения. Засыпку гидроизоляции следует производить сухим песком или талым грунтом с послойным уплотнением.

При небольших объемах работ в зимнее время гидроизоляцию поверхности производят в утепленных местах.

Устройство полимерных гидроизоляций в зимних условиях выполняют в соответствии со специальными инструкциями.

Приемка работ

Гидроизоляционные работы принимают в процессе их выполнения (промежуточная приемка) и по окончании работ с составлением соответствующих актов.

При промежуточной приемке проверяют подготовку поверхности под огрунтовку, нанесение огрунтовки и каждый слой изоляции, выполнение изоляции на участках, подлежащих закрытию защитными ограждениями и грунтом.

При окрасочной изоляции всю изолируемую поверхность покрывают плотным и равномерным слоем, без вздутий, трещин и отслаивания. Все дефектные места расчищают до незащищенной поверхности и окрашивают заново.

При оклеечной изоляции проверяют прочность приклейки рулонного материала пробным отрывом у края полотнища каждого слоя покрытия. Отслоения и воздушные мешки между слоями не допускаются. Гидроизоляцию с такими дефектами снимают и заменяют новой.

При приемке гидроизоляции деформационных швов проверяют качество уплотнения и соединения его с гидроизоляцией поверхности. Проверяют также качество соединений окрасочной, оклеечной, штукатурной и других гидроизоляций между собой и с закладными частями.

Окончательную приемку гидроизоляции производят на основании следующей документации: данных о качестве материалов; актов на скрытые работы, журналов контроля качества выполненных работ по гидроизоляции, исполнительных рабочих чертежей гидроизоляции.

При окончательной приемке в необходимых случаях производят испытания гидроизоляционного покрытия гидростатическим давлением.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ МЕЛИОРАЦИЯ

Эксплуатация гидротехнических сооружений

Основными задачами эксплуатации гидротехнических сооружений рыбоводных хозяйств являются постоянное поддержание их в исправном состоянии, предупреждение нарушений в работе, своевременное устранение повреждений и полное восстановление сооружений в случае аварий. Для этого необходимо осуществлять:

охрану всех зданий и гидротехнических сооружений;

забор воды из источников водоснабжения и подачу ее в пруды и озера в установленных графиком водопотребления объемах и сроках;

улучшение мелиоративного состояния ложа прудов и озер, повышение технологического уровня и совершенствование всего комплекса гидротехнических сооружений;

контроль за целевым использованием амортизационного фонда на капитальный ремонт зданий и сооружений; технический контроль за качеством строительства и ремонта рыбоводных объектов;

согласование с другими потребителями выделяемой хозяйству воды при комплексном использовании водоисточника.

Эксплуатационная служба рыбоводных предприятий состоит из государственной и рыбхозной (внутрихозяйственной) службы технической эксплуатации.

Государственная служба технической эксплуатации обязана:

оказывать рыбоводным предприятиям техническую помощь в эксплуатации сооружений;

принимать участие в проведении рыбоводными предприятиями мероприятий, обеспечивающих получение высокой и устойчивой рыбопродуктивности;

вести контроль за своевременным выполнением рыбоводным предприятием организационно-технических мероприятий, направленных на улучшение работы зданий и сооружений;

принимать участие в планировании предприятиями ремонтно-эксплуатационных работ;

участвовать в приемке завершенных работ по строительству, восстановлению, реконструкции и капитальному ремонту зданий и сооружений и контролировать качество этих работ;

оказывать помощь в подготовке и переподготовке для рыбоводных предприятий кадров массовых профессий гидротехнического профиля.

Внутрихозяйственная служба технической эксплуатации должна:

осуществлять непосредственную охрану зданий и сооружений и содержать их в технически исправном состоянии за счет своевременного ухода и надзора, а также проведения текущего ремонта;

выполнять требования государственной службы по технической эксплуатации зданий и сооружений рыбоводного предприятия;

разрабатывать планы и мероприятия по технической эксплуатации зданий и сооружений, предусматривать их в производственно-финансовых планах рыбоводных предприятий и представлять отчетность в установленном порядке об их выполнении;

осуществлять хозяйственные планы регулирования водного режима прудов и озер;

полностью и высокопродуктивно использовать пруды и озера, не допуская частичного их выхода из эксплуатации;

участвовать в комиссии по приемке построенных или отремонтированных зданий и сооружений в эксплуатацию;

передавать передвижным механизированным колоннам (ПМК) по договорам с ними выполнение работ по капитальному ремонту зданий и сооружений;

требовать переделки недоброкачественно выполненных работ по договорам с ПМК или другими строительными организациями;

организовывать техническую учебу гидротехников;

привлекать к ответственности организации и лица, нарушающие правила технической эксплуатации рыбоводного предприятия.

Всю работу по круглосуточному обслуживанию отдельных прудов и водоемов и контролю за их работой осуществляют прудовые рабочие под руководством гидротехника рыбоводного предприятия, заведующего отделением совхоза или председателя колхоза. Наблюдение за эксплуатацией водозабора, насосных станций и отдельных сооружений возлагают на гидротехника рыбхоза или на назначенного им бригадира-смотрителя. В подчинении у гидротехника находятся также один или несколько бригадиров механизированного ремонтного отряда (МРО), на которых возложено проведение текущих эксплуатационных работ.

Материально-техническое снабжение и обеспечение оборудованием и запасными частями производится по заявкам, составленным на основании проектно-сметной документации и норм расходования материалов при ремонте рыбоводных предприятий.

Оперативными органами службы технической эксплуатации рыбхозов, заводов и НВХ являются рыбокомбинаты, объединения и управления рыбного хозяйства, областные управления бассейновых органов Главрыбвода, а также межрайонные производственные управления сельского хозяйства. При них организуются группы или отделы технической эксплуатации, осуществляющие руководство и контроль за всеми подведомственными рыбоводными хозяйствами и заводами, а также планирование проведения капитальных ремонтов. Передвижные механизированные колонны (ПМК) и ремонтно-строительные отряды (РСО), организованные при управлениях и объединениях рыбного хозяйства, как правило, выполняют работы по капитальному ремонту рыбхозов и заводов. Иногда их привлекают и для проведения текущего ремонта основных фондов.

В республиках (при минрыбхозах и минсельхозах, объединениях и управлениях рыбного хозяйства, а также при республиканских органах Главрыбвода) организуются управления и отделы технической эксплуатации. Управление по рыбоводству и рыболовству во внутренних водоемах и Главрыбвод Минрыбхоза СССР, а также Управление прудового рыбоводства Минсельхоза СССР руководят всей службой технической эксплуатации государственных и сельскохозяйственных рыбоводных хозяйств и заводов.

Штатное расписание эксплуатационного персонала составляют в соответствии с номенклатурой должностей и в зависимости от площади и мощности рыбоводного предприятия.

Основным условием долговечности гидросооружений является строгое выполнение правил и инструкций по технической эксплуатации их.

Должностные инструкции охватывают все виды деятельности, связанные с эксплуатацией сооружений при нормальных и форсированных режимах, во время ремонтов и консервации.

Порядок проверки знаний эксплуатационным персоналом должностных инструкций и допуска к несению службы определяется правилами технической эксплуатации.

Эксплуатационная смета для рыбоводных предприятий учитывает следующие ежегодные затраты:

содержание дежурного, линейного, технического и административного персонала;

расходы на сырье, корма, удобрения, дезинфицирующие материалы, топливо, горюче-смазочные материалы и электроэнергию;

отчисления на амортизацию и текущий ремонт;

различные дополнительные затраты;

хозяйственные и прочие расходы.

Правила и инструкции по технической эксплуатации, а также смету эксплуатационных расходов составляют проектные организации на стадии рабочего проекта, в разделах «Организация труда и системы управления производством» и «Технико-экономическая часть».

Организация наблюдений в рыбхозах

Строгие ограничения размеров земельных участков для строительства рыбоводных предприятий, установленные СН 455—73, и всевозрастающий дефицит водных ресурсов заставляют переходить к повышению степени интенсификации прудового рыбоводства при экономном расходовании земельных ресурсов и воды. Для этого необходимы тщательные наблюдения за расходами воды и строгий учет ее в хозяйстве. Наблюдения нужны также для характеристики водопотребления и водообеспеченности рыбхоза, установления связи между уровнями воды в прудах и каналах. С этой целью осуществляют гидрометрические работы, позволяющие решить следующие задачи:

оценить эффективность действия и работоспособность отдельных прудов и гидросооружений рыбоводного предприятия и выявить неисправности в них;

определить мероприятия, необходимые для улучшения действия рыбоводного хозяйства и завода;

проверить принятые для данных условий нормы проектирования;

получить исходные данные по объемам водоотведения и водопотребления, а также по фильтрации и качеству сбрасываемых из рыбоводных прудов и водоемов вод.

Эти задачи решают путем проведения систематических наблюдений, в результате чего накапливают многолетние данные по уровням воды в водоемах, водоприемниках и каналах; расходам воды в водотоках и каналах; качеству воды, закачиваемой в пруды и сбрасываемой в водоприемники; метеорологическим элементам (осадки, испарение, высота снежного покрова и др.); состоянию отдельных элементов рыбоводного предприятия (устойчивость русл рек и каналов, дамб, гидротехнических сооружений и т. п.);

использованию площади прудов и озер.

Для службы эксплуатации имеет большое значение и определение влияния фильтрационных потерь на уровни и расходы воды в прудах и каналах.

Все наблюдения осуществляют на гидрометрических створах и водомерных постах с применением стандартных гидрометрических приборов, приспособлений и устройств.

На гидрометрических створах ведут наблюдения за уровнями и расходами воды в водоисточнике, каналах, водоприемнике и прудах; на водомерных постах следят только за уровнями воды. Гидрометрические створы располагают у водозабора и конца сбросного канала. На водоподающих каналах гидрометрические створы устанавливают в голове и у каждого пруда. Если имеются водоподающие каналы нескольких порядков, створы устанавливают и в начале каналов низшего порядка. Для более точного определения расходов и горизонтов гидрометрические створы оборудуют искусственными сечениями и другими измерительными водомерными устройствами. Если на реке-водоисточнике, каналах и дамбах прудов имеются гидротехнические сооружения, то их прежде всего используют для измерения расходов по замерам глубин потока, перепадов уровней или давлений воды. Для регистрации расходов воды все водомерные приспособления, сооружения и устройства оборудуют измерительными приборами (поплавки, рейки, самописцы и т. п.).

Учет воды на каналах ведут путем измерения расходов в тарированных руслах (рис. 77) и гидротехнических сооружениях (рис. 78), а также специальными водомерными сооружениями и устройствами (рис. 79). Для тарированного сечения функциональную зависимость между расходом и глубиной воды устанавливают в виде таблицы или графика $Q=f(H)$. Изменения глубин фиксируют с помощью специальных приспособлений (рейки, поплавки и т. п.). Иногда рейку градуируют с показаниями расходов. В этом случае одновременно измеряют расходы и регулируют подачу воды на месте. Кроме того, можно осуществлять автоматизацию подачи воды с дистанционным управлением, что соответствует современным требованиям учета воды и экономного ее использования. Для этого необходима индивидуальная, довольно трудоемкая и выпол-

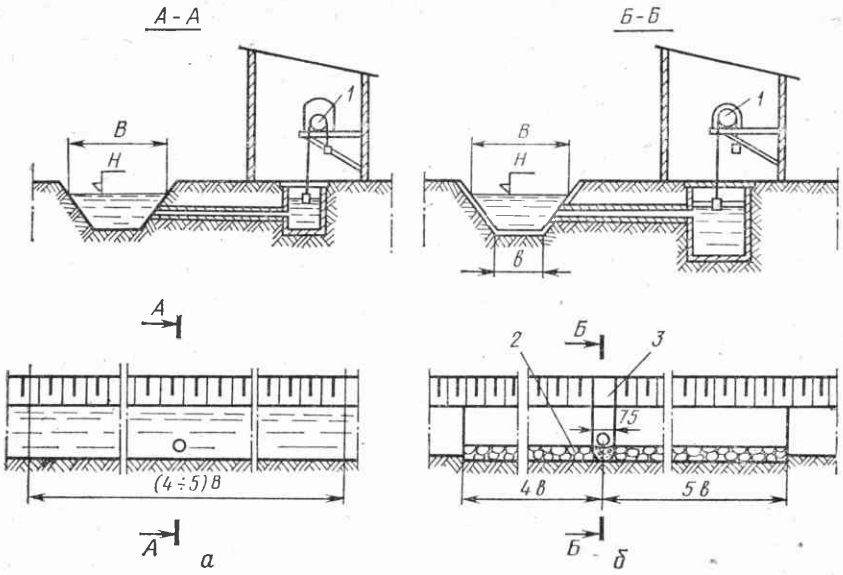


Рис. 77. Водомерные приспособления на каналах:
а — тарированное русло; *б* — фиксированное русло; *1* — датчик уровня реечного или поплавкового типа; *2* — крепление прямолинейного участка канала; *3* — бетонный поясок по периметру русла канала

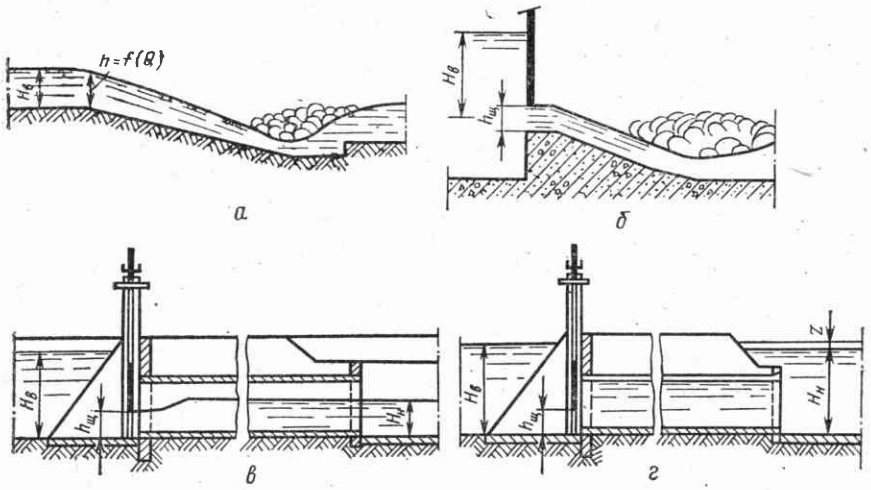


Рис. 78. Водомеры — тарированные гидротехнические сооружения:
а — быстроток со свободным истечением в нижний бьеф; *б* — быстроток со щитом на выходном пороге; *в* — трубчатое сооружение в безнапорном режиме; *г* — трубчатое сооружение в напорном режиме

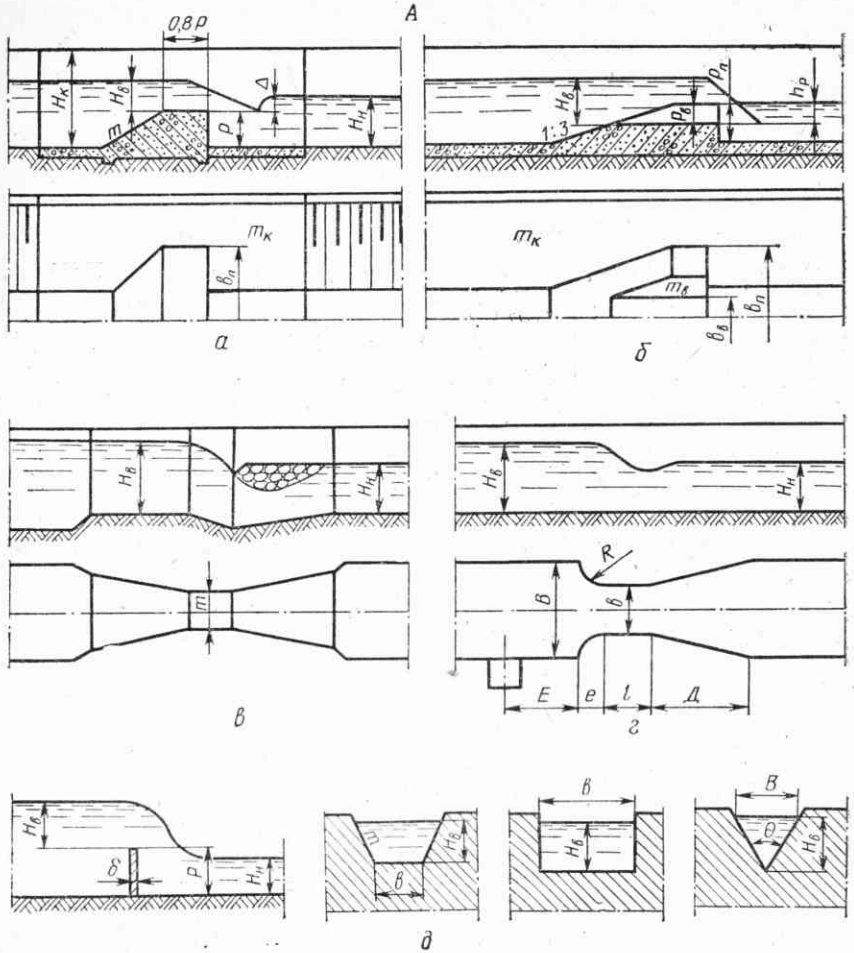


Рис. 79. А. Водомерные сооружения и устройства:
А — на каналах; *а* — водомерный порог САНИИРИ (ВПС); *б* — водомерный порог САНИИРИ с прорезью; *в* — водомерный лоток Паршалла; *г* — водомерный лоток; Вентури; *д* — мерные водосливы с тонкой стенкой трапецеидального, прямоугольного и треугольного профилей; *е* — объемные расходомеры дисковый, шестеренчатый, кольцевой и лопастной; *ж* — расходомеры индукционные и ультразвуковые; *з* — скоростные расходомеры крыльчатые, турбинные и комбинированные

няемая высококвалифицированным персоналом тарировка водорегулирующих сооружений.

Для учета общего объема подаваемой в хозяйство воды при механическом водоснабжении водомерные приспособления устанавливают в насосной станции. Наиболее простым водомерным устройством является колено на трубопроводе. Вопрос о типе и месте установки измерительных устройств в каждом конкретном случае решают индивидуально. Например, на насосных станциях, подающих воду в открытую сеть каналов, замер и учет расхода воды целесообразно организовать в напорном бассейне или водовыпускном оголовке.

Вышеописанные способы измерения расходов воды применяют на участках каналов и водотоков с равномерным режимом движения воды.

Для максимального сокращения затрат труда на проведение наблюдений

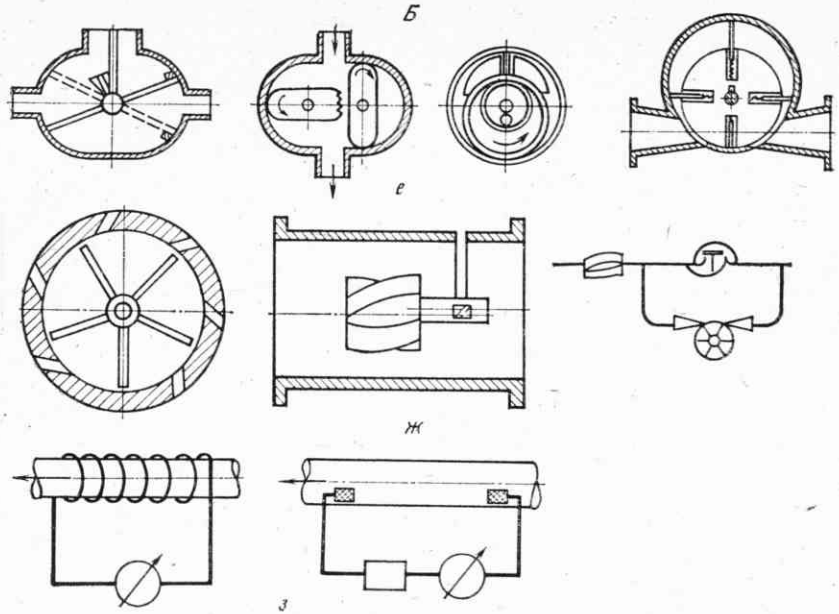


Рис. 79Б. Водомерные устройства на напорных трубопроводах:
обозначения те же, что на рис. 79А.

на водомерных постах и гидрометрических створах их оборудуют самописцами уровня воды с приборами для передачи данных на диспетчерский пункт. Они необходимы для корректировки расходов воды, подаваемой в пруды при автоматизированной ее подаче с дистанционным управлением.

Устройство водомерных приспособлений на водорегулирующих сооружениях существующих и проектируемых рыбоводных хозяйств не требует значительных капитальных затрат и к их внедрению можно приступить в любое время. При этом надо ориентироваться на опыт водоучета в системе гидромелиорации и водного хозяйства. Однако следует помнить, что учет воды может дать экономический эффект только при наличии научно обоснованных норм расходования воды на единицу продукции.

Требования к работе основных гидротехнических сооружений

Оптимальные условия работы рыбоводных предприятий обеспечиваются четкой и бесперебойной работой комплекса гидротехнических сооружений. В зависимости от назначения сооружений к их работе предъявляют различные требования.

Водозаборные сооружения должны обеспечивать бесперебойный забор расчетных расходов воды из источников водоснабжения и подачу их рыбоводным предприятиям согласно графику водопотребления. В настоящее время эту работу выполняют в основном насосные станции, которые эксплуатируют в соответствии с временными правилами технической эксплуатации насосных станций на мелиоративных системах Минводхоза СССР.

Подающие каналы и трубопроводы с сооружениями на них обеспечивают пропуск расчетного расхода и транспорт воды к точкам выдела.

Дамбы прудов, дамбы обвалования и сооружения на них (водоспуски, водовыпуски, паводковые водосбросы и др.) должны поддерживать в прудах и водоемах нормальный подпорный уровень (НПУ) в течение нереста, нагула

и зимовки рыбы. При этом допускается колебание НПУ в пределах ±5 см, за исключением случаев, когда проектом предусмотрен переменный уровенный режим.

Сбросные каналы с сооружениями на них должны обеспечивать бесперебойный сброс воды в определенные технологической схемой сроки при расчетных уровнях воды в водоприемнике и гарантировать попадание рыбы в рыбоуловители.

Рыбозащитные устройства и рыбозаградители на водозаборах, водоподающих и сбросных каналах, водовыпусках и донных водоспусках должны предотвращать попадание сорной рыбы в пруды и водоемы из водоисточников и уход из них выращиваемой рыбы.

Все постоянные гидротехнические сооружения рыбоводных предприятий отнесены к IV классу капитальности. Необходимость повышения класса капитальности сооружения обосновывают проектом или данными технической эксплуатации рыбоводного предприятия.

Контроль и уход за гидротехническими сооружениями

Регулярное наблюдение за состоянием гидротехнических сооружений позволяет своевременно выявлять нарушения работы сооружения.

Наиболее часто встречаются следующие деформации каналов, дамб и ложа прудов:

осадка грунта, уменьшающая глубину каналов и высоту дамб и искажающая их поперечный и продольный профили; осадка грунта в ложе прудов приводит к неполному спуску их и облову рыбы;

разрушение откосов вследствие смыва и размыва грунта потоком, волной и выпадающими осадками, а также подмыв нижней части откоса при размыве дна;

размыв дна канала и русла отрегулированной реки, ведущий к насыщению потока взвешенными частицами грунта, отлагающимися ниже по течению, что приводит к образованию перекатов и подпору нижних бьефов сооружений на них;

сплошное или частичное заиление дна без заметного разрушения откосов;

вспучивание грунта на дне канала, откосах и гребне дамбы;

оползание откосов в результате выветривания и оттаивания грунта;

зарастание дна и откосов каналов и дамб, а также мелководных зон прудов и озер травяной и древесной растительностью;

разрушение устьевых частей каналов.

Работы по контролю и уходу за земляными и железобетонными гидротехническими сооружениями очень разнообразны. В первую очередь — это земляные работы по восстановлению откосов дамб и очистке каналов от заиления, удалению грунта после обвалов, оползней и размывов, вызванных паводком, дождями, ветром и т. п. Земляные работы иногда необходимы для исправления деформированных сечений дамбы и канала и при планировке ложа прудов. Наряду с этим в процессе эксплуатации рыбхоза приходится проводить также ремонт сооружений на каналах и в дамбах: донных водоспусков, водовыпусков из каналов, шлюзов, труб, мостов, подпорных и сопрягающих сооружений и т. п. Трудоемки работы и по восстановлению креплений, облицовок дамб и каналов.

Все ремонтно-эксплуатационные мероприятия на рыбоводных предприятиях можно разделить на две основные группы: надзор и уход за зданиями и сооружениями и ремонт.

Надзор за зданиями и сооружениями включает:

контроль за соблюдением правил пользования отдельными прудами и гидросооружениями и выявление причин, вызывающих разрушения или нарушения их работы;

наблюдения за водным режимом путем измерения уровней и расходов воды на гидрометрических створах и водомерных постах и за использованием земель в соответствии с проектом;

контроль за соблюдением агромелиоративных мероприятий, обеспечивающих получение высокой и устойчивой рыбопродуктивности;

контроль за соблюдением санитарных и противопожарных мероприятий;
установление мест возможного возникновения аварий.

Уход за зданиями и сооружениями осуществляют систематически и немедленно устраняют все обнаруженные повреждения. Он включает:

охрану дамб, каналов, рек, подпорных и водопропускных сооружений;

предотвращение разрушений и повреждений гидротехнических сооружений;

удаление из русл рек и каналов обвалов грунта, наносов, завалов, камней, мусора и кустарника, затрудняющих свободное течение воды;

биологическое крепление отдельных участков дамб и плотин;

скашивание не менее 2 раз в год травяной растительности на откосах и берегах каналов, дамб, плотин, дорожных насыпей и кюветов;

ликвидацию нор землеройных животных;

сколку льда у сооружений и поддержание контрольных прорубей в зимних прудах;

очистку от мусора и наносов отверстий гидротехнических сооружений;

окраску металлоконструкций;

исправление знаков береговой обстановки и мелких повреждений на дамбах, каналах и гидросооружениях;

подготовку сооружений к пропуску весенних и летних паводков;

консервацию сооружений на зиму.

Большинство работ по надзору и уходу за дамбами, каналами, водопропускными и подпорными гидротехническими сооружениями рыбоводного предприятия в период выращивания рыбы выполняют прудовые рабочие. От своевременности и качества их работы зависят сроки службы сооружений и проведения текущих, капитальных и аварийных ремонтов.

Текущий ремонт предусматривает исправление незначительных деформаций рек, каналов, дамб, водопропускных сооружений и других элементов рыбоводного предприятия, появляющихся под воздействием различных природных факторов, а также в результате нарушения правил эксплуатации рыбоводных хозяйств и заводов. Текущий ремонт проводят на дамбах, каналах и водопропускных сооружениях, имеющих износ до 20 %. В основе ремонта лежит проектно-сметная документация. Состав и объемы работ текущего ремонта по каналам водоподающей, сбросной и рыбосборно-осушительной сети зависят от их габаритов, гидрологических элементов и грунтов. На каналах рыбосборно-осушительной сети требуется ежегодная очистка с объемом работ до 1 м³ на 1 м; водоподающие и сбросные каналы чистят 1 раз в 3—4 года при объеме работ 0,2 м³ на 1 м длины канала. Водоприемники в большинстве случаев нуждаются в работах по ликвидации зарастания кустарником и жесткой водной растительностью берегов и русл.

Капитальный ремонт заключается в работах по полному восстановлению отдельных элементов рыбоводного предприятия. Его проводят в соответствии с проектно-сметной документацией, когда профиль дамб и каналов значительно деформировался, полностью разрушилось крепление дна и откосов их, требуется замена конструктивных элементов водопропускных сооружений и объемы работ по ремонту составляют более 20 % от проектных.

Аварийный ремонт заключается в ликвидации значительных повреждений дамб, плотин, каналов, зданий, сооружений и дорог в результате паводков и других стихийных явлений и бедствий. Объем и характер предстоящего ремонта по ликвидации аварий устанавливают в результате обследования, в процессе которого оформляют соответствующий акт и ведомость дефектов. Аварии устраняют немедленно.

Техническая документация для мелиорации, капитального ремонта и эксплуатации рыбоводных предприятий

Обследования и изыскания

Проектно-изыскательские работы на капитальный ремонт, как правило, выполняют в одну стадию — рабочий проект.

Изыскательским работам предшествует обследование рыбоводного предприятия, его водоисточников и водоприемников, дамб, плотин, каналов, дорог, гидротехнических и других сооружений.

Во время обследования выявляют деформации дамб, каналов и сооружений на них, выделяют участки размыва русл. Особое внимание уделяют участкам дамб и каналов с обрушившимися и оплывшими откосами. Устанавливают причины деформаций и намечают мероприятия по их ликвидации. В местах больших деформаций сооружений намечают дополнительные гидрогеологические изыскания с целью уточнения геологии и режима грунтовых вод, а при последующих топографических изысканиях составляют планы, профили и эскизы подлежащих ремонту земляных, бетонных, каменных и деревянных гидротехнических сооружений. При обследовании часто рассматривают возможность расширения продуктивной площади за счет мелководных и заболоченных зон прудов и водоемов. После проведения этих работ технический совет при республиканских и областных управлениях и объединениях рыбного хозяйства рассматривает материалы обследования и принимает решение о необходимости ремонта рыбоводного предприятия, а при необходимости — частичной реконструкции прудов и водоемов, связанной с увеличением их продуктивной площади за счет мелководных участков. На основе этих документов заказчики составляют производственно-финансовый план проведения работ.

Инженерные изыскания на объектах капитального ремонта проводят в соответствии с «Указаниями по проведению комплексных изысканий при проектировании прудовых рыбоводных хозяйств» и другими общесоюзными и ведомственными инструкциями и методическими пособиями. Если сохранились чертежи построенных зданий и сооружений рыбхоза, то прежде всего производят их корректировку в натуре — устанавливают с проведением необходимых выкопировок и составлением схем: фактическое состояние зданий и сооружений; использование земель (с уточнением площадей прудов и водоемов); необходимость использования непродуктивных мелководных и заболоченных площадей; сведения об основных фондах, продуктивности и себестоимости продукции. В необходимых случаях составляют эскизы зданий и сооружений с производством инструментальной съемки отдельных их элементов (высотные отметки).

По результатам изысканий представляют: топографический план рыбоводного предприятия в масштабе 1 : 5000 (1 : 2000, 1 : 1000) с горизонталями через 0,5 м и нанесенными угодьями, зданиями и сооружениями; при необходимости — планы отдельных узлов и сооружений в масштабе 1 : 500 (1 : 200); продольные и поперечные профили земляных сооружений (масштаб: горизонтальный 1 : 5000, 1 : 2000, 1 : 1000 и вертикальный 1 : 100, 1 : 200. Поперечные профили в масштабе 1 : 100, 1 : 200); культуртехническую карту в масштабе топографического плана рыбхоза; откорректированные исполнительные чертежи и эскизы подлежащих ремонту зданий и сооружений.

При гидрологических изысканиях используют материалы по эксплуатации рыбоводных предприятий и уточняют гидрологические характеристики водоисточников и водоприемников по данным наблюдений службы технической эксплуатации. После обработки этих данных производят корректировку проектно-изыскательских материалов. При отсутствии последних гидрологические изыскания проводят в полном объеме, определенном действующими указаниями.

Если имеются проектно-изыскательские материалы, инженерно-геологические изыскания на ремонтно-эксплуатационные работы в рыбоводном предприятии в полном объеме не выполняют. В необходимых случаях проводят дополнительные инженерно-геологические работы по участкам просевших дамб и углубляемых каналов, а также деформированным бетонным и каменным гидротехническим сооружениям, уточняют границы и высотные отметки выхода кровли водопроницаемых и известковых пород, коэффициент фильтрации и уровень грунтовых вод. Определяют химизм грунтовых вод, в том числе их агрессивность к бетонным конструкциям. Особое внимание обращают на участки, где в процессе эксплуатации рыбоводного предприятия обнаружены деформации гидротехнических сооружений вследствие сложных гидрогеологических условий.

При обследовании прудов выявляют следующие основные характеристики, влияющие на выбор технологической схемы производства очистных работ: хозяйственное использование; возможность опорожнения; источник питания; наличие и техническое состояние водоспускных сооружений и возможность их

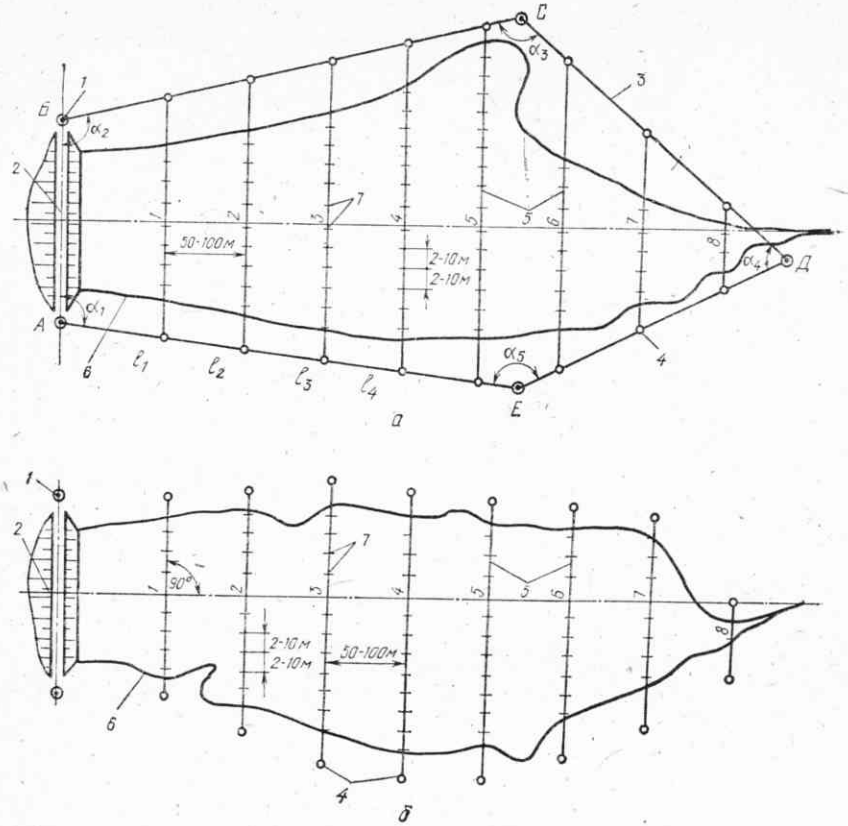


Рис. 80. Схемы разбивки промерных поперечников:

а — с открытой водной поверхности; *б* — со льда; *1* — деревянный столб — репер; *2* — плотина; *3* — замкнутый полигон; *4* — створный кол; *5* — промерные поперечники; *6* — контур водной поверхности или ледового покрова; *7* — промерные точки

использования для опорожнения водоема; наличие мест для отвалов или возможность и целесообразность использования удаляемых наносов в качестве удобрений; наличие карьеров для заделки плотин при необходимости устройства прорезей с целью опорожнения пруда и т. п., а также условия организации работ (наличие электроэнергии, землеройных машин и транспортных средств в хозяйстве или у организаций, которые могут быть привлечены к производству работ, сроки очистных работ и др.). Кроме того, выполняют промеры глубин воды в пруде, зондировку наносного слоя, подлежащего удалению, и сбор данных для определения максимальных горизонтов и расходов воды водотока в створах плотин при необходимости в этом, а также другие данные, надобность в которых устанавливают в процессе обследования, при наличии условий, усложняющих производство работ.

Промерные работы осуществляют в летних условиях при наличии в пруду воды путем промеров глубин с лодки по канату, натягиваемому в промерных поперечниках; в зимних условиях при замерзшей водной поверхности — путем промеров глубин со льда через лунки, пробитые по промерным поперечникам.

Для выполнения промерных работ мерной лентой разбивают разбивочную линию параллельно оси пруда или озера: в летних условиях на одном из его берегов, в зимних условиях непосредственно по поверхности льда. Промерные поперечники устанавливают примерно под прямым углом к разбивочной линии

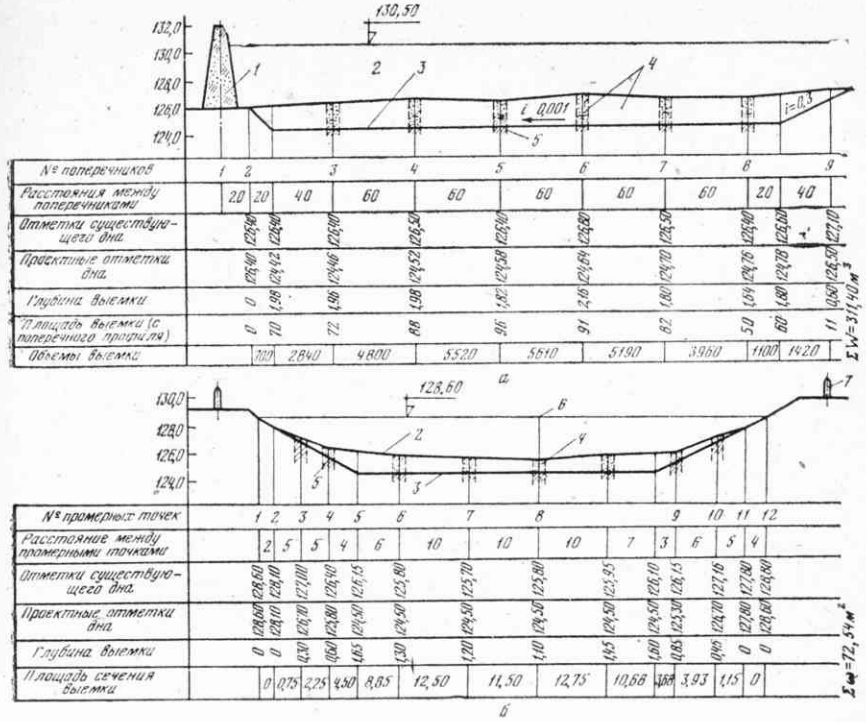


Рис. 81. Продольный и поперечный профили пруда:

а — продольный профиль по оси пруда; *б* — поперечный профиль; *1* — плотина; *2* — существующее дно; *3* — проектное дно; *4* — наносный грунт; *5* — подстилающий грунт; *6* — горизонт воды; *7* — створный кол

и закрепляют береговыми знаками (столбами). Для натягивания каната при промерах в летних условиях на промерных поперечниках у уреза воды забивают створные колья.

Зондировку мощности наносного слоя, подлежащего удалению, производят через 50 м в одной или двух точках на промерном поперечнике. При зондировке устанавливают толщину наносного слоя и характер грунта ложа пруда, подстилающего наносный слой.

В результате обследования составляют схему разбивки промерных поперечников (рис. 80), продольный и поперечный профили (рис. 81).

Продольный профиль составляют на основании поперечников по промерным точкам, расположенным на оси пруда. Масштабы профилей принимают: для продольных — горизонтальный 1 : 2000, вертикальный 1 : 200, для поперечных — 1 : 200.

На вертикали продольного и поперечных профилей в соответствующих промерных точках наносят данные о мощности наносного слоя и подстилающих грунтах, полученных зондировкой.

При обследовании опорожненного пруда для построения поперечных профилей, служащих основанием для определения объемов очистных работ, производят инструментальную съемку (нивелиром) поперечников, привязываемых к условной отметке.

Проектирование ремонта

Капитальный ремонт сооружений и очистку прудов от ила производят по заранее составленной и надлежаще согласованной и утвержденной проектно-

сметной документации или расцененным описям, разработанным в соответствии с Временным положением по капитальному ремонту гидротехнических сооружений прудовых, озерных, нерестово-выростных хозяйств и рыбоводных заводов, утвержденным Минрыбхозом СССР 18 октября 1971 г.

Рабочие чертежи на капитальный ремонт зданий и сооружений составляют во всех случаях при усилении или частичной замене отдельных конструкций гидротехнических сооружений и зданий в хозцентре и на прудах, смене или усилении перекрытий, смене или реконструкции крыш под другие кровельные материалы, замене печного отопления на водяное, устройстве водопровода и канализации, газификации и электрификации зданий и сооружений, реконструкции и замене оборудования инкубационных цехов и котельных, очистке прудов от ила и в других аналогичных случаях.

В рабочих чертежах как сборных, так и монолитных конструкций указывают размеры, места примыканий и пересечений со смежными элементами, расположение отверстий для пропуска труб, а также объемы строительных и специальных работ.

Сметы на капитальный ремонт составляют на основе рабочих чертежей, актов и описей работ с выделением в них разделов на ремонт и замену отдельных конструктивных элементов и прочих работ. При ремонте производственных зданий с объемом работ более 2 тыс. руб. на одно здание сметы составляют отдельно на общестроительные работы, ремонт фасадов, устройство центрального отопления и вентиляции, внутренний водопровод и канализацию, газоснабжение, внешние сети водоснабжения и канализации, теплотрассы, благоустройство участка. Сметы составляют по действующим в данном территориальном районе единичным расценкам.

Все текущие изменения отпускных цен на материалы, тарифов на грузовые перевозки и электроэнергию, а также условий оплаты труда рабочих, не учтенные единичными расценками, определяются дополнительными поправками к сметам.

При капитальном ремонте, выполняемом хозяйственным способом, накладные расходы начисляют в процентном отношении от прямых затрат в размерах, установленных Минрыбхозом СССР и советами министров союзных республик. Плановые накопления в этом случае не начисляют.

При капитальном ремонте, осуществляемом подрядным способом, накладные расходы исчисляют от прямых затрат в размерах, установленных подрядной организации соответствующими министерствами и ведомствами. Плановые накопления начисляют в установленном порядке, в размере 8 % стоимости прямых затрат с накладными расходами. Кроме того, в сводной смете предусматриваются лимитированные и прочие затраты (на временные здания и сооружения, повышение заработной платы среднеоплачиваемой категории рабочих, вывозку мусора, премии за ввод мощностей в срок и досрочно, зимние работы, содержание технического и авторского надзора, проектно-изыскательские работы, непредвиденные работы и затраты и др.), установленные соответствующими письмами и директивными документами. За итогом смет указывают возвратные суммы, получаемые в результате использования или реализации материалов при производстве ремонтных работ. Перечень и количество материалов, получаемых от разборки отдельных зданий при производстве ремонта, устанавливается СН 436—72 и проектно-сметной документацией. На сумму стоимости возврата материалов, указанную в смете, уменьшают размер финансирования ремонтных работ.

В тех случаях, когда по характеру ремонтных работ не требуется изготовление рабочих чертежей (очистка каналов от зарастания, а также прудов от жесткой растительности; приобретение оборудования взамен изношенного; ремонт транспортных средств, строительных машин, механизмов и оборудования, используемых для осуществления производственной деятельности предприятия; смена кровли; ремонт штукатурки; окраска фасадов и т. п.), капитальный ремонт производят по утвержденным сметам, прейскурантным ценам или расцененным описям работ, которые составляют при общем объеме ремонтных работ по одному зданию или сооружению, не превышающем 2 тыс. руб.

Для объектов капитального ремонта, оплата которых производится по 100%-ной готовности, уточнение технической документации производят по особым «указаниям», согласованным с финансирующей конторой банка.

Проектно-сметная документация на капитальный ремонт зданий и сооружений рыбоводных предприятий должна быть полной и достаточной для производства всех работ и заблаговременного размещения заказов на изготовление сборных конструкций, деталей и изделий в заводских условиях и содержать:

задание на проектно-изыскательские работы, полученное от заказчика;

акт заказчика и проектной организации о техническом состоянии зданий и сооружений, в котором обосновывают необходимость и целесообразность ремонта и описывают все намеченные мероприятия по усилению или замене отдельных конструктивных элементов и оборудования;

исполнительные чертежи или эскизы зданий и сооружений;

техническое заключение об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях площадки, зданий или сооружений и о результатах детального обследования конструкций в тех случаях, когда имеются значительные неравномерные осадки зданий и сооружений;

генеральный план рыбоводного предприятия, содержащий все здания и сооружения, экспликации занимаемых угодий, ведомости зданий и сооружений, а также основные объемы работ и решение по благоустройству;

чертежи продольных и поперечных профилей дамб, каналов, дорог и других сооружений;

конструктивные чертежи зданий и сооружений с размерами и достаточной детализацией;

планы, разрезы и детали несущих конструкций зданий и сооружений;

планы фасадов с отметками низа и верха проемов, цоколя, поясов, карнизов, конька крыши и т. п.;

рабочие проекты с необходимой деталировкой по инженерному оборудованию и благоустройству территории;

рабочие чертежи на очистку рек-водоприемников и каналов от заиления;

пояснительную записку, содержащую:

характеристику существующего рыбоводного предприятия, его зданий и сооружений, основных фондов и экономических показателей; описание проектируемых зданий и сооружений, несущих конструкций, внутренней отделки помещений, решений по инженерному оборудованию и механизации трудоемких процессов в рыбоводстве (с приложением спецификаций на приобретение оборудования взамен изношенного), мероприятия по улучшению сброса воды из прудов и вылова рыбы, очистке прудов от ила и растительности, ремонту дамб прудов и каналов, а также дорог, числящихся на балансе рыбоводного предприятия; основные положения по организации и производству работ; сводную, объектные и локальные сметы и сметные расчеты; спецификации основных строительных материалов, полуфабрикатов, деталей заводского изготовления и оборудования.

Основные положения по организации и производству работ разрабатывают в объеме сокращенного проекта организации строительства, приведенного в СН 47—74.

Сметная документация на капитальный ремонт рыбоводного предприятия содержит сметы на:

ремонт зданий, сооружений и объектов основного производственного назначения;

приобретение оборудования взамен изношенного;

ремонт производственных, служебных и административных зданий и сооружений;

содержание и ремонт дорог, числящихся на балансе предприятия;

ремонт транспортных средств, строительных машин, механизмов и оборудования, используемых в производственной деятельности предприятия;

материалы для производства указанных выше работ по капитальному ремонту;

капитальный ремонт предметов и оборудования по технике безопасности и противопожарных средств, числящихся в составе основных средств предприятия.

Для производства работ по очистке прудов, заключения договоров с подрядными организациями и финансирования этих работ разрабатывают проектно-сметную документацию, в которую входят:

акт-ведомость объемов работ по очистке пруда (приложение 1);

объектная смета на очистку пруда или озера.

В акт-ведомость включают данные по объемам работ, определенных обследованием. К нему прилагают «Ведомость подсчетов объемов работ по поперечникам» (приложение 2), схему разбивки промерных поперечников с указанием месторасположения отвалов, если последние располагаются вблизи пруда, а также чертежи продольного и поперечного профилей. Поперечные профили являются рабочими чертежами, на основании которых производят земляные работы по очистке пруда.

К объектной смете на очистку пруда и озера прилагается технологическая схема производства работ, локальные сметы и сметные расчеты на лимитированные и прочие затраты.

Проектно-сметную документацию изготовляют и выдают подрядной ремонтно-строительной организации до установленного нормативами срока. После рассмотрения на техсовете при республиканских и областных управлениях и объединениях рыбного хозяйства ее утверждают.

Проекты и сметы изменяют и дополняют только проектные организации, разработавшие техническую документацию, с обязательным согласованием изменений и дополнений с заказчиком и утверждением их в инстанции, утвердившей ранее все акты на дополнительные работы.

Техническая документация для эксплуатации рыбоводных предприятий

Для организации правильной технической эксплуатации рыбоводных предприятий внутрихозяйственной службе эксплуатации необходимо иметь следующую документацию:

акт приемки рыбоводного предприятия, части его, зданий и сооружений в постоянную эксплуатацию;

утвержденный проект, по которому построено рыбоводное предприятие, с пояснительной запиской, паспортом, генпланом, рабочими чертежами, проектом организации строительства и производства работ, сводными и объектными сметами и локальными сметами и сметными расчетами к ним, а также отчеты об инженерных изысканиях;

схему рыбоводного предприятия в границах землепользования в масштабе генплана с нанесенными на ней всеми зданиями и сооружениями, предусмотренными проектом (каждое здание и сооружение на схеме должно иметь свой номер и паспорт по утвержденной форме; должны быть показаны все отклонения от технического проекта);

акты на скрытые работы, продольные и поперечные профили дамб, каналов и рек;

ведомости креплений откосов земляных сооружений с указанием мест, длины и типа креплений;

ведомости, описания и технические паспорта гидрометрических постов и устройств;

заводские инструкции по обслуживанию машин и оборудования;

должностные инструкции для работников рыбоводного предприятия;

журналы регистрации ознакомления эксплуатационного персонала с правилами по технике безопасности и производственной санитарии на рыбоводных предприятиях;

правила технической эксплуатации рыбоводного предприятия, инструкции по технической эксплуатации рыбхозов (ВСН 12—78, Минрыбхоз СССР) и отдельных гидротехнических сооружений, а также аварийные инструкции;

комплект действующих общесоюзных и ведомственных документов по проектированию, строительству и эксплуатации рыбоводных предприятий;

акты и ведомости осмотров и ремонтов зданий и сооружений, так как каждое здание и сооружение обследуется после определенных этапов эксплуатации рыбоводного предприятия; обнаруженные при этом разрушения и повреждения вносят в дефектные ведомости, в которых по данным обмеров, геодезической съемки и вычислений указывают виды и объемы ремонтных работ, а также выявляют причины, вызывающие повреждение и разрушение сооружения и его частей и намечают меры по устранению этих причин.

Организация и производство ремонтно-эксплуатационных работ

Виды ремонтных работ и источники их финансирования

Эффективное использование рыбоводных предприятий возможно только при своевременном и тщательном проведении ремонтных и эксплуатационно-технических мероприятий, перечень которых дан в табл. 173.

Характер ремонта устанавливают комиссии ежегодно на основе осмотра зданий и сооружений рыбхоза после облова прудов и озер. Объемы необходи-

Таблица 173

Состав ремонтных работ на рыбоводных предприятиях

Ремонт		
текущий	капитальный	аварийный
Очистка русл каналов, рек (водоисточников и водоприемников) на отдельных участках от наносов, травы и древесно-кустарниковой растительности, а также отстойников, рыбоуловителей и садков от ила; ремонт колодцев, водовыпусков и других сооружений на закрытой водоподающей сети; подсыпка и уширение дамб и плотин на отдельных участках; ремонт сооружений, отдельных участков каналов и дорог, креплений откосов и дна; очистка берм; ликвидация небольших оползней и размывов на откосах дамб и каналов; посев трав, посадка черенков ивы и установка плетневых стенок у мест размыва откосов; мелкий ремонт зданий и сооружений на прудах и в хозцентре; исправление поврежденных креплений гребня и откосов дамб и плотин и одежд каналов; устранение небольших повреждений конструктивных частей гидротехнических сооружений; исправление водомерных постов и береговых знаков, а также восстановление их в случае повреждений; ремонт скотопрогонов, переходов через каналы и др.	Исправление крупных деформаций и разрушений участков дамб, плотин, каналов, рек и частей водопропускных гидротехнических сооружений; восстановление и закрепление размытых или разрушенных участков дамб, плотин, каналов, рек и гидросооружений; выборочная планировка и очистка ложа прудов от наносов и ила; удаление наносов и расчистка заилений на каналах и реках; восстановление разрушенных струевыправительных сооружений; полная или частичная перестройка ветхих деревянных гидросооружений; замена разрушенных элементов водопропускных гидротехнических и дорожных сооружений; восстановление водозаборов вследствие износа (20—50%); строительство отдельных дополнительных каналов, дамб, водопропускных гидротехнических и дорожных сооружений, дорог и др., необходимость в которых выявилась в процессе эксплуатации рыбоводного предприятия; изменение конструкций гидросооружений или замена их вследствие износа	Заделка размытых паводком участков реки, каналов и гидросооружений; восстановление и закрепление разрушенных паводком берегов рек-водоприемников; расчистка заносов водозабора, каналов и рек-водоприемников, наличие которых мешает нормальной работе рыбоводного предприятия; заделка промывов дамб и плотин; восстановление дорожных насыпей, мостов и труб, разрушенных паводком; переустройство и восстановление дамб, каналов и гидросооружений, полностью или частично выведенных из строя пожарами; восстановление водоподпорных и водозаборных сооружений на реках и каналах

Таблица 174

Отчисления на капитальный ремонт основных гидротехнических сооружений (в % инвентарной их стоимости)

Наименование сооружений	Размер отчислений, %
Реки (водоисточники и водоприемники)	1,8
Водоподающие каналы	1,8
Сбросные, ловчие и нагорные каналы	1,6
Рыбосборно-осушительные каналы	5,5
Плотины прудов	0,2
Дамбы прудов	1,6
Бетонные и железобетонные водосбросы, водовыпуски и водоспуски при прудах	1,0
Бетонные и железобетонные садки для выращивания и хранения рыбы и рыбоуловители	1,2
Причалы каменные и железобетонные	0,3
Гидротехнические сооружения на каналах	1,3
Пешеходные мостики и тоннели	0,7
Мосты железобетонные, бетонные и каменные всех видов и конструкций	0,3
Мосты деревянные и металлические на деревянных опорах	0,8
Трубы и лотки железобетонные, бетонные, каменные и чугунные	0,4
Плавучие садки из металлических труб и пр.	2,0
Рыбозащитные устройства	0,14

мых работ по текущему ремонту определяют по специально составленным ведомостям дефектов, а по капитальному — на основе проектов.

Капитальный ремонт рыбоводных предприятий выполняют хозяйственным или подрядным способом за счет средств от амортизационных отчислений (табл. 174). Предприятие может осуществлять капитальный ремонт основных фондов хозяйственным способом, когда производство работ по нему подрядным способом экономически нецелесообразно.

Средства на текущий ремонт устанавливаются министерствами или ведомствами в размере от 1 до 6 % от основных фондов, обеспечивающем выполнение всех работ, необходимых для содержания зданий и сооружений в исправном состоянии.

Следует иметь в виду, что затраты, предусмотренные в производственно-финансовом плане, являются лишь лимитами на проведение тех или иных видов работ. Основанием для выполнения ремонта и его финансирования служат сметы, утвержденные директором рыбоводного предприятия. Сметную документацию на текущий ремонт составляют на основании дефектных ведомостей с производством выборочной инструментальной съемки.

Окончательные расчеты за выполненные работы производят по исполнительной смете.

Периодичность и продолжительность работ капитального ремонта зданий и сооружений

От своевременности и качества ремонтных работ зависят сроки службы сооружений и периодичность осуществления капитальных ремонтов, ориентировочные сроки которых приведены в табл. 175.

Срок службы зданий и сооружений и периодичность капитальных ремонтов зависят в первую очередь от постановки службы технической эксплуатации. При своевременном проведении мероприятий по уходу, надзору и текущему ремонту период между капитальными ремонтами значительно удлинится.

Продолжительность комплексного капитального ремонта зданий и сооружений зависит прежде всего от объема и условий выполнения ремонтных работ. Ее устанавливают на основании проектов производства работ (ППР).

Таблица 175

Сроки службы и ориентировочная периодичность ремонта отдельных гидротехнических сооружений

Наименование сооружения	Срок службы, годы	Вид ремонта	Периодичность ремонта, годы
Реки	50	Капитальный ремонт	8—12
Водоподающие каналы земляные без облицовки и облицованные железобетоном	50	То же	6—15
Сбросные, ловчие и нагорные каналы земляные без крепления и с креплением местными материалами и засевом трав	50	»	4—8
Рыбосборно-осушительные каналы в прудах	6	Капитальный ремонт	3—5
Плотины прудов земляные без крепления и с креплением	70—100	Содержание в порядке за счет текущего ремонта; капитальный ремонт производится в случае крупного повреждения, разрушения или аварии	—
Дамбы ограждающие земляные без облицовки	100	То же	—
Бетонные и железобетонные водосбросы, водовыпуски при прудах	30	Содержание в порядке за счет текущего ремонта; капитальный ремонт производится в случае нарушения работы, разрушения конструктивных элементов или аварии	8—15
Бетонные и железобетонные садки для выращивания и хранения рыбы и рыбоуловители	56	То же	8—10
Причалы каменные и железобетонные	62	»	15—20
Гидротехнические сооружения на каналах (шлюзы-регуляторы, мосты-водоводы, перепады, быстротоки, консольные перепады, дюкеры, акведуки и подпорные сооружения)	40	Содержание в порядке за счет текущего ремонта; капитальный ремонт производится в случае крупного повреждения, разрушения конструктивных элементов или аварии	8—15
Пешеходные мостики и тоннели	83	Капитальный ремонт	7—10
Мосты железобетонные, бетонные и каменные всех видов и конструкций и рыбозащитные устройства	100	То же	10—15
Мосты деревянные и металлические на деревянных опорах	20	» »	5—8
Трубы и лотки железобетонные, бетонные, каменные и чугунные	100	» »	15—20
Плавучие садки из металлических труб	10	» »	3—5

Таблица 176

Временные нормы оснащения товарных прудовых рыбоводных хозяйств машинами и механизмами, шт., для текущего ремонта гидротехнических сооружений (ОНТП—80, Минрыбхоз СССР)

Наименование машин и механизмов	Количество единиц измерения на							
	1000 га прудов	один рыбхоз площадью, га						
		до 500	500—1000	1000—1500	1500—2000	2000—2500	2500—3000	свыше 3000
1. Экскаваторы одноковшовые с ковшом вместимостью до 0,4 м³	—	1	1	1	2	2	3	3
2. Экскаваторы одноковшовые с ковшом вместимостью до 0,25 м³	—	—	1	1	1	1	1	1
3. Автосамосвалы грузоподъемностью 5 т	—	1	2	3	5	6	8	11
4. Бульдозеры на базе трактора мощностью 73,5 кВт	—	1	1	1	2	2	2	3
5. Краны автомобильные грузоподъемностью 6,3 т. с.	—	1	1	1	1	1	1	1
6. Скреперы прицепные вместимостью 3 м³ с трактором Т-74	0,71	—	—	—	—	—	—	—
7. Тракторы мощностью 54,4 кВт	0,36	—	—	—	—	—	—	—
8. Катки (без трактора)	0,51	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. В табл. 176 и 177 в пунктах 1—5, 1—4 показаны машины, предназначенные для дежурно-аварийных работ и участвующие в плановых ремонтных работах, а 6—8 (5—11) пунктах — только для выполнения плановых работ по текущему ремонту.

Таблица 177

Временные нормы оснащения озерных рыбоводных хозяйств машинами и механизмами, шт., для текущего ремонта гидротехнических сооружений (ОНТП—80, МРХ СССР)

Наименование машин и механизмов	Количество единиц на				
	1000 га озер	одно хозяйство площадью, га			
		до 5000	5000—10 000	10 000—20 000	20 000—30 000
Экскаваторы одноковшовые с ковшом вместимостью до 0,35 м³	—	1	1	1	1
Бульдозеры на тракторе Т-100	—	1	1	1	1
Автосамосвалы грузоподъемностью 5 т	—	1	1	2	2
Краны автомобильные грузоподъемностью 10 т (6,3 т. с.)	—	1	1	1	1
Экскаваторы одноковшовые с ковшом вместимостью до 0,4 м³	0,0952	—	—	—	—
Тракторные прицепы вместимостью 9 м³	0,0278	—	—	—	—
Тракторы Т-74С	0,0151	—	—	—	—
Тракторы ДТ-75	0,0379	—	—	—	—
Плавучая землесосная установка УПМ-2	0,0044	—	—	—	—
Бульдозеры на ДТ-75	0,0087	—	—	—	—
Катки прицепные 5 т	0,0137	—	—	—	—

Таблица 178

Временные нормы оснащения товарных прудовых рыбоводных хозяйств машинами и механизмами, шт., для капитального ремонта гидротехнических сооружений (ОНТП—80, МРХ СССР)

Наименование машин	Количество единиц на 1000 га площади прудов
Экскаваторы одноковшовые с ковшом вместимостью до 0,35 м³	0,0270
Экскаваторы одноковшовые с ковшом вместимостью до 0,4 м³	0,3150
Скреперы прицепные вместимостью 3 м³ с трактором Т-74С	0,3720
Скреперы прицепные вместимостью 6—8 м³ с трактором Т-100	0,1570
Бульдозеры на базе трактора Т-100	0,4350
Бульдозеры на базе трактора Т-74С	0,4080
Автосамосвалы грузоподъемностью 5 т	1,1230
Грейдеры прицепные без трактора	0,0210
Тракторы Т-74С	0,0620
Тракторы ДТ-75	0,1530
Катки прицепные ДУ-26 (Д-614) без трактора	0,2230

Рыбохозяйственные ремонтно-строительные организации

В качестве ремонтно-эксплуатационных организаций в системе Минрыбхоза СССР выступают механизированные ремонтные отряды (МРО) и передвижные механизированные колонны (ПМК). Специфика эксплуатации рыбоводных предприятий и рыбохозяйственного строительства определила необходимость создания в основном МРО с годовой программой до 300 тыс. руб. в составе рыбоводных предприятий, а также ПМК при республиканских, бассейновых и областных управлениях и объединениях рыбного хозяйства для осуществления нового строительства и капитального ремонта рыбхозов. Мощность их — от 500 до 3500 тыс. руб. строительно-монтажных работ в год.

Для выполнения комплекса ремонтно-эксплуатационных мероприятий в зависимости от вида ремонта, площади рыбхоза и объема строительно-монтажных работ ремонтные отряды комплектуют машинами и оборудованием, показанными в табл. 176—178.

Основной задачей механизированного ремонтного отряда является обеспечение нормальной работы рыбоводного предприятия путем своевременного выполнения предупредительного и текущего ремонтов. При этом обеспечивают равномерную загрузку машин в течение всего года при высоких коэффициентах их использования.

МРО создается приказом директора рыбоводного предприятия или решением правления рыболовецкого колхоза.

В состав МРО для рыбхоза площадью до 500 га входят: начальник отряда — инженер или техник-гидротехник (строитель), механик, 7 механизаторов и 5 рабочих.

Приказом (решением правления) определены задачи отряда. Для любого МРО обязательными для выполнения являются работы, улучшающие эксплуатационное состояние рыбоводного предприятия: проведение планомерных ремонтов зданий и сооружений; эксплуатационная выборочная планировка и мелиорация ложа прудов и водоемов; проведение культуртехнических работ: срезка кустарника на откосах каналов и отрегулированных рек, удаление грубой травяной растительности с мелководных зон прудов и водоемов, откосов каналов, берм и дамб. Проведение этих работ предусматривается в проектно-сметной документации.

В зависимости от местных условий и хозяйственной необходимости отряду может быть поручено выполнение части работ по капитальному ремонту рыбоводного предприятия.

Капитальный ремонт обычно осуществляется подрядным способом силами ПМК, оснащенность машинами которых показана в табл. 179.

Особенности технологии производства и приемки ремонтно-эксплуатационных работ

Ремонтно-эксплуатационные работы осуществляют по заранее составленным и утвержденным проектно-сметным материалам и дефектным ведомостям, на основании которых разрабатывают календарные графики производства работ и планы материально-технического обеспечения.

Капитальные ремонты производят как при нормальной работе рыбоводного предприятия в эксплуатационный период, так и во время вывода прудов на летование.

В зависимости от фактических условий выполнения работ план ремонта уточняют в пределах выделенных на эту цель средств, используемых не только на выполнение ремонтных работ, но и на приобретение машин, оборудования и инвентаря.

Таблица 179

Табель оснащения машинами передвижных механизированных колонн (ПМК)

Наименование машин	Единица измерения	Количество при годовой программе, млн. руб., строительно-монтажных работ			
		свыше 3200	1900—3200	1200—1900	700—1200
Экскаваторы одноковшовые с ковшом вместимостью	шт./м³ (ковша)	13,0	11,0	6,0	4,0
		3,66	3,05	1,80	1,20
до 0,3 м³					
более 0,35 м³	шт./м³ (ковша)	17,0	14,0	8,0	6,0
		12,96	9,0	5,4	3,60
Скреперы прицепные	шт./м³ (ковша)	35,0	29,0	17,0	12,0
		133,0	110,0	66,70	44,5
Бульдозеры с двигателем мощностью до 75 л. с. (55 кВт)	шт./л.с.	21,0	18,0	10,0	7,0
		1560,0	1300	780	520
Бульдозеры с двигателем мощностью более 55 кВт	шт./л.с.	25,0	21,0	12,0	8,0
		2508,0	2090	1254	836
Автогрейдеры	шт./л.с.	3,0	2,0	2,0	1,0
		195,0	130,0	130,0	65,0
Грейдеры прицепные	шт.	3,0	3,0	2,0	1,0
Сваезабойное оборудование	шт.	3,0	2,0	1,0	1,0
Землесосные снаряды и установки	шт./(м³/ч) (пульпы)	3,0	2,0	1,0	1,0
		240,0	160	80,0	80,0
Краны тракторные	шт./т	3,0	2,0	1,0	1,0
		30,0	20	15	10,0
Краны автомобильные грузоподъемностью до 5 т	шт./т	8,0	7,0	4,0	3,0
		40,0	35,0	20,0	15,0
более 5 т	шт./т	2,0	2,0	1,0	1,0
		20,0	20,0	10,0	10,0
Погрузчики одноковшовые гусеничные	шт./т	3,0	2,0	3,0	2,0
		12,0	8,0	12,0	8,0
Автопогрузчики	шт./т	4,0	3,0	3,0	2,0
		12,0	9,0	9,0	6,0
Электростанции передвижные	шт./кВт	24,0	16	12,0	8,0
		816	680	408	272
Компрессоры передвижные	шт./м³/мин	4,0	3,0	3,0	2,0
		20,0	15,0	15,0	10,0
Топливо и маслозаправщики	шт.	4,0	3,0	3,0	2,0

Продолжение табл. 179

Наименование машин	Единица измерения	Количество при годовой программе, млн. руб., строительно-монтажных работ			
		свыше 3200	1900—3200	1200—1900	700—1200
Прицепы тяжеловозы (трейлеры)	шт.	4,0	3,0	2,0	1,0
Ремонтные мастерские передвижные	шт.	5,0	4,0	3,0	2,0
Бетономешалки	шт./л	8,0 2000	7,0 1750	4,0 1000	3,0 750
Растворомешалки	шт.	4,0	3,0	2,0	1,0
Корчеватели с двигателем мощностью до 55 кВт	шт.	5,0	4,0	3,0	2,0
Катки прицепные	шт.	14,0	12,0	10	8,0
Рыхлители	шт.	4,0	3,0	3,0	2,0
Автоцистерны	шт.	6,0	5,0	3,0	2,0
Тракторы мощностью до и более 55 кВт	шт.	42,0	30,0	24,0	14,0
Краны-экскаваторы на гусеничном ходу грузоподъемностью до 25 т	шт./т	3,0 30,0	2,0 2,0	1,0 10	1,0 10,0
Тракторные тележки (прицепы)	шт./т	18,0 180,0	15,0 150	9,0 90	6,0 60,0
Автосамосвалы	шт./т	48,0 192,0	40 160	24,0 96,0	16,0 64,0
Бортовые автомашины	шт./т	21,0 84,0	17,0 70,0	10,0 42,0	7,0 28,0
Передвижные насосные установки типа С-245	шт.	15	12,0	9,0	6
Легкие иглофильтровые установки типа ЛИУ-5	шт.	6	5,0	3,0	2

Примечание. Тракторы даны только для грейдеров прицепных, катков, рыхлителей и тракторных тележек.

Отличительной особенностью ремонтно-эксплуатационных работ является значительный удельный вес объемов по подсыпке дамб и плотин прудов, уширению и углублению каналов, выборочной планировке ложа и удалению растительности с мелководий прудов, а также с откосов каналов. В осенне-зимний период, как только образуется мерзлая корка толщиной не менее 0,2 м, все необходимые машины выводятся в ложе прудов для их планировки, устройства и очистки рыбосбросно-осушительных каналов и удаления грубой водной растительности вместе с корневищами с мелководных зон водоемов. Для этого камыш и тростник выжигают с предварительной повалкой его волокушей из бревен или рельсов. Затем вспахивают мелководные участки кустарниково-болотным плугом, дискуют тяжелыми дисковыми боронами и боронуют. Собранные в кучи при бороновании корневища после подсыхания сжигают. Ненужные рыбосборно-осушительные каналы глубиной до 0,5 м засыпают грунтом прирусловых валов или запахивают по технологии, приведенной в технологических картах*.

Более крупные каналы засыпают привозным грунтом, доставляемым на место производства работ автосамосвалами или тракторными тележками из карьеров. Иногда используют грунты из отвалов строящегося нового канала. В этот же период проводят ремонт дамб, плотин, каналов, бетонных и каменных водопропускных сооружений (рис. 82).

На деформированных участках дамб, плотин и каналов ликвидируют просадки, промоины и размывы (рис. 83), применяя засыпку грунта и соответствующие укрепления. В местах обвалов расчищают откосы и углубляют каналы до требуемых глубин, дно их на всем протяжении очищают от слоя наносов. На углубляемых и размытых участках каналу и дамбе придают трапецеидальное сечение с равными или переменными откосами. Подсыпку грунта иногда производят с местным креплением откосов, например каналов, при помощи деревянной, плетневой или железобетонной стенки и дамб отсыпкой камня или укладкой железобетонных плит. При восстановлении поперечных сечений дамб и каналов работы ведут таким образом, чтобы сохранить возможно большую часть одернованных и устоявшихся откосов. Если на водоподающих и сбросных каналах имеются участки с отметками дна и откосов ниже проектных, то эти места целесообразно оставить без изменения. В противном случае отсыпанный в канал грунт размокнет и оползет. Вследствие этого уменьшится сечение канала. Работы по ремонту дамб, каналов и рек ведут механизированным способом.

Механизированную очистку каналов и рек рыбоводных предприятий затрудняет разнообразие естественно-производственных условий, обилие типоразмеров русл каналов и рек, имеющих чаще всего неправильную геометрическую форму. Очистка осложняется еще тем, что на каналах имеются мосты, переезды и другие гидротехнические сооружения, а вдоль трассы встречаются древесные насаждения.

В настоящее время для очистки русл каналов и рек применяют в основном одноковшовые экскаваторы, которые являются работоспособными и надежными машинами. Рабочие параметры их позволяют вести очистку как малых, так и больших каналов, в том числе засоренных древесной и травянистой растительностью и каменными включениями.

Уширение и углубление каналов и рек одноковшовыми экскаваторами (драглайн, обратная лопата), как правило, проводят поперечным способом разработки грунта, когда экскаватор, передвигаясь по берме канала параллельно оси его, извлекает грунт из русла и укладывает в отвал. При наличии воды в реке и канале их углубление ведут от устья к истоку, снизу вверх против течения. Глубокие каналы ремонтируют одноковшовыми экскаваторами Э-352 с обратной лопатой и прямоугольным ковшом вместимостью 0,40 м³, профильным ковшом вместимостью 0,35 м³ с полуторным заложением откосов и ремонтной лопатой ЛР-2, которой прочищают дно канала, что ускоряет процесс работы. Этот экскаватор используют и на многих других работах в хозяйстве: при ремонте дамб, регулировании рек и отрывке котлованов и траншей, погрузке грунта в транспорт и т. п.

Более мелкие каналы (0,6—1 м) со слоем воды 0,15—0,25 м ремонтируют каналоочистительными машинами Д-490М и КОБ-1,5.

* Технологические карты на мелиоративно-строительные работы. Л., 1966.

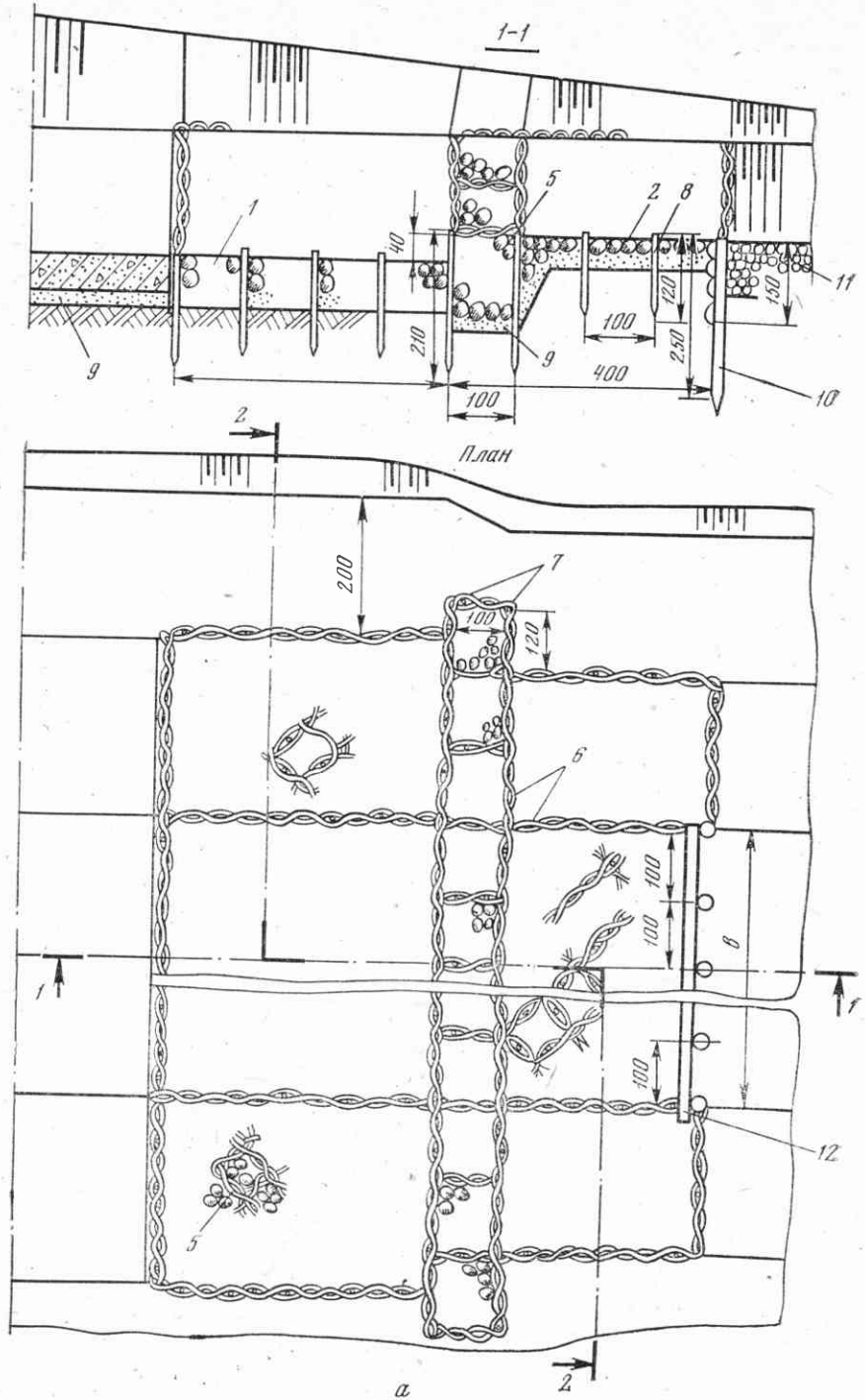


Рис. 82. Укрепление размытого участка водобоя и рисбермы:

а — каменной загрузкой в плетневых клетках; *б* — каменной наброской; *1* — гаситель; *2* — рисберма; *3* — контур размыва; *4* — каменная наброска; *5* — каменная загрузка d=5—15 см; *6* — стенки плетневой клетки; *7* — колья d=6—8 см; l=210 см; *8* — колья d=4—6 см, l=120 см; *9* — разнозернистый гравий d=2,5 см; *10* — сваи d=16—18 см, l=250 см; *11* — зуб из мелкого камня; *12* — заборная стенка из пластин d=16/2

Таблица пропускной способности водослива в зависимости от b и H (к рис. 82)

b/H	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0
0,7	1,70	2,60	3,54	4,48	4,9	5,7	6,6	7,5	8,3	9,2	10,0	10,9	11,7	12,6
0,8	2,00	3,00	4,00	5,00	6,1	7,1	8,2	9,2	10,5	11,3	12,4	13,4	14,4	15,5

Засыпку размывов и уположение откосов, а также подсыпку гребня дамб прудов и каналов производят грунтом, доставляемым из карьеров на гребень автосамосвалами или скреперами. Сталкивание и укладку грунта выполняют бульдозеры.

Ремонт железобетонных и каменных водопропускных сооружений (рис. 84) производят на основании рекомендаций и указаний по технологии производства работ, предусмотренных в проекте организации строительства и производства работ.

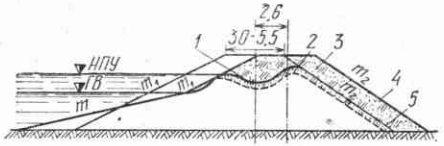


Рис. 83. Ремонт повреждения дамбы, вызванного просадкой:

1 — контур просадки; *2* — контур расчистки; *3* — заделка повреждения; *4* — контур после ремонта дамбы; *5* — первоначальный контур

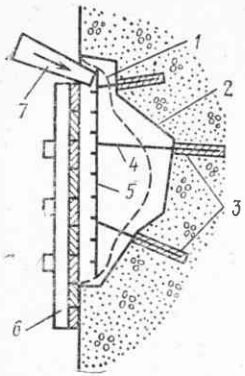


Рис. 84. Схема ремонта местных повреждений бетонного сооружения:
1 — контур разрушения; *2* — контур зачистки зоны разрушения; *3* — анкер; *4* — арматурный стержень; *5* — сетка поверхностного слоя; *6* — щит опалубки; *7* — подача бетона

Ручные работы выполняют только там, где без них не обойтись: на заделке стыков труб и трещин в железобетонных и каменных гидротехнических сооружениях, на прочистке колодцев и труб-переездов, окашивании травы по откосам каналов и дамб.

В процессе капитального ремонта рыбоводного предприятия ухудшается микрорельеф прудов в результате очистки их от ила, расширения продуктивной площади и прокладки рыбосборно-осушительной сети каналов. Поэтому в комплексе работ по капитальному ремонту прудов планировка ложа является обязательным мероприятием. При этом выровнять ложе пруда за один год почти невозможно. К тому же в период эксплуатации образуются различные неровности (борозды, гребни, гряды, просадки и свалы), поэтому ежегодно следует проводить эксплуатационную выборочную планировку в осенне-зимний период. Весной по мере заполнения прудов ремонтные работы в них приостанавливаются. Проводится лишь ремонт доступных для производства работ зданий и сооружений или их конструктивных элементов.

Контроль качества ремонтно-эксплуатационных работ, выполняемых подрядным способом, и руководство ремонтными работами при хозяйственном способе их выполнения возлагают на инженерно-технический персонал рыбоводного предприятия. При этом руководствуются III частью СНиП, действующими общесоюзными нормами и правилами по технике безопасности в строительстве и правилами техники безопасности и производственной санитарии на рыбоводных предприятиях и внутренних водоемах. Отремонтированные объекты и сооружения сдают и принимают в эксплуатацию в соответствии с положениями и требованиями I—III частей СНиП и правилами приемки в эксплуатацию законченных строительством объектов прудовых рыбоводных хозяйств комиссиями в составе: главный инженер территориально-производственного управления или объединения рыбного хозяйства — председатель; главный инженер ПМК, главный (старший) гидротехник и рыбовод рыбоводного предприятия — члены комиссии. Каждое сдаваемое в эксплуатацию сооружение осматривают. Кроме того, просматривают проектную и исполнительную документацию, определяют ее полноту и правильность. Проверяют документацию по перенесению проекта в натуру, разбивку сооружений и журналы производства работ, акты на скрытые работы. Обнаруженные при этом отклонения от проекта вносят в паспорт сооружения, в котором также указывают выполненные ремонтные работы и затраты по отдельным годам, дают предложения по улучшению работы сооружения.

Прудовые и озерные рыбоводные хозяйства проверяют пробным пуском по каналам и трубопроводам форсированного расхода воды и проводят наполнение прудов. Напорные трубопроводы из асбестоцементных труб согласно ГОСТу испытывают 2 раза. Трубопровод проверяют участками не более 1 км. За 1 сут до испытаний его заполняют водой против уклона и постепенно создают напор, равный расчетному давлению (до 0,6 МПа) и повышенному на 0,3 МПа (при $H > 0{,}6$ МПа). Трубопровод принимают, если снижение напора за 10 мин не превышает 0,05 МПа на 1 км его длины.

Результатом работы комиссии является акт приемки в эксплуатацию отремонтированных зданий и сооружений.

Охрана труда и техника безопасности при производстве строительных и ремонтных работ

Основные требования охраны труда при производстве ремонтно-строительных работ изложены в общем трудовом законодательстве и специальных правовых нормах и правилах: СНиП III—4—79 «Техника безопасности в строительстве», Правилах техники безопасности и производственной санитарии на рыбоводных предприятиях и внутренних водоемах, Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей, Правилах устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, а также в общих и специальных санитарных нормах. Все они направлены на создание работающим безопасных условий для высокопроизводительного труда.

Функции государственного надзора по охране труда на ремонтно-эксплуатационных и строительных работах возложены на техническую инспекцию профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов. Государственный надзор осуществляют также инспекции Госгортехнадзора, Газового надзора, Госсанинспекция и инспекция Госпожнадзора.

Надзор за охраной труда в ремонтно-строительной организации возлагается на руководителя и главного инженера, а на отдельных производственных участках — на начальников участков, производителей работ, мастеров и бригадиров ремонтно-строительных бригад. Комиссия под председательством главного инженера ремонтно-строительной организации ежегодно осуществляет проверку знания правил техники безопасности линейными инженерно-техническими работниками и бригадирами ремонтных бригад. Поступающий на работу в ремонтно-строительную организацию рабочий допускается к работам на строительной площадке только после прохождения вводного инструктажа на рабочем месте, который проводят работники отдела кадров и инженер по технике безопасности ремонтно-строительной организации (при подрядном выполнении работ) и областного управления или объединения рыбного хозяйства (при выполнении работ хозяйственным способом). Им предусматривается ознакомление рабочего с правилами внутреннего трудового распорядка и общими нормами охраны труда на стройплощадке, общими правилами обращения с электрифицированным и пневматическим инструментом и механизмами, порядком пользования спецодеждой, индивидуальными предохранительными приспособлениями. Инструктаж на рабочем месте проводят также инженер-гидротехник (строитель) и бригадиры (мастера) ремонтных бригад. Кроме инструктажа каждому рабочему перед допуском к самостоятельной работе под расписку выдают на руки производственную инструкцию по технике безопасности.

При несчастных случаях, которые произошли с работниками во время выполнения ими производственной работы, проводят расследование этих случаев. Квалификацию несчастного случая определяет представитель профсоюза, который составляет заключение, являющееся обязательным для администрации и профсоюзной организации. О каждом несчастном случае на производстве очевидец или сам пострадавший извещает бригадира или инженера-гидротехника (строителя) рыбоводного предприятия, которые организовывают первую помощь пострадавшему и направляют его в ближайший медпункт, сообщив о случившемся администрации рыбхоза или ремонтно-строительной организации и по возможности сохраняют до расследования такую обстановку на рабочем месте, какой она была в момент несчастного случая. Если произошел групповой, тяжелый или смертельный несчастный случай, руководитель ремонтно-строительной организации или рыбхоза сообщает об этом техническому инспектору профсоюза, вышестоящей организации, ЦК профсоюза и прокуратуре по месту нахождения рыбоводного предприятия.

Производство ремонтно-эксплуатационных работ в рыбхозах начинают только в том случае, если в проекте производства работ есть исчерпывающие решения по охране труда, и осуществляют с обязательным соблюдением правил производственной санитарии и техники безопасности при работе косилок, землеройных и культуртехнических машин и агрегатов, транспортных средств, а также при ремонте бетонных и каменных водопропускных гидротехнических сооружений. В процессе выполнения работ рабочие места в темное время суток освещают. Опасные для нахождения там людей зоны ограждают заборами или предупредительными сигнальными знаками, хорошо видимыми в любое время суток.

Эксплуатацию землеройных, культуртехнических и других строительных машин разрешают, если они в исправном состоянии. Машины должны иметь паспорт и инвентарный номер и пройти предварительный осмотр и техническое освидетельствование под руководством инженерно-технического работника, ответственного за их безопасную эксплуатацию. До начала работы проверяют

правильность расстановки и устойчивость машин, обеспечивающую соблюдение технологической дисциплины и проекта производства работ, наличие на машине и в зоне ее действия знаков безопасности, предупредительных подписей, плакатов и инструкций по технике безопасности. К управлению машинами допускают только лиц, достигших 18-летнего возраста, имеющих необходимую квалификацию и удостоверение на право управления данной машиной. Персоналу, обслуживающему машину, выдают утвержденную инструкцию, содержащую основные правила техники безопасности эксплуатации данной машины.

При очистке каналов и прудов прежде всего нужно обеспечить устойчивость машины, особенно на грунтах с малой несущей способностью. Большие просадки грунта под ходовым оборудованием могут вызвать крайне опасные наклоны землеройной машины: возможны обрушения откосов вследствие подмыва, а также просадки ила. Поэтому машину выбирают с большим запасом устойчивости и проходимости. Особую осторожность проявляют при производстве очистных работ на каналах, откосы которых деформированы в сторону увеличения крутизны или размыты водой, и в местах выхода ключей в чашах прудов.

При установлении опасных зон для навесных рабочих органов (косилки, роторы, фрезы, скребки) учитывают и аварийные случаи, когда при обрыве быстро вращающихся частей детали отбрасываются на значительные расстояния. Опасной зоной считают пространство, в котором происходит отбрасывание и распределение грунта фрезметательными очистными рабочими органами. Рабочие не должны находиться в пределах этой зоны.

При установке землеройных машин вблизи котлована или траншеи наименьшее допустимое расстояние от подошвы естественного откоса выемки до ближайшей гусеницы машины при глубине выемки 2 м должно быть: для песчаных грунтов 3 м, супесчаных 2,4 м, суглинистых 2 м и глинистых 1,5 м; при глубине выемки 3 м — соответственно 4,0; 3,6; 3,2 и 1,7 м; при глубине 4 м — соответственно 5,0; 4,4; 4 и 3 м.

Работы по перемещению грунта бульдозером на подъем свыше 15° или под уклон свыше 30° запрещаются, а скрепером — с продольным уклоном не более 10° и поперечным 8°.

Минимально допустимое расстояние между ближайшим проводом линии электропередачи и крайней точкой машины или грузом при напряжении до 1 кВ составляет 1,5 м; от 1 до 20 кВ — 2 м, от 35 до 110 кВ — 4 м; от 110 до 220 кВ — 5 м, до 330 кВ — 6 м и до 500 кВ — 9 м.

Для предупреждения электротравматизма на ремонтных работах администрация и обслуживающий персонал обязаны строго соблюдать Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила технической безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. Однако поражение электрическим током — наиболее часто распространенный, опасный и неожиданный для пострадавшего вид производственного травматизма. Наиболее опасен переменный ток с частотой колебания 50—60 Гц. Тяжелые последствия электрического удара возможны при значительно меньшей силе тока (0,0008 А), весьма опасным (при средней сопротивляемости организма) считается ток силой 0,03—0,04 А. Безопасным для человека является напряжение не выше 36 В.

Крупногабаритные грузы с большой массой транспортируют на специальных прицепах — трейлерах. В дождливую погоду перевозку экскаваторов, бульдозеров, грейдеров и т. п. по дорогам с подъемами и спусками производят двумя автомашинами. Маршрут следования трейлера с крупногабаритным грузом в условиях города необходимо согласовать с Госавтоинспекцией, а при переезде через железнодорожную линию — с администрацией железной дороги. Если перевозку грузов выполняют с помощью гусеничного тягача, трактористу необходимо следить за тем, чтобы угол наклона машины в поперечном направлении не превышал допустимой величины. Прицеп присоединяют к трактору с помощью жесткого дышла. При выполнении работ с несколькими одинаковыми тракторами в сцепе между членами звена должна быть выработана хорошая согласованность в организации данного вида работ.

Заделку трещин в высоких стенках и стыков в лотках и трубах больших диаметров выполняют с применением инвентарных переносных лестниц. Следует также использовать специальные инструменты, исключающие возможность откола бетона при возникновении ударных нагрузок.

Основные правила эксплуатации прудов и водоемов

Условия эксплуатации прудов и водоемов и требования, предъявляемые к ней, зависят от назначения и географического расположения прудов и водоемов, типа регулирования стока и время использования в году, а также состава и конструкции сооружений. Назначение пруда и режим его наполнения впервые определяют в проекте. Большинство рыбоводных прудов проектируют на годичное регулирование стока. Такие пруды ежегодно полностью опорожняют в расчете на наполнение очередным весенним или летним паводком. При эксплуатации рыбоводных хозяйств эти условия часто меняются. Могут оказаться неточными и неверными некоторые исходные положения проекта. Фактические потери воды на фильтрацию из-за сложности и дороговизны их определения при проектировании часто получаются больше или меньше проектных. Потребление воды также может отличаться от проектного вследствие изменения объектов выращивания и появления новых водопотребителей (орошение, водопой скота и др.). Эти изменения во время эксплуатации учитывают и при необходимости изменяют проектный режим. Возможно изменение даже типа регулирования стока. Подключение к водоисточнику новых водопотребителей, не предусмотренных проектом, увеличение потерь по сравнению с проектом может потребовать отказа от ежегодного осеннего сброса воды из прудов с целью облова рыбы и перехода к оборотному водоснабжению (многократному использованию сбросной и фильтрационной воды). В прудах, расположенных каскадом, воду при облове рыбы сбрасывают только из нижнего пруда, а из остальных прудов ее перепускают в нижележащие. Не заполненным на зиму оставляют только верхний пруд, объем которого рассчитан на заполнение расчетным стоком очередного весеннего паводка и часть объема которого идет также на восполнение потерь воды из прудов за зимний период. При невозможности перепуска воды самотеком ее перекачивают из пруда в пруд с помощью насосных установок. Существенным недостатком этой схемы водоснабжения является накопление органических веществ и солей в воде. Поэтому при многоводных паводках надо стремиться использовать их сток для обмена воды в прудах. Что касается приспуска или спуска озер для облегчения их облова, то к этому надо подходить очень осторожно. Большинство озер имеет малую водосборную площадь, расчетного стока с которой едва хватает только на восполнение потерь.

Самым ответственным периодом эксплуатации является пропуск весеннего или летнего паводка, при котором наполняют пруды и водоемы. Подготовку к нему начинают еще с осени. После спуска и облова прудов гидросооружения осматривают и утепляют. Трубы донных водоспусков для предохранения дамб и плотин от промерзания закрывают с обеих сторон соломенными или камышовыми матами. Щиты, шандоры, решетки и рукоятки подъемников затворов снимают и убирают в склад на хранение. Кроме того, пополняют запас аварийных материалов и инструментов, организуют резерв талого грунта на выбранной вблизи от сооружений площадке. Вскрытую осенью площадку утепляют чередующимися слоями соломы и торфа и сверху слоем хвороста или лапника.

В зимний период необходимо скалывать лед у стояков донных водоспусков, щитов, свай, стен, ледорезов паводковых водосбросов, шлюзов-регуляторов, лотков, акведуков, а также специальных контрольных прорубей; наблюдать за работой аэраторов, водоподающих каналов и лотков, устраняя обнаруженные завалы снегом и льдом; следить за образованием нор землеройными животными в дамбах и плотинах зимних прудов, появлением трещин при сильных морозах; принимать срочные меры по ликвидации выявленных повреждений и сообщать об этом руководству рыбхоза.

Во время облова прудов и особенно зимой гидросооружения могут получить трещины, пучины и другие повреждения. Поэтому их своевременно подготавливают для заполнения прудов и пропуска весеннего или летнего паводка: в осенне-зимний период ремонтируют, а перед паводком очищают отверстия от снега и льда и проверяют подъемно-щитовое оборудование. Очищают также от снега места сопряжения тела дамбы или плотины и врезанных в нее сооружений для обнаружения возможных трещин и просадок. Все обнаруженные повреждения немедленно устраняют. За месяц до ожидаемого паводка орга-

низуется бригада во главе с гидротехником по пропуску паводка. Ответственных дежурных из состава бригады своевременно информируют о плане пропуска паводка и наполнения прудов, режимах и графиках работы сооружений. График дежурства ответственных дежурных вывешивают в здании конторы и других видных местах рыбхоза за две недели до ожидаемого паводка. Для обеспечения безаварийного пропуска паводка главный инженер и гидротехник рыбхоза заблаговременно осматривают все сооружения рыбхоза для выявления и устранения дефектов. Устанавливают телефонную или телеграфную связь с гидрометеорологическими учреждениями для получения прогнозов о сроках и интенсивности паводка. Собирают и тщательно анализируют данные наблюдений по режиму паводка и работы сооружений. Составляют план мероприятий по пропуску паводка с учетом особенностей прудов и состояния сооружений рыбхоза с точным распределением обязанностей личного состава бригады по квалификациям. Устанавливают сроки и источники поступления аварийных материалов и инструмента. Подготавливают мобилизацию трудоспособного населения и организацию аварийных бригад на случай паводка угрожающих размеров (составляют и утверждают списки лиц). Организуют инструктаж обслуживающего персонала (техника наблюдения, порядок записей в журнале), оснащают бригаду необходимым инвентарем и инструментом. Обеспечивают подвоз к угрожаемым объектам аварийных запасов материалов и инвентаря. Проверяют наличие и исправность водомерных реек и других устройств. Организуют подготовку путей сообщения между штабелями аварийных материалов (см. ниже) и гидротехническими сооружениями. С момента интенсивного таяния снега на водосбросных и других сооружениях организуют дежурства и наблюдения за уровнем воды и состоянием водосбросных сооружений и льдозащитных стенок и устройств. Все данные наблюдений записывают в журнал паводка.

Ориентировочный перечень инструментов, инвентаря и материалов на период паводка для русловых прудов с водосбросами на расчетные расходы до 100 м³/с

Инструмент		
Багры	шт.	4
Ломы	шт.	4
Лопаты железные	шт.	4
Кирки, мотыги	шт.	3
Топоры	шт.	2
Пилы поперечные	шт.	2
Инвентарь, приспособления и приборы		
Трамбовки	шт.	4
Носилки для камня	шт.	5
Лебедка ручная	шт.	2
Лестницы деревянные	шт.	2
Веревка пеньковая диаметром 25 мм	кг	50
Мешки (рогожные кули), заранее наполненные грунтом	шт.	20
Круги спасательные	шт.	2
Факелы, фонари «Летучая мышь» или ручные электрофонари	шт.	4
Лодки с оснасткой	шт.	2
Аптечка	шт.	1
Аварийные материалы		
Камень рваный, гравий или щебень	м³	30
Глина, песок	м³	30
Солома и еловые ветки	м³	30
Колья, хворост, жерди	м³	20
Лес круглый диаметром 18—24 см	м³	2
Дрова для костров	м³	3
Доски толщиной 35—50 мм	м³	2

Гвозди, скобы, болты с гайками, проволока	кг	20
Пакля (ветошь) для факелов	кг	5
Провод ПР-380	м	20
Цемент М-300-400	кг	100

Примечание. Транспортные и электроосветительные средства принимают по отдельному расчету применительно к местным условиям.

При обнаружении опасной или усиленной фильтрации через тело дамб у стенок сооружений находят места входа воды и производят тщательную заделку их навозом и талым суглинком. Если обнаружены трещины в бетонных стенках, их заделывают цементным раствором пластичной консистенции, приготовленным на подогретых инертных материалах и воде, с последующим утеплением участка заделки. Категорически запрещается применение замерзшего, а затем оттаявшего раствора.

При заполнении головного и нагульных русловых прудов до нормального подпорного уровня (НПУ) плоские и сегментные затворы водосбросов держат закрытыми. Затворы водозаборных сооружений и водоспусков открывают перед началом паводка. Пруды наполняют постепенно, чтобы уровень воды за 1 сут повышался не более чем на 0,5—0,7 м. При этом тщательно наблюдают за состоянием земляных и водопропускных сооружений. Водосбросы, донные водоспуски, водозаборы и водовыпуски в ночное время хорошо освещают. При превышении НПУ открывают затворы водосбросов прудов. Маневрируя ими, избегают резкого колебания уровня воды. Лед запрещается пропускать через паводковые водосбросы. Его удерживают в пруду с помощью льдозащитных стенок. Если перед водосбросом скопились принесенные водой пни и кусты, дежурная бригада принимает меры для удаления этих предметов или пропуска их через пролеты водосброса.

Ни в коем случае нельзя пропускать паводок по неотремонтированному или недостроенному водосбросу. Это почти всегда приводит к значительным разрушениям водосбросного сооружения, для восстановления которого потребуются большие материально-технические средства. Во многих случаях восстановление сооружений из-за значительных разрушений экономически нецелесообразно, а иногда и невозможно. В таких случаях лучше заранее сделать прорезь в дамбе или плотине и сбросить воду через нее. Восстановить земляное сооружение в этом месте гораздо проще и значительно дешевле, чем построить новый водосброс.

Сброс расходов воды в нижний бьеф производят в соответствии с подробным диспетчерским графиком регулирования стока и работы водосбросных сооружений в зависимости от расхода воды реки, отметок зеркала прудов и специальных мероприятий (сброс плавающего мусора). Диспетчерским графиком регулирования предусматриваются наилучшие условия работы сооружений и обеспечивается сопряжение бьефов в виде затопленного прыжка. Быстрое открытие всех затворов ведет к резкому снижению уровня верхнего бьефа и, как следствие этого, к выносу грунта и оползанию откосов на участках берегов у подпорных сооружений. Сосредоточенный расход при работе только одного отверстия водосброса создает наиболее тяжелые условия сопряжения бьефов, а уменьшение удельного расхода позволяет добиться затопленного прыжка. Поэтому при пропуске больших расходов воды сначала заполняют нижний бьеф при постепенном их увеличении, а затем сбрасывают воду в соответствии с диспетчерским графиком. Сначала лучше открывать средние пролеты, но при некоторых сочетаниях расходов и горизонтов воды бывают случаи, когда более благоприятный режим нижнего бьефа создается при первоочередном открытии крайних пролетов. Поэтому при работе водосбросов ведут регулярные наблюдения за нижним бьефом, избегая открытий щитов, создающих режим отогнанного прыжка или вызывающих сильные обратные течения и водовороты. Дежурному персоналу, занятому пропуском паводковых расходов, предоставляют возможность самостоятельно в соответствии с местными условиями производить сброс воды по Инструкции о пропуске расходов воды в период паводка.

При пропуске воды по водосбросам наблюдают за режимом их работы, особенно в период сброса наибольших расходов. Все отклонения от нормаль-

ного режима фиксируют, а также отмечают: недостаточный запас в высоте стенок над уровнем протекающей воды или переливы через стенки быстротока и гасителя; сбой потока при поступлении на гаситель; отгон гидравлического прыжка; напорный или безнапорный режим работы труб, о чем можно судить по наполнению выходного отверстия труб; дрожание труб, удары, периодические пульсации расхода. Наблюдают также за работой льдозащитных стенок и устройств. Ежедневно отмечают и записывают максимальные уровни в прудах или водоемах.

Своевременно устраняют образующиеся повреждения в сооружениях, каналах и дамбах, особенно если их дальнейшее развитие грозит серьезной аварией.

Дежурные ведут постоянный осмотр земляных плотин и дамб и водопропускных сооружений, обращая при этом особое внимание на целость и исправность откосов возле уреза воды и места появления фильтрации. Особую бдительность проявляют в ночное время при охране сооружений, наблюдении за ходом наполнения прудов и безопасностью лиц, занятых на работах. При обнаружении неполадок в сооружениях и приближении опасности дежурный немедленно уведомляет ответственных лиц и принимает меры для срочной ликвидации повреждения. Обнаруженные деформации откосов дамб у стенок сооружений заполняют талым грунтом, навозом, а также мешками и кулями с землей. Если вода со стороны сухого откоса вытекает под напором или с большим содержанием частиц грунта, то по сухому откосу укладывают песок, щебень, камень (по типу обратного фильтра) и единовременно на мокрый откос против места течи укладывают мешки и кули с землей, солому и суглинок до полного прекращения тяги. Иногда целесообразно положить на место входа воды пластырь из полиэтиленовой пленки или брезента с последующей присыпкой его грунтом и пригрузкой камнем. При ожидаемом переливе через гребень дамбы и плотины для защиты от промыва со стороны пруда устраивают щитовую или плетневую заборку с подсыпкой грунта или вал из мешков, набитых на $^3/_4$ грунтом, с присыпкой суглинком. Если перелив неизбежен, несмотря на все принятые меры, надо стремиться к тому, чтобы он происходил небольшим слоем, равномерно по пониженному участку гребня дамбы. В отдельных случаях, а также в земляных дамбах значительной длины устраивают прокоп на пониженном участке насыпи для пропуска избытка воды. Для защиты мест перелива и прокопа от размыва поверхность земли очищают от снега, чтобы сильнее проморозить грунт, а перед началом таяния поливают водой для образования ледяной корки толщиной 10—15 см.

При повышении уровня воды в прудах и возникновении явной опасности нарушения целости сооружений дежурный или другое ответственное лицо немедленно извещает об этом администрацию ближайших нижерасположенных гидросооружений и населенные пункты для принятия предохранительных мер. После спада паводкового горизонта воды в головном и нагульных русловых прудах ниже нормального подпорного уровня (НПУ) принимают меры к своевременному и последовательному закрытию щитов водосбросных сооружений в порядке, обратном их раскрытию, причем избегают резкого уменьшения сбросного расхода, которое может привести к образованию оползней берегов русла нижнего бьефа. Лица, занятые на пропуске паводка, строго соблюдают правила техники безопасности.

После паводка детально осматривают все сооружения прудовой или озерной части рыбхоза для выявления необходимости срочного ремонта и составления плана ремонтных работ на летний период. Все обнаруженные повреждения оформляют актом. Отчет о проведенном паводке представляют вышестоящей организации. В нем указывают: состояние сооружений с характеристикой причин, вызвавших повреждения; характер паводка, уровни самых высоких вод, объем воды в прудах; меры, принятые для устранения повреждений, и др. На повреждения, требующие капитального ремонта, разрабатывают проектно-сметную документацию на ремонтные и восстановительные работы. Проект рассматривают и утверждают в установленном порядке. Срочные ремонтные работы выполняют в возможно короткий срок во избежание дальнейших аварий во время летних паводков.

По окончании ремонтных работ составляют отчет с указанием: объема и стоимости выполненных работ по отдельным видам; затрат материалов, рабо-

чей силы и транспортных средств; причин аварий и способов производства восстановительных работ; дальнейших мер по охране сооружений от разрушений. После окончания капитального ремонта производят приемку произведенных работ в соответствии с III частью СНиП и ведомственными инструкциями.

Подпитку прудов или водоемов в летний период осуществляют согласно графикам водопотребления или работы насосной станции, скорректированным по результатам наблюдений. При этом ведут строгий учет подаваемой воды и следят за состоянием дамб, плотин, каналов и водопропускных сооружений, своевременно устраняя выявленные неполадки. Каналы наполняют и опорожняют постепенно. В противном случае могут оползти откосы или может произойти размыв дна. Во время затяжных и ливневых дождей наблюдают за подъемом уровней в прудах или водоемах, для чего организуют круглосуточное дежурство. Если превышается отметка НПУ, включают водоспуски и водосбросы, а также вызывают на пруды аварийную бригаду. Во избежание ухода рыбы перед водопропускными сооружениями устанавливают решетки или сетки с просветами не более 1,5—2 см.

Спуск воды из прудов или приспуск водоемов осенью с целью облова рыбы выполняют в очередности и сроки, указанные в календарном графике или плане. Недопустим одновременный сброс воды из нескольких прудов, не предусмотренный календарным планом и применяемый иногда руководством рыбхоза для ускорения облова прудов. Это приводит к переполнению сбросных каналов и затоплению прилегающей территории, так как русла их рассчитаны на пропуск расходов из прудов, опорожняемых согласно календарному графику.

Повреждения гидротехнических сооружений и их устранение

Ежегодно перед весенним паводком и осенью (после облова прудов и озер) земляные плотины и дамбы подробно обследует специальная комиссия. При этом обращается внимание на состояние откосов и степень их повреждения паводком и переработки волнобоем, образование трещин в теле сооружений, состояние мест сопряжения земляных дамб и плотины со стенками водопропускных гидротехнических сооружений и откосами тальвега, насыщение фильтрационными водами низового откоса и возможность его повреждения дождевыми и снеговыми водами. В зависимости от сложности обнаруженных дефектов комиссия назначает состав и сроки проведения текущего ремонта, а также мероприятия по устранению мелких недостатков в работе сооружений.

В период эксплуатации горизонт воды в прудах и озерах не должен превышать нормального подпорного или форсированного уровня (НПУ и ФУ), отмеченного на водомерной рейке или на стенках оголовков водоспускных и водопропускных сооружений. При малейшем превышении этого уровня производят сброс воды или принимают меры для организации аварийной защиты земляных сооружений. Для немедленной ликвидации повреждений вблизи сооружения в легко доступном месте держат аварийный запас строительных материалов и инструментов. Нельзя также снижать и держать горизонт воды в прудах ниже НПУ, особенно при закрепленном откосе и распластанном профиле земляной дамбы, так как и в этом случае усиленно перерабатывается верховой откос и разрушается крепление.

Верховой откос, поврежденный волнобоем, восстанавливают обычно при проектном НПУ или в отдельных случаях при частично спущенной воде из пруда. В качестве временной меры применяют отсыпку грунта с соломой с гребня, укладку мешков или кулей с землей, наброску камня и установку плетневых стенок в зоне действия волнобоя — на 0,5 м ниже и на 0,6 м выше НПУ. Стенки представляют собой вертикально поставленные на колья плетни. Пространство между откосом и стенками из плетней загружают камышом, соломой, грунтом, дерном и фашинами. Колья и хворост для плетневого крепления должны быть свежесрубленные, ивовые, дающие побеги и позднее густые заросли на верховом откосе, которые будут гасить волны, а также способствовать снегозадержанию. Более эффективным способом задержки и предупреждения дальнейшего размыва верхового откоса является отсыпка с гребня, в зону волнобоя, рваного камня из местного карьера (не менее 1 м^3 на 1 м). Для крепления откосов

можно использовать также некондиционные железобетонные плиты и другие бетонные изделия. Когда длина разгона волны не превышает 3 км, верховой откос рекомендуется крепить посадкой кустарника, эффективность которой начинает проявляться после 2—3 лет роста. Чтобы предохранить их от вымывания волнами, на верховом откосе устраивают волногасящие стенки и плетни из тонкого ивового кругляка и хвороста.

Однорядные плетни устраивают при площади пруда до 50, двухрядные— при площади 50—100, трехрядные и ступенчатые — при площади 50—100 га, в которых предусмотрено колебание уровня воды.

При обнаружении в земляном сооружении сквозной промоины принимают срочные меры по ее устранению. Промоину заделывают с напорной стороны кулями или мешками с землей. Впереди них отсыпают глинистый грунт с перегнившей соломой (навозом). Если этим способом не удается перекрыть промоину, на ее откосах удаляют нарушенный и мерзлый грунт и поперек промоины забивают сваи на расстоянии 1 м друг от друга. Затем около свай с напорной стороны укладывают готовый плетень, хворост, фашины, хвосты которых запускают в вырытые в бортах промоины траншеи. С напорной стороны перед ними укладывают солому, навоз и грунт. При больших скоростях воды после забивки свайного ряда с напорной стороны укладывают мешки с землей. При этом в первую очередь защищают дно промоины, затем ее борта и только после этого интенсивно заделывают всю промоину. Впереди стенки отсыпают грунт по всему сечению. Промоину в дамбах и плотине можно заделать и путем забивки вдоль и поперек ее свай на расстоянии 1 м друг от друга, между которыми укладывают вперемежку слой хвороста и слой камня. После возведения каменно-хворостяной стенки с верховой стороны сооружения отсыпают глинистый грунт толщиной не менее 1 м. Если имеются доски или горбыли, их забивают поперек промоины вразбежку или в виде шпунтового ряда. Стенку с обеих сторон присыпают грунтом. Можно уложить также пластырь, состоящий из жердей, хвороста, соломы и земли, собираемый над устьем промоины и сразу опускаемый в воду. Водой такой пластырь прижимается к напорному откосу и закрывает промоину. После этого быстро делают земляную отсыпку поверх пластыря.

Заделки промоин указанными выше способами являются временными. Капитальное исправление дамбы или плотины производят по специально разработанному проекту на капитальный ремонт.

Все перечисленные мероприятия приносят пользу только при очень быстром их выполнении. Поэтому необходимые материалы и инструменты должны всегда находиться под рукой в достаточном количестве.

На низовых откосах наиболее опасны оползневые явления и размывы паводками. Их обнаруживают по внешнему виду — выходу ключей и влажности грунта откоса, а также зондированием земляного тела сооружения щупом, который в насыщенные водой грунты легко погружается на глубину 1 м при слабом нажатии на рукоятку. Сползание низового откоса под действием фильтрационных вод останавливают устройством дренажного покрытия нижней части низового откоса, а также каптажем сосредоточенных выходов фильтрационных вод. Пригрузку откоса устраивают из трех слоев дренирующих материалов: песка, гравия и гальки или щебня, прикрытых наброской камня диаметром от 80 до 150 мм. При отсутствии указанных выше материалов для устройства временного обратного фильтра используют мох, солому, фашины или хворост, прижатые плетнем. Если принятые меры не остановили оползня и произошло оползание низового откоса дамбы или плотины, сооружение разгружают от напора, а когда это невозможно, тогда с верховой стороны заводят большой брезентовый пластырь, а с низовой проводят ремонтные работы, выполняя их примерно в следующем порядке: удаляют водонасыщенный разрыхленный грунт; в плотном теле делают ступени вдоль поверхности оползня; укладывают грунт слоями толщиной 15—20 см и шириной не менее 2—2,5 м с уплотнением и уположением откоса; при необходимости устраивают дренаж вдоль низового откоса на протяжении образовавшегося оползня и обеспечивают отвод дренируемой воды канавами. Частичные оплывины откосов удаляют и заменяют качественным грунтом с коэффициентом внутреннего трения не меньшим, чем оплывшие грунты. При значительных оползнях откосов оплывшие сильно увлажненные и разрыхленные массы удаляют, поверхность скольжения разделывают уступами, а

для повышения устойчивости устраивают дополнительные бермы или банкеты. Если на низовом откосе обнаружены концентрированные выходы фильтрационных вод, их захватывают следующим образом: в откосе, в месте выхода фильтрационных струй прорывают перпендикулярно оси дамбы или плотины неглубокие траншеи, заполняемые дренирующим материалом несколькими слоями с увеличивающейся к поверхности откоса крупностью частиц. Расстояние между призмами откосных дренажей назначают в соответствии с родом и состоянием осушаемых грунтов от 3 до 15 и даже 25 м. Откосный дренаж закладывают на 0,5 м ниже поверхности возможного скольжения, а также на 0,4 м ниже глубины промерзания, чтобы действие дренажа не прекращалось и зимой. Перехваченный поток на выходе из дренажа должен быть чистым.

Земляные сооружения в течение первых лет эксплуатации часто дают осадку, которая происходит от уплотнения грунта под сооружениями и в их теле, а иногда и от выноса грунтовых частиц. Причину просадок устанавливают путем осмотра сооружения со стороны нижнего бьефа и внешнего откоса, а также закладкой скважин или шурфов. Величину просадки определяют нивелировкой гребня земляного сооружения. Нивелировку связывают с заложенным при изыскании или строительстве репером. Если репер отсутствует, нивелировку связывают с порогом донного водоспуска или другого водопропускного сооружения. При большой просадке, превышающей строительный запас, дамбу или плотину наращивают. Для этого первоначально срезают растительный слой, а затем послойно укладывают грунт до проектной отметки с небольшим запасом на дополнительную осадку. Возможны значительные просадки тела дамбы и плотины в отдельных местах вследствие образования пустот в их теле или местных выносов грунта, вызываемых наличием ходов землероев или другими причинами. Ремонт производят в следующем порядке: поверхность просадки расчищают; в наиболее пониженном месте роют продольную траншею глубиной до 0,5 м; просевший участок забивают тем же грунтом, из которого отсыпано тело дамбы или плотины, с тщательным послойным уплотнением. Просачивание прозрачной воды в нижней части низового откоса не представляет опасности для устойчивости сооружения. Если же обнаружена мутная вода, то это подтверждает о выносе грунта из тела насыпи, в результате чего могут образоваться промоины, которые являются прямой угрозой ее прорыву и размыву. В этом случае принимают меры к быстрой ликвидации промоины. Ее находят на верховом откосе по образующемуся над промоиной водовороту (воронке). Закрыть промоину можно соломой с землей или иными волокнистыми материалами, брезентовым пластырем, мешками и кулями с землей. После закупорки ее надо вскрыть со стороны нижнего бьефа и тщательно заделать грунтом с хорошей утрамбовкой. Выходы прозрачной фильтрующейся воды на низовом откосе дамбы и плотины каптируют путем пригрузки обратным фильтром, чтобы предупредить опасное последствие намокания грунта и сползания его с откоса. Можно также произвести посадку лесонасаждений у подножия низового откоса. Дренаж низового откоса не снизит уровня грунтовых вод, но его утепление препятствует образованию наледи и предупреждает деформации грунта в зоне выхода грунтовых вод. Лесопосадки у подножия откоса понижают депрессионную кривую, действуя подобно дренажу, и способствуют снегозадержанию, а следовательно, и утеплению зоны выхода грунтовых вод. Кроме того, они защищают низовой откос от размыва вышедшими из русла реки паводковыми водами. Ширину волногасящей полосы в этом случае определяют расчетом *.

При выходе восходящих ключей в основании земляного сооружения происходит обычно просадка отдельных его участков. Иногда она бывает от замочки просадочного грунта основания. В этом случае просадка растягивается на длительное время и требует последующей подсыпки грунта, поправки дамб и плотин. Выпучивание грунта с низовой стороны или образование за низовым откосом подвижного грунта и восходящих (бьющих) ключей с выносом грунтовых частиц свидетельствует о серьезной аварии в основании сооружения, грозящей прорывом дамбы или плотины. В этих случаях усиливают дренирующую способность низовой части сооружения путем отсыпки гравийно-песчаной

---

* Биологическое крепление откосов дамб рыбоводных прудов. Киев, Киевское отделение Гидрорыбпроекта, 1975, с. 38—41.

смеси и устройства дренажных канав, отводящих грунтовые и поверхностные воды за пределы практического влияния фильтрационного напора. Если не удалось быстро усилить дренирующую способность низовой полосы, надо снизить напор и удлинить подземный контур сооружения (увеличить длину пути фильтрации под сооружением) путем отсыпки грунтовых призм, габариты которых определяют расчетом.

При заполнении и гидравлическом испытании пруда в земляных напорных сооружениях вследствие намокания и уплотнения грунта могут образоваться продольные трещины. В процессе дальнейшей эксплуатации и наступления равномерного насыщения грунта фильтрационным потоком и капиллярной водой такие трещины в силу местных подвижек грунта часто закрываются, не оставив никакого следа. Однако при некоторых условиях их появление в сочетании с другими дефектами может создать серьезную угрозу устойчивости земляного сооружения. Трещины возникают вследствие как неравномерной осадки, так и замерзания. Трещины бывают поперечные и продольные. Поперечные трещины наиболее опасны, так как могут явиться основной причиной и началом быстрого образования промоин. Продольные глубокие трещины также опасны. Талая вода, попадая в них во время оттепели и вновь замерзая, приводит к расширению этих трещин, а в дальнейшем к обрушению и оползанию откосов. Для заделки трещин в теле сооружения отрывают траншею с наклонными стенками. Глубину ее принимают на 0,3—0,5 м больше глубины трещины. Траншеи заполняют тем же талым грунтом, из которого возведено тело дамбы или плотины, с тщательной утрамбовкой. При глубоких трещинах, чтобы при их заделке не мешала вода, сначала на верховом откосе вокруг трещины забивают шпунтовый ряд, после чего производят работы по ее ликвидации. Заделку трещин по возможности надо выполнять при сниженном горизонте воды, чтобы в трещину не поступала фильтрационная вода.

На участках сопряжения земляных сооружений со стенками или устоями иногда появляются просадки грунта, а также выходы фильтрационной воды (нисходящие ключи). Они обычно имеют сосредоточенный характер и могут привести к быстрому и значительному разрушению сооружения, что свидетельствует о плохой засыпке пазух, отсутствии или неплотности диафрагм и открылков, повреждении головной части сооружения. При таких явлениях ключи коптируют с отводом фильтрационной воды в нижний бьеф, а пустоты заполняют грунтом или цементирующими растворами. Лучшим приемом заполнения пустот является инъекция растворов глины, песка и цемента посредством нагнетательного насоса и трубы, опущенной по линии сопряжения. Если нет средств для нагнетания растворов, отрывают траншеи, в которых восстанавливают диафрагмы, а затем засыпают их качественным грунтом или смесью грунта с жидкой глиной и перегнившей соломой (навозом). Выполнение этих работ может потребовать предварительного снижения уровня воды в пруду при помощи донного водоспуска. При образовании пустот или просадок за стенками паводковых водосбросов выше уровня воды в пруду участок вскрывают, очищают от мерзлого грунта и заполняют хорошо утрамбованным талым глинистым грунтом. Подводные пустоты забрасывают мешками или кулями, наполненными на $^1/_2$ объема талым глинистым грунтом. Мешков опускают столько, чтобы из них за стеной водосброса образовалась перемычка. Впереди ее отсыпают глинистый грунт с перегнившей соломой или другими волокнистыми материалами. Просачивание воды вдоль стены водосброса устраняют засыпкой просадки глиной с песком и соломой (навозом). Пустоты с низовой стороны засыпают суглинком с плотной утрамбовкой. Промоины за береговыми устоями заделывают путем забивки в них шпунтового ряда с обязательной врезкой последнего в берег и заглублением в него не менее чем на 1 м. По линии сопряжения шпунтовой стенки со стеной водосброса с обеих сторон шпунта устанавливают уплотняющие брусья или доски, обитые просмоленным войлоком или сукном. После устройства шпунтовой стенки промоину засыпают глинистым грунтом с соломой (навозом).

Следует следить за состоянием дренажа плотины. При неудовлетворительной работе дренажную систему нужно обследовать, чтобы точно выяснить причину неисправности, так как при одних и тех же внешних данных и признаках могут потребоваться противоположные мероприятия для ее устранения. Прекращение работы наслонных дренажей требует прочистки и частичной их замены. При закупорке дренажной системы, глубоко заложенной в теле сооружения, ее прочистка практически невозможна, поэтому требуется устройство нового, более надежного дренажа. Если дренажи способствуют разрыхлению тела и основания сооружения, их закрывают фильтрующей нагрузкой, не пропускающей грунт. Если дренаж работает, но через него фильтрует мутная вода с выносом мелких частиц грунта, это свидетельствует о неправильном подборе фильтра, который в этом случае заменяют.

Эксплуатация водопропускных сооружений и насосных станций в разные периоды года различна. Летом и осенью в ряде районов страны возможны затяжные и ливневые дожди, вызывающие переполнение прудов, а иногда опасное положение создается вследствие высокого подъема уровня воды и пропуска больших расходов через водосбросы. Однако в эти периоды сооружения наиболее доступны осмотру и ремонту. Поэтому ремонтные работы выполняют только в эти периоды. В зимний период сооружения подвергаются воздействию морозов, оттепелей, снежного и ледяного покровов. От мороза образуются трещины в стенках бетонных сооружений. Силы пучения грунта у дна и стенок сооружения могут разрушить его целиком или отдельные его части. Оттепели приводят к переполнению пруда и неожиданному включению водосброса. Снег заносит и забивает подводящие и отводящие каналы и сооружения, но ослабляет воздействие мороза на сооружения и их части, находящиеся под снежным покровом. Ледяной покров оказывает давление на сооружения и крепления, повреждает и разрушает их. Весной осуществляется пропуск весеннего паводка — наиболее напряженный и опасный период в эксплуатации водопропускных сооружений.

Для поддержания постоянной готовности затворов, решеток, подъемных механизмов и другого оборудования сооружений к действию надо периодически чистить и смазывать все трущиеся части, регулировать тормоза, опробовать затворы и их подъемные механизмы. Особое внимание обращают на плотность закрытия затворов и устранение фильтрации через неплотности. Появляющиеся при сбросе расходов вибрации затвора устраняют внесением в последующем конструктивных изменений. В зимнее время проводят мероприятия по предупреждению примерзания ледяного покрова к обшивке затворов с верхнего бьефа, недопущению обмерзания бокового и донного уплотняющих устройств и опорно-ходовых частей тяговых винтов, цепей и тросов, являющегося результатом фильтрации воды через уплотнения. Лед у затворов разрушают ручным способом с устройством майны шириной 0,5 м и покрытием ее ветвями и соломой, на которые укладывают слой снега толщиной 0,5 м. Сохранить майну перед затворами можно также путем периодического выпуска в воду струй сжатого воздуха, который создает токи теплой воды придонных слоев вверх и мешает образованию льда. Уплотнения и опорно-ходовые части предохраняют от обмерзания путем обеспечения водонепроницаемости их, а также электрообогрева.

В металлических конструкциях гидросооружений поддерживают в исправном состоянии сварные швы и болтовые соединения, своевременно исправляют повреждения в местах деформаций, наблюдают за правильной работой опорных частей. Слабину болтов и повреждения сварных швов обнаруживают при осмотре простукиванием всех рабочих соединений. Болтовые соединения доводят до натянутого состояния, а шарнирные болты снабжают контргайками и стопорными винтами, гарантирующими их развинчивание. Ослабленные сварные сооружения усиливают заваркой трещин и наваркой накладок. Пробоины, трещины, погнутости, разрывы и другие повреждения, ослабляющие металлические конструкции, устраняют выправлением и усилением поврежденных частей.

Все металлические поверхности защищают от ржавления путем покрытия водоупорной краской. Окраску производят в сухую погоду при температуре воздуха не ниже 4 °С.

Поверхности железобетонных и каменных водопропускных сооружений подвержены выветриванию, действию колебаний температуры, промерзанию, совместному воздействию фильтрующей воды и мороза. Наибольшие разрушения бетона наблюдаются в рабочих швах. Защиту и ремонт таких поверхностей производят заменой выветрившегося слоя бетона новым, скрепленным со старым бетоном металлическими анкерами с сеткой. Поверхностные трещины расширяют, очищают от грязи, промывают водой и заделывают цементным раствором.

Глубокие трещины и внутренние пустоты ликвидируют цементацией через пробуренные отверстия. Расстояние между отверстиями принимают в среднем 70—100 см. При наличии мелких пустот в стенке расстояние между отверстиями уменьшается, при наличии крупных — увеличивается. Нагнетание цементного раствора производят под давлением до 1 МПа. Перед цементацией определяют удельное водопоглощение бетоном фундамента, для чего под давлением 0,2 МПа в него нагнетают чистую воду. Если водопоглощение более 0,05—0,1 л/мин, фундамент цементируют. При меньшем водопоглощении применяют силикатизацию. В первую очередь нагнетают жидкое стекло при давлении 0,05 МПа с постепенным повышением до 0,4 МПа, затем хлористый кальций при давлении, которым было закончено нагнетание в скважину первого раствора, с дальнейшим его повышением до 0,5 МПа. Перерывы нагнетания между двумя растворами не должны быть более 6 ч. Инъекцию заканчивают при отсутствии дальнейшего поглощения растворов при максимальном давлении. Отверстия заделывают цементным раствором состава 1 : 2.

При осмотре водопропускных сооружений выявляют возможные нарушения их нормального состояния, а именно: усиленную фильтрацию под сооружением; значительную утечку воды через щитовые пазы; расстройство швов, щитовых стоек и упорных брусьев; неисправность подъемных устройств; появление просадок за стенами и под флютбетом и фонтанов мутной воды на водосливе за щитами сооружения.

Для борьбы с этими явлениями в первую очередь понижают уровень воды перед сооружением, а затем выявляют причины их. Причинами усиленной фильтрации могут быть: щели и трещины в понурной подушке; плохое уплотнение швов между плитами понура и в сопряжении плит с устоями и быками; плохая забивка шпунта, вследствие чего между отдельными шпунтами имеются значительные щели. Обнаруженные пустоты под флютбетом заделывают способом нагнетания в них цементного или глинисто-песчаного раствора. Швы между плитами конопатят и заливают битумом. Если никаких заметных причин усиленной фильтрации не обнаружено, удлиняют понурную часть или забивают дополнительный шпунт.

В случае повреждения отдельного участка шпунтовой стенки ее отрывают и параллельно старому шпунтовому ряду забивают новый с постановкой между ними уплотняющих шпунтин и брусьев. При наличии в верхней части шпунтовой стенки большого количества щелей открытую часть этой стенки с верхнего бьефа обшивают горизонтально досками толщиной 6 см по предварительно положенному на шпунтовый ряд просмоленному войлоку. С той же целью впереди шпунтовой стенки под флютбетом и в открылках иногда устраивают бетонный зуб. Независимость осадки бетонного зуба обеспечивают покрытием битумом шпунтового ряда до начала бетонных работ.

Эта работа требует специальных изысканий и проектирования и выполняется за счет средств на капитальный ремонт.

Значительная утечка воды через щитовые пазы свидетельствует о плохом их уплотнении. Ее ликвидируют путем набивки реек для уменьшения зазора. Не следует при этом допускать заедания щитов в пазах.

Донные и боковые плиты сооружений могут осесть из-за выноса грунта из-под них. Вынос грунта устанавливают по выходу фонтанчиков с мутной водой через фильтрационные отверстия и швы между плитами гасителя, отложению вынесенных грунтовых частиц в гасителе и непосредственно за ним, пустотам под донными плитами на быстротоке, просадке грунта за боковыми стенками быстротока. Выход мутных фонтанчиков и отложения грунта наблюдают визуально в опорожненном от воды гасителе. Пустоты под донными плитами обнаруживают щупом: в швах между плитами или в специально пробитых для этого штрабах в бетонных плитах. Их иногда удается определить простукиванием плит, особенно если они тонкие. Начало просадки грунта под боковыми плитами находят отрытием шурфов за ними. Вынос грунта прекращают заделкой трещин и уплотнением швов между плитами. Пустоты под донными плитами быстротока заполняют путем нагнетания глинисто-песчаного или цементного раствора. За боковыми плитами их заделывают грунтом с послойной утрамбовкой и последующей укладкой плит вновь.

В консольных сопрягающих сооружениях следят за развитием воронки

размыва. При увеличении ее проектных размеров стенки и дно воронки укрепляют каменной наброской, наброской камня в плетневых клетках и др.

При осмотре трубчатых водопропускных сооружений (водосбросы, донные водоспуски, водовыпуски, шлюзы-регуляторы, переезды и др.) обращают внимание на стыки труб, фильтрацию воды по контакту трубы с телом дамбы или плотины, возможность плотного закрытия задвижки и зарядки сифонного водосброса. Если размеры труб позволяют, то их надо осмотреть изнутри. При этом особое внимание обращают на стыки звеньев труб. Обнаруженные нарушения в заделке стыков немедленно устраняют. Может быть обнаружена также усиленная фильтрация воды по контакту трубы с телом насыпи. Это свидетельствует о неплотности отдельных стыков звеньев трубы и примыкания к ней диафрагм. Если фильтрация происходит с выносом грунта, принимают срочные меры к ее прекращению. Для этого откапывают трубу с нижнего бьефа, так как утечка возможна в одном из ближайших к концу стыков. Если утечка воды не обнаружена, дальнейшую отрывку трубы прекращают, так как она опасна при наполненном пруде. В этом случае сначала опорожняют пруд путем полного открытия водопропускных отверстий сооружения, а затем откапывают всю трубу, чтобы обнаружить место утечки и сделать необходимый ремонт. После устранения неисправностей трубу обкладывают слоем уплотненного суглинка толщиной 50—70 см. Очень полезно перед этим наклеить на нее гидроизоляцию, обмазать два раза горячим битумом и обсыпать песком. Это способствует хорошему сопряжению стенок трубы с грунтом засыпки и устранению фильтрации воды вдоль ее стенок. Засыпают котлован суглинистым грунтом слоями до 20 см с плотной утрамбовкой.

При осмотре сифонного водоспуска проверяют, заряжается ли он с помощью вакуум-насоса или посредством заливки. Последовательность операций по пуску сифона в работу и часто встречающиеся причины его неисправности обычно излагаются в специально разработанных правилах эксплуатации сифонных водоспусков, прикладываемых к проекту.

Особое внимание при работе водопропускных сооружений обращают на выходную часть, где размывы могут произойти в результате недостаточной прочности креплений или дефектов их конструкции, а также при неправильном маневрировании затворами. Если разрушение выходной части происходит быстро, необходимо на время прекратить пропуск воды через водопропускное сооружение и принять срочные меры по ремонту ее наброской камня, мешков с песком и тяжелых фашин, в некоторых случаях устройством ряжей с загрузкой камнем и фашинных тюфяков с пригрузкой камнем. Ремонт ее лучше вести частями, маневрируя щитами и попусками воды. В первую очередь надо восстановить крепление рисбермы, чтобы не допустить подмыва свай и зуба сливной части флютбета. Иногда, когда это возможно, проводят мероприятия по увеличению интенсивности гашения энергии потока путем выполнения работ по наращиванию водобойных стенок, устройству на плитах колодцев и водобоев шашек или зубьев и строительству за водобоем деревянного плавучего полатрамплина или устройству гасителя из свай, пробивающих существующее каменное или бетонное крепление. После ремонта рисберма должна обладать достаточной гибкостью, способной приспосабливаться к деформациям русла и защищать его от размыва. Все промоины в русле за рисбермой заделывают камнем, шпунтовыми рядами и плетнями.

Размыв земляного русла подводящего или отводящего канала свидетельствует обычно о недостаточной длине креплений входной и выходной частей сооружения. В этом случае прежде всего тщательно заделывают или закрепляют наброской камня размытую часть. Перед заделкой поверхности или закреплением промоины ее очищают от мусора и появившейся растительности. После заделки на восстановленный участок канала и несколько далее него продолжается крепление, имеющееся перед входным оголовком или за рисбермой. Если на откосах канала имеются небольшие повреждения, нанесенные стекавшей в паводок с косогора водой, поврежденный участок расчищают и плавно сопрягают с соседними участками путем срезки, но не отсыпки грунта. При незначительных размывах дна канала можно ограничиться простой планировкой. Вопрос о восстановлении хвостовой части отводящего канала решают в зависимости от величины размыва и его причин. Если размыв идет снизу от сбросного русла, то прежде всего закрепляют размытый участок путем посадки

кустарника и живых плетней. При очень сильных размывах русла ставят вопрос об изменении трассы сброса и о возможности строительства сопрягающего сооружения. Если размывается только канал, то необходимо увеличить его поперечное сечение. Поврежденные крепления вогнутой части канала восстанавливают и при необходимости усиливают. В процессе эксплуатации желательно засевать многолетними травами дно и откосы русл земляных каналов. Траву летом обязательно скашивают. Сбегающую в канал со склонов во время снеготаяния и сильных дождей воду задерживают и отводят нагорными канавами, которые периодически осматривают и при необходимости очищают или восстанавливают.

Здания насосных станций, водоприемники, оголовки, колодцы и другие конструкции, обеспечивающие нормальный режим эксплуатации системы водоотвода, находятся под постоянным надзором. При этом тщательно наблюдают за появлением трещин и повреждений, а также систематически измеряют осадку фундаментов зданий, сооружений и оборудования: в первый год эксплуатации — ежемесячно, а в последующие годы — один раз в год или чаще, в зависимости от стабилизации осадок. Если в стенах и фундаментах появились трещины, на них ставят маяки. При увеличении трещин принимаются меры, восстанавливающие устойчивость сооружений. Устанавливают надзор за чистотой и исправным состоянием стоков и дренажных устройств для удаления воды с поверхности заглубленных частей насосных станций. Периодически очищают от мусора и наносов подводящие сооружения и аванкамеры до проектных сечений, решетки, задерживающие мусор, самотечные водоводы и приемные клапаны.

Передвижные насосные станции по окончании работы очищают от грязи, демонтируют всасывающую и напорную линии и перевозят их к месту хранения.

На всех насосных станциях сливают воду. Задвижки и спускные отверстия оставляют открытыми, металлические части окрашивают, а не подлежащие окраске — густо смазывают антикоррозийной смазкой. Резиновые изделия (манжеты, рукава, прокладки и др.) упаковывают в ящики и хранят в сухих и теплых складах до начала работы (весны).

Каналы и реки осматривают не реже 4—6 раз в месяц. Осмотр рек производят: один раз перед сбросом воды из прудов с целью их облова; один раз в 1—3 сут в период паводка в зависимости от его интенсивности; один раз после паводка; всякий раз в период или после сильных дождей (ливней). В остальное время осмотр их ведут по графику, составленному с учетом местных особенностей. Для устранения неполадок и производства мелкого ремонта гидротехник рыбхоза имеет механизированный ремонтный отряд (МРО), который по специальному плану производит текущий ремонт русл рек и каналов.

Русла рек и каналов содержат в состоянии, свободном от подпоров и обеспечивающем на всем протяжении движение воды со скоростями, не допускающими зарастания, заиления и размыва русл. Постоянно должны сохраняться проектные продольные профили и поперечные сечения каналов и поддерживаться минимальная и постоянная по всей длине каналов шероховатость русл. Для этого требуются постоянная охрана рек и каналов от повреждений, регулирование горизонта воды в них посредством водосбросов и шлюзов-регуляторов, сохранение их в полной чистоте и своевременное удаление из них препятствий, мешающих движению воды, спуск из понижений застойных вод, выкашивание травы на дне, откосах и бермах каналов. Перед снеготаянием и заполнением прудов очищают от снега и льда русла водоподающих каналов. Зарастание каналов травой и кустарником можно предупредить затенением, т. е. посадкой вдоль русл ивы или других влаголюбивых древесных пород. Продольный профиль каналов нарушается вследствие устройства временных подпоров или внезапных крупных сбросов большими расходами (толчками), когда поток движется волнами с большими изменениями скоростей. Это и приводит к нарушению проектного продольного профиля каналов. Для борьбы с деформациями русл все нарушения продольного профиля систематически устраняют, а порядок маневрирования водосбросными, водоспускными и регулирующими сооружениями регламентируют инструкциями по эксплуатации.

Часто в реках-водоприемниках и сбросных каналах повреждаются берега и откосы. Если они разрушаются из-за малого радиуса поворота, укрепляют

размываемый берег и увеличивают радиус поворота. При выпирании нижних слоев разжиженного грунта под тяжестью верхних крепят откосы, срезают кавальеры и удаляют лишний грунт от слабых берегов. Если вытекает разжиженный грунт из откосов, на плывунах, торфяниках и прочих участках укрепляют откосы (особенно у их основания) каким-либо местным материалом: шпунтовым рядом, камнем, хворостом, жердями и др. При скоплении поверхностных вод у берегов реки или канала устраивают воронки для спуска этих вод и для предупреждения размокания и последующего оплывания откосов. Защищать откосы от выходящих почвенно-грунтовых вод можно фашинными тюфяками или плетнем, а также обратным фильтром. Обмеление рек на торфяных участках или искажение проектной формы их поперечных сечений вследствие неравномерной осадки торфа ликвидируют путем придания руслу требуемых формы и размера. Реки-водоприемники нужно часто очищать от отложений и устраивать специальные углубления (отстойники) в местах впадения водотоков, несущих большое количество ила из прудов. Если в русло водоприемника попадает грунт с близко расположенных оплывающих кавальеров или дамб прудов, их удаляют от берега или придают им устойчивую форму. Песчаные кавальеры или дамбы укрепляют путем высева на них многолетних трав.

Рыбохозяйственная мелиорация

К мелиоративным мероприятиям относят работы, коренным образом меняющие условия нерестилищ, прудов и водоемов и действующие длительный срок. Периодически повторяемые мероприятия являются эксплуатационными работами. Так, устройство рыбосборно-сбросных, осушительных и нагорных каналов подпорных дамб и шлюзов-регуляторов, а также противоэрозионные и другие мероприятия относят к мелиорации. Очистка этой сети каналов от наносов и зарастания, поддержание дамб и шлюзов в исправном состоянии, уход за лесопосадками представляют собой эксплуатационные работы.

В табл. 180 дана классификация мелиоративных мероприятий в рыбоводных целях.

Мелиоративные мероприятия осуществляют до начала основных общестроительных и монтажных работ за счет средств государственного бюджета.

Мелиоративные работы в рыбоводных прудах

Очистка прудов от ила. Работы по очистке прудов от ила можно выполнять как хозяйственным, так и подрядным способом. При хозяйственном способе производство работ осуществляет рыбхоз, совхоз или другая хозяйственная организация собственными или арендуемыми (получаемыми напрокат) машинами. При подрядном способе работы производят передвижные механизированные колонны (ПМК) или другие подрядные организации (на основании договоров).

До начала очистных работ должен быть определен рабочий порядок и направление передвижения машин и установок путем разбивки ложа пруда на отдельные секции и забои с закреплением этой разбивки кольями и вехами. Размеры секций и забоев определяют в каждом конкретном случае в зависимости от применяемой машины и способов перемещения разрабатываемых грунтов. Если хозяйственные условия допускают спуск пруда на длительный период, то рекомендуется осуществлять его осенью. Следующие после этого зимнее вымораживание и весенняя подсушка способствуют уплотнению илов, что улучшает условия работы сухопутных землеройных машин.

При опорожнении прудов с большими объемами воды метод «саморазмыва» с устройством пионерной траншеи должен применяться осторожно с учетом возможности прорыва плотины и образования волны внизу по водотоку. В плотинах с большими напорами возможность применения «саморазмыва» решают индивидуально для каждого пруда.

При производстве очистных работ во избежание вскрытия фильтрующих грунтов, находящихся под основанием плотины, не следует производить очистку илов ближе 10 м от подошвы верхового откоса плотины. Схему этих работ определяют по табл. 181.

Таблица 180

Классификация мелиоративных мероприятий, проводимых на естественных нерестилищах, прудах и водоемах (по Маттисену)

Наименование мероприятия	Способы его осуществления
Мелиоративные мероприятия, проводимые вне нерестилища, пруда и водоема	
Обеспечение оптимального гидрологического и гидрохимического режимов для жизни рыб	Подача добавочной воды, аэрация ее на каналах; возведение очистных сооружений при сбросах отработанных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий; перехват воды с водосборки, осветление и обеззараживание ее в отстойниках или сброс за пределы нерестилища, пруда и водоема
Предупреждение заиления нерестилищ, прудов и водоемов	Противоэрозионные мероприятия на водосборной площади; террасирование склонов, облесение и залужение их; строительство лиманных систем орошения; устройство хворостяных и других запруд в балках и оврагах с образованием фильтров и отстойников для твердого стока
Мелиоративные мероприятия, проводимые на естественном нерестилище и внутри пруда и водоема	
Устранение заиления нерестилищ, прудов и водоемов	Удаление ила
Обеспечение необходимого водно-воздушного режима в почве	Осушение заболоченных участков нерестилищ, ложа прудов и водоемов путем устройства осушительно-сбросных каналов. Регулирование реки-водоприемника, где ее уровень грозит подтоплению и заболачиванию нерестилища, пруда и водоема
Предупреждение и устранение массового зарастания нерестилищ, прудов и водоемов жесткой растительностью и кустарником	Выкашивание жесткой растительности (камыш, тростник, рогоз и др.) вручную на глубинах до 0,6 м и камышекосилками на глубинах более 0,6 м; уничтожение кустарника механизированным способом. Обработка нерестилища, ложа пруда и водоема кустарниково-болотными плугами и фрезмашинами с вычесыванием и уборкой корней и корневищ
Предупреждение образования торфяных сплавин	Вспашка заторфованных участков кустарниково-болотным плугом, фрезерование и внесение извести; пригрузка минеральным грунтом; летование с возделыванием сельскохозяйственных культур
Очистка нерестилищ, ложа прудов и водоемов от посторонних предметов и выравнивание их рельефа	Корчевка и удаление заиленных коряг, срезка бугров и засыпка впадин (ям, староречий, бочагов и пр.), планировка поверхности

Таблица 181

Технология очистки прудов от ила

Характеристика пруда	Наименование работ	Используемая техника и материалы
Достаточный объем воды для применения средств гидромеханизации	Устройство монтажной площадки	Бульдозер мощностью не менее 55 кВт
	Монтаж землесосного снаряда и спуск его на воду	Автокран грузоподъемностью 10 т и лебедки
Кустарниковая и грубая водная растительность отсутствует	Строительство карт намыва и укладка пульпопровода	Бульдозер мощностью не менее 55 кВт. Лесоматериалы круглые и пиленые. Трубопровод металлический
	Разработка грунта в ложе пруда с транспортировкой пульпы в пруды-отстойники	Землесосные снаряды марки УПМ-1, 8ПЗУ-3М, ЗРС-1 и ЗРС-2
		Бульдозер болотной модификации
	Демонтаж землесосного снаряда	Автокран и лебедки
	Благоустройство отвалов	Бульдозер мощностью не менее 55 кВт
Опорожнение пруда произвести нельзя	Уполаживание берегов до $m \geqslant 3{,}0$	Экскаватор с оборудованием драглайна
Грунты ложа засорены водной растительностью	Планировка береговой полосы для отвалов грунта	Бульдозер мощностью не менее 60 кВт
	Установка приводной и якорной станций на берегах и закрепление ковша. Очистка пруда с выгрузкой грунта на спланированную береговую полосу. Благоустройство отвалов	Автокран
		Канатно-скреперная установка КСУ-180
		Бульдозер болотной модификации
Пруд можно опорожнить	Устройство съездов и осушительных каналов	Экскаватор болотной модификации
Подсушка ложа возможна	Разработка грунта в ложе с перемещением его в отвал	Бульдозеры и экскаваторы болотной модификации
		Прицепные тракторные тележки и автосамосвалы
	Благоустройство отвалов	Бульдозер на тракторе мощностью не менее 55 кВт
Пруд можно опорожнить	Устройство съездов и осушительных каналов	Экскаваторы марки Э-304В, ТЭ-3М, Э-652
Ложе подсушить невозможно	Укладка и перестановка щитов или плит землевозных дорог	Экскаваторы с крановым оборудованием. Автомашины бортовые
а) При работе летом	Очистка пруда от наносов (ила)	Экскаваторы болотной модификации. Автосамосвалы. Щиты деревянные или плиты железобетонные
б) При работе зимой	Очистка дорог и забоя от снега	Бульдозеры на тракторах мощностью более 55 кВт
	Устройство съездов и осушительных каналов	Экскаваторы болотной модификации
	Очистка пруда от ила (наносов)	Экскаваторы с оборудованием драглайна. Автосамосвалы
	Благоустройство отвалов	Бульдозеры на тракторах мощностью более 55 кВт

Береговые отвалы, оставляемые у прудов, благоустраивают в кавальеры. Откосам их придают заложение не круче 1 : 2. С полевой стороны кавальеров устраивают канавы, отводящие воду в нижний бьеф пруда, или в них оставляют разрывы, обеспечивающие сброс воды в пруд.

Очистка прудов от грубой растительности. Для борьбы с зарастанием прудов грубой водной растительностью используют камышекосилки, однако скошенный камыш быстро растет. Кроме того, зеленая масса при скашивании попадает в воду, гниет, в результате чего ухудшается газовый режим водоема. В связи с этим в настоящее время в рыбоводных хозяйствах осенью при спуске прудов с заросших участков бульдозерами удаляют растительность вместе с корневищами. После такой обработки возобновления роста ее не наблюдается и прибрежная полоса прудов остается чистой.

Методы борьбы со сплавинами. В прудах, построенных на торфяных грунтах, необходима борьба со сплавинами. Они образуются в основном в тех местах, где грунтовые воды стоят высоко и торф промерзает на глубину не более 20 см. При заполнении прудов паводковой водой смерзшийся слой торфа отрывается от грунта и поднимается на поверхность. Уничтожить такие сплавины почти невозможно. Поэтому наиболее эффективны мероприятия по предупреждению образования их в прудах. При этом выполняют ежегодную обработку участков ложа с большим слоем торфа путем вспахивания кустарниково-болотными плугами с рыхлением дисковыми боронами или фрезмашинами. Можно также произвести выторфовывание мелких залежей торфов с помощью бульдозеров и экскаваторов. Обработанную площадь посыпают известью из расчета 10—15 ц/га.

После такой обработки верхний слой торфа становится пористым и сплавины не образуются.

Хорошие результаты дает также пригрузка торфа минеральным грунтом.

Мелиоративные работы по подготовке площадки для строительства рыбоводного хозяйства

Дефицит земельных ресурсов вынуждает использовать для рыбхозов неудобные площадки, удаленные от транспортных путей и имеющие сложные неблагоприятные условия строительства: выработанные торфяные массивы, плавни, мелководья водохранилищ, постоянно и временно затопляемые пойменные земли и болота. Строительство на таких участках сопряжено с предварительным выполнением мелиоративных мероприятий по обвалованию и осушению территории, а также по производству большого объема культуртехнических работ.

Осуществление мелиорации площадки под рыбоводное хозяйство — хороший залог для успешного и своевременного выполнения основных работ.

Культуртехнические работы, как правило, выполняют машины культуртехнического комплекса, однако только на горизонтальных участках. Использование этих машин на откосах существующих каналов с коэффициентом заложения откосов менее 1 : 3 практически невозможно. Для удаления древесной растительности на крутых откосах можно применить только корчеватель клещи-захват. Технологический цикл корчевки им древесной растительности включает: подъезд, захват дерева или кустарника клещами, выдергивание его прямой тягой, отъезд от земляного сооружения на расстояние 20 м и сбрасывание выкорчеванного дерева или кустарника. При корчевке сплошного мелкого кустарника одновременно захватывают 3—5 стволов. Корчевку можно проводить не только на откосах, но и на дне каналов. Технология сведения кустарника и мелколесья на горизонтальных участках способом раздельного удаления наземной части древесной растительности и корней, а также способами фрезерования изложена на с. 168.

Габариты и расположение в плане осушительно-сбросных каналов назначают исходя из условия получения нормы осушения 0,5 м, необходимой для прохода сухопутных строительных машин. Их по возможности совмещают с рыбосборными каналами. В остальном при проектировании, строительстве и эксплуатации каналов и дамб используют данные, приведенные на с. 48, 106.

Мелиоративные работы на водосборной площади рыбхоза

Улучшение гидрохимического режима водоема. Мелиоративные мероприятия по улучшению гидрохимического режима водоема заключаются в аэрации, удалении избытка закисного железа, нейтрализации повышенной кислотности и очистке воды.

Нужного насыщения воды кислородом достигают с помощью аэраторов путем разбрызгивания ее или продувания через нее воздуха. Аэраторы устанавливают в голове водоподающих каналов. Число и мощность их определяют расчетом.

Закисное железо из воды удаляют на специальных установках. Повышенную кислотность устраняют внесением в воду извести или пропуском воды через известковые фильтры, построенные в голове водоподающих каналов.

Вредные стоки промышленных или сельскохозяйственных предприятий подвергают полной механической и биологической очистке на очистных сооружениях, а затем сбрасывают в водоем. Если сточные воды с сельскохозяйственных полей содержат в своем составе гербициды и минеральные удобрения, то их перехватывают нагорными каналами и сбрасывают в нижний бьеф водоема или в него после предварительной очистки в отстойниках.

Предупреждение заиления водоема. В рыбоводном хозяйстве следует вести борьбу с заилением водоемов, для чего надо проводить следующие мероприятия:

запрещение распашки склонов на расстояние не менее 200 м от уреза воды (за пределами этого расстояния допускают вспашку только поперек склона);

уход за лесопосадками вокруг водоема и осуществление дополнительных посадок;

закрепление действующих оврагов плетневыми запрудами из живых ивовых кольев от разных видов ив;

поддержание в порядке нагорных каналов, а также устройство специальных канав или отстойников, не допускающих смыва грунта в водоем при производстве земляных работ на водосборной площади.

В борьбе с заилением водоема значительное место занимают также лесомелиоративные мероприятия. Правильное использование лесонасаждений способствует значительному задержанию твердого стока с водосборной площади, что защищает водоем от быстрого заиления. Важнейшим моментом в создании припрудовых насаждений является правильное размещение посадок относительно водного зеркала водоема. Обычно лесопосадки располагают на некотором удалении от воды: между средним положением горизонта воды в водоеме и лесополосой оставляют луговину шириной 10—20 м. Ее роль — защита воды от засорения листвой, укрепление берега водоема, усиление кольматажа твердых частиц, не уловленных лесополосой. Ширина насаждений около водоема должна быть в пределах 15—25 м при обязательном наличии кустарника. На крутых берегах (10° и больше), когда лесные полосы неполностью кольматируют твердый сток, производят облесение подводящих ложбин, промоин, потяжин, иногда создают дополнительную защитную полосу выше по склону. Лесополосы не должны полностью замыкать водоем: водоподводящую ложбину оставляют необлесенной, хорошо залуженной. Выше по водоподводящей ложбине создают специальные илофильтры для осаждения ила, приносимого водными потоками к водоему. Лучшими породами для таких посадок являются кустарниковые ивы, ряды которых закладывают поперек направления потока воды по дну лощины. Для небольшого водоема достаточно массива ивы длиной по водотоку 50—60 м. При большом водоеме создают 2—3 илофильтра длиной по 20—30 м на расстоянии 50 м друг от друга. Среднюю часть илофильтров делают более густой, уменьшая расстояние между рядами до 0,7 и между черенками в ряду до 0,4 м. Эффективность илофильтров значительно повышают плетни из свежих ивовых кольев при хорошо залуженных участках ложбины между илофильтрами.

Пруд с полуинженерными гидросооружениями укрепляют деревьями и кустарниками. Лучшими породами для облесения мокрых откосов плотин являются древовидные и кустарниковые ивы, которые высаживают кольями или черенками в полосе между высшим и нижним горизонтами воды. На подмываемых

откосах плотин и берегах пруда посадки ивы делают густыми, здесь же создают плетни из живых кольев и побегов ивы. По сухому откосу плотин высаживают не только ивы, но и вяз, клен, акацию и ясень пушистый. Ниже плотины сажают древовидную иву, ясень пушистый, вяз, тополь и осину. Дно и откосы земляных водосливов обсаживают кустарниковой ивой, которая укрепляет их русла и предохраняет от разрушения. Практика показывает, что древесно-кустарниковая растительность способствует сохранению тела плотин, так как основная масса разветвленных корней располагается обычно выше депрессионной кривой и практически не проникает до противоположного откоса, едва достигая середины тела плотины. Поэтому древесно-кустарниковая растительность на земляных сооружениях не может быть существенной причиной их фильтрации.

Посадки ивы по мокрым откосам плотин выполняют и другую роль, защищая откосы от разрушения волнобоем. Для этого незаменимы ломкая ива (укрепляет поверхность почвы густой сеткой корней) и трехтычинковая (гасит волны в обильно разрастающихся побегах).

Мелиоративные работы в реках, озерах и водохранилищах

Мелиорация естественных нерестилищ. Для улучшения условий захода, а также нереста и развития молоди полупроходных и речных рыб на естественных нерестилищах осуществляют мелиоративные мероприятия. Характер их неодинаков и зависит от режима нерестилищ. Например, ильмени и полои в дельтах Волги, Урала, Дуная постоянно засоряются наносами, поступающими с паводковыми водами. В маловодные годы они не затопляются, и рыба здесь не может нереститься. Пресные и слегка осолоненные лиманы в дельте Кубани и ряде других рек служат местами для нереста и нагула молоди полупроходных рыб. Однако они плохо связаны с морем, так как устья проток забиваются наносами; у них недостаточные глубины, слабая проточность и высокая соленость. Кроме того, в лиманах много сорной и хищной рыбы.

Вследствие систематического ухудшения условий нереста полупроходных и речных рыб проводят мелиорацию их естественных нерестилищ. Расчищают и углубляют протоки и ерики на ильменях, лиманах и полоях, отрывают новые рыбосборно-сбросные каналы в дельтах рек и на мелководьях водохранилищ, обваловывают участки мелководий водохранилищ, дельты и протоков, устраивают систему шлюзов-регуляторов, систематически выкашивают жесткую водную растительность.

Для улучшения условий в лиманах-нерестилищах строят также мощные опреснительные системы, состоящие из сети каналов.

Сбросные каналы не только предотвращают гибель рыбы, но и обеспечивают более раннее затопление нерестилищ и заход на них рыбы. О каналах следует заботиться повседневно. Их постоянно поддерживают в рабочем состоянии. Поперечные сечения каналов и дамб, а также их продольные профили зависят от гидрологических, инженерно-геологических и топографических условий, способов их устройства и условий эксплуатации. В целях уменьшения эксплуатационных затрат каналы делают в виде ложбин с заложением откосов 1 : 5 и более. Они доступны для проезда через них транспортных средств и требуют значительно меньших затрат труда на их очистку, чем узкие каналы. Из-за того, что в весенне-летний период участки мелиорации находятся под водой, рытье каналов и расчистку проток приходится выполнять плавучими земляными снарядами (землесосы и экскаваторы с грейферным ковшом). Незначительный объем земляных работ по рытью каналов может осуществляться в межпаводковые периоды одноковшовыми экскаваторами с ковшом вместимостью до 0,65 м³. Из-за плохой проходимости экскаваторы с ковшом вместимостью более 0,65 м³ на таких работах не применяют. Для облегчения проходимости экскаваторов на слабых грунтах применяют слани, которые переставляются ими по мере передвижения.

Жесткую травяную и древесную растительность на нерестилищах уничтожают в основном механизированным способом.

Мелиорация озер. Для успешного рыбохозяйственного освоения озер необходимо выполнить следующие инженерно-мелиоративные мероприятия:

удаление грубой водной растительности и кустарника с мелководных участков;

подготовку тоневых участков для орудий активного и пассивного лова;

водоустройство озер, обеспечивающее нормальные для эксплуатации горизонты воды (подъем уровня, спуск озер полный или частичный, подача дополнительных объемов воды);

очистку малых озер от ила;

аэрацию воды в заморных озерах.

Грубую водную и кустарниковую растительность уничтожают механизированным способом по описанным выше технологическим схемам.

Расчистку тоневых участков от коряг, топляков и завалов производят в холодный и теплый периоды года лебедками и тракторами с навесным рабочим оборудованием (бульдозер и корчеватель). Для зацепки подводных предметов и приемки работ используют водолазов.

Регулирование горизонтов воды в озерах осуществляют путем строительства подпорных земляных дамб, шлюзов-регуляторов, верховин и каналов, а также расчистки русл рек. Сооружения надо возводить из местных строительных материалов. Верховины также предупреждают уход ценных рыб и заход хищных и сорных рыб.

Методы очистки водоемов от ила и аэрации воды изложены на с. 261, 265.

Рыбохозяйственное освоение водохранилищ. Мелиоративные мероприятия должны быть составной частью рыбохозяйственного раздела проекта водохранилища. При осуществлении их выполняют: очистку ложа водохранилищ от леса, кустарника, коряг, пней и строений; подготовку тоневых участков; выбор оптимального уровенного режима водохранилища с целью поддержания нормальных условий на нерестилищах.

С ложа водохранилища удаляют лес, кустарник, коряги, пни и строения механизированным способом. Особое внимание уделяют очистке тоневых участков от посторонних предметов, мешающих орудиям активного и пассивного лова. Эти работы осуществляют до затопления водохранилища. В противном случае технология работ усложнится, на что потребуются дополнительные капиталовложения.

Во избежание гибели икры на местах нереста особое внимание уделяют выбору, согласованию и поддержанию оптимального уровенного режима водохранилища.

Приложения

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Акт-ведомость обследования пруда

(водоема)

Рыбхоз (колхоз, совхоз или другое хозяйство) _____

Район _____

Область _____

Составлен _____ 19____ г. комиссией в составе

_____

На основании обследования с проведением промерных работ установлено:

I. Характеристика пруда: длина пруда _____ м, максимальная ширина _____ м, максимальная глубина _____ м; плотина (земляная), высотой _____ м с водопропускными сооружениями _____

_____ (или нет); год сооружения пруда _____

_____; назначение пруда (водоснабжение, рыбоводство, орошение и т. д.) _____

Опорожнение пруда при хозяйственном использовании (возможно, невозможно)

_____

II. Объем работ по очистке пруда _____ тыс. м³

III. Способ работ _____

IV. Объемы подготовительных работ (виды работ, объемы и основные способы выполнения) _____

_____

_____

_____

_____

Приложение к акту:

1. Ведомость подсчетов объемов работ по поперечным профилям.
2. Схема разбивки поперечников.
3. Продольный и поперечные профили.

Члены комиссии _____ (должность, подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Ведомость подсчетов объемов работ по поперечникам
(приложение к акту-ведомости)

№ поперечников	Площадь поперечного сечения, м²	Средняя площадь поперечного сечения, м²	Расстояние между поперечниками, м	Объем выемки между поперечниками (5=3×4), м³
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
15	68	71	60	4260
16	74	65	60	3900
17	56	59	60	3540
18	62			
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
21	65	66	60	3960
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Всего				42513

Ведомость составил: _____ (подпись)

Ведомость проверил: _____ (подпись)

Рекомендации по заполнению ведомости. В графы 1, 2, 4 заносят данные с поперечных профилей. В графе 3 указывают среднюю арифметическую площадь от значений площадей соседних поперечников. В графу 5 вносят значение произведения от перемножения величин граф 3 и 4. В результате подсчитывают сумму объемов работ по графе 5. Суммарный объем по очистке пруда заносят в строку «Всего».

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Единицы физических величин, допускаемые к применению в СССР

Величины	Наименование	Обозначение	Соотношение между единицами
Площадь	Гектар, квадратный километр	га, км²	1 км²=10² га=10⁶ м²
Время	Секунда, минута, час, сутки	с, мин, ч, сут	1 ч=60 мин=3600 с 1 сут=24 ч=86 400 с
Скорость (линейная)	Метр в секунду, километр в час, сантиметр в секунду	м/с, км/ч, см/с	1 км/ч=0,278 м/с 1 см/с=10⁻² м/с
Ускорение (линейное)	Метр на секунду в квадрате	м/с²	
Ускорение (свободного падения)	Сантиметр на секунду в квадрате	см/с²	
Угловая скорость	Радиан в секунду	рад/с	
Частота	Герц, килогерц	Гц, кГц	1 кГц=10³Гц
Масса	Килограмм, грамм, тонна, центнер	кг, г, т, ц	1 кг=10³ г, 1 г=10⁻³ кг, 1 т=10³ кг, 1 ц=10² кг

Величины	Наименование	Обозначение	Соотношение между единицами
Грузоподъемность	Килограмм, тонна	кг, т	1 т=10^3 кг
Плотность (объемная масса, насыпная плотность)	Килограмм на кубический метр, килограмм на кубический дециметр, грамм на кубический сантиметр, тонна на кубический метр, килограмм на литр	кг/м^3 кг/дм^3 г/см^3 т/м^3 кг/л	1 кг/дм^3=10^{-3} кг/м^3 1 г/см^3=10^{-3} кг/м^3 1 т/м^3=10^3 кг/м^3 1 кг/л=10^3 кг/м^3
Удельный объем	Кубический метр на килограмм, кубический сантиметр на грамм	м^3/кг см^3/г	1 м^3/кг=10^3 см^3/г
Сила, сила тяжести	Ньютон, миллиньютон, килоньютон, меганьютон	Н мН кН МН	1 мН=10^{-3} Н 1 кН=10^3 Н 1МН=10^6 Н
Удельный вес	Ньютон на кубический метр	Н/м^3	
Изгибающий момент	Килоньютон-метр	кН·м	1 кН·м=10^3 Н·м
Давление Механическое напряжение Модуль продольной упругости Модуль сдвига	Паскаль Мегапаскаль Килопаскаль Миллипаскаль	Па МПа кПа мПа	1 МПа=10^3 Па 1 кПа=10^3 Па 1 мПа=10^{-3} Па
Работа Энергия Потенциальная энергия Кинетическая энергия	Джоуль Мегаджоуль Киловатт-час Мегаватт-час	Дж МДж кВт·ч МВт·ч	1 МДж=10^6 Дж 1 кВт·ч=3,6 МДж 1 МВт·ч=3,6 кДж
Мощность	Ватт, мегаватт, киловатт	Вт МВт кВт	1 МВт=10^3 Вт 1 кВт=10^3 Вт
Подача (массовая) насоса	Килограмм в секунду, тонна в час	кг/с т/ч	1 т/ч=0,278 кг/с
Объемный расход Подача (объемная) насоса	Кубический метр в секунду Кубический метр в минуту, литр в секунду литр в минуту	м^3/с м^3/мин, л/с л/мин	1 м^3/мин= =16,7×10^{-3} м^3/с 1 л/с=10^{-3} м^3/с 1 л/мин= =16,7×10^{-6} м^3/с
Температурный коэффициент линейного и объемного расширения	Кельвин в минус первой степени, градус Цельсия в минус первой степени	K^{-1} C^{-1}	1° C^{-1}=1K^{-1}
Мощность теплового потока	Ватт, мегаватт	Вт, МВт	1 МВт=10^6 Вт
Удельная теплоемкость	Джоуль на килограмм-кельвин, Джоуль на килограмм-градус Цельсия	Дж/(кг·К) Дж/(кг·°С)	

Величины	Наименование	Обозначение	Соотношение между единицами
Коэффициент теплообмена	Ватт на квадратный метр-кельвин, ватт на квадратный метр-градус Цельсия	Вт/(м^2·К) Вт/(м·°С)	1 Вт/(м^2·°С)= =1 Вт/(м^2·К)
Температуропроводность	Квадратный метр на секунду	м^2/с	
Сила электрического тока	Ампер, килоампер	А кА	1 кА=10^3 А
Электрическое напряжение	Вольт, киловольт	В кВ	1 кВ=10^3 В
Активная мощность	Ватт, киловатт, мегаватт	Вт кВт МВт	1 кВт=10^3 Вт 1 МВт=10^3кВт=10^6 Вт
Освещенность Яркость	Люкс Кандела на квадратный метр	лк кд/м^2	

Список использованной литературы

Анисимов В. А., Чубер К. В. Справочник мелиоратора. — М.: Россельхозиздат, 1976. — 358 с.

БелНИИМиВХ. Технология и организация производства работ по содержанию гидромелиоративных систем и уходу за ними. — Минск: Полымя, 1976. — 24 с.

БССР. Министерство мелиорации и водного хозяйства. Рекомендации по проектированию состава бетона и изготовлению стеновых блоков шлюзов-регуляторов, эксплуатируемых в кислых болотных средах. — Горки: БСХА, 1978.—11 с.

Васильев С. В., Веригин Н. Н., Разумов Г. А. и др. Фильтрация из водохранилищ и прудов (под ред. Н. Н. Веригина).—М.: Колос, 1975.—304 с.

Васильев А. А. Дорожно-строительные машины. — М.: Машиностроение, 1977. — 346 с.

ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. Технические условия на возведение земляных сооружений способом отсыпки грунта в воду. — Л.: Энергия, Ленинградское отделение, 1976. — 50 с.

Воробьев В. А. Строительные материалы. — М.: Высшая школа, 1979.—382 с.

Гидротехнические сооружения (в двух частях). Ч. 2: Учебник для студентов вузов под ред. М. М. Гришина). — М.: Высшая школа, 1979. — 336 с.

Глатман Г. С. Проблема воды. — Рыбоводство и рыболовство, 1970, № 6, с. 4—8.

Годес Э. Г. Строительные подводно-технические работы (Справочник). — Л.: Стройиздат, 1974. — 160 с.

Голубева З. С., Орлова З. П. Рыбохозяйственная гидротехника. — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 286 с.

Громов В. И., Иванов Е. С. Организация и производство гидротехнических рыбот. — М.: Колос, 1974. — 432 с.

Екельчик М. С. Справочник строителя. — Киев: Будивельник, 1979. — 535 с.

Елшин И. М. Полимерные материалы в ирригационном строительстве.— М.: Колос, 1974. — 192 с.

Ельцов Е. И. Справочник по проведению культуртехнических работ. — М.: Московский рабочий, 1975. — 232 с.

Инструкция по содержанию искусственных сооружений (ЦП-3084). — М.: МПС СССР, 1973.

Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектов и смет на строительство предприятий, зданий и сооружений (СН 202—81). — М.: Стройиздат, 1981. — 96 с.

Каспин Б. А., Киппер З. М., Михалченков Г. Н. и др. Проектирование и строительство рыбоводных хозяйств и заводов. — М.: Пищевая промышленность, 1964. — 365 с.

Каспин Б. А., Луньков А. Д., Шлихунов В. М. Проектирование и строительство рыбоводных предприятий. — М.: Пищевая промышленность, 1976. — 320 с.

Королев А. Глубина воды — важный фактор повышения рыбопродуктивности. — Рыбоводство и рыболовство, 1978, № 5, с. 19—22.

Костарев Г. Упрощенный донный водоспуск. — Рыбоводство и рыболовство, 1974, № 6, с. 16—17.

Красилов А. Н. Рыбхоз «Бисерово». — М.: Пищевая промышленность, 1967. — 40 с.

Кузник И. А., Луконин Е. И., Пилипенко В. Я. Гидрология и гидрометрия. — Л.: Гидрометеоиздат, 1974.—279 с.

Лавровский В. В. Первая промышленная система оборотного водоснабжения для молоди форели. — Рыбоводство и рыболовство, 1979, № 6, с. 6—8.

Маслов С. Ф. Организация и технология работ по мелиорации земель. — М.: Колос, 1974. — 200 с.

Моисеев И. С., Шайтанов В. Я., Якобсон А. Г. Справочник гидроэнергостроителя. — М.: Энергия, 1976. — 512 с.

Новый метод повышения водонепроницаемости ложа небольших водохранилищ. — Гидротехника и мелиорация, 1977, № 4, с. 115—116.

Нормативы потребности в технике для выполнения работ по техническому уходу и текущему ремонту осушительных и осушительно-увлажнительных систем. — Минск: БелНИИМиВХ, 1973. — 48 с.

Нормы технологического проектирования прудовых рыбоводных хозяйств. — М.: Гидрорыбпроект, 1975. — 128 с.

Нормы технологического проектирования осетровых рыбоводных заводов. — Астрахань; АО Гидрорыбпроекта, 1974.

Нормы технологического проектирования НВХ. — М.: Гидрорыбпроект, 1977.—200 с.

Павловский Н. Н. Гидравлический справочник. — Л.: Энергия, 1937.—900 с.

Пышкин Б. А. Вопросы динамики берегов водохранилищ. — Киев: Издательство АН УССР, 1963. — 332 с.

Руководство по определению нагрузок и воздействий на гидротехнические сооружения (волновых, ледовых и от судов). — Л.: ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, 1977.—316 с.

Рычагов Л. Н. Из опыта проектирования и эксплуатации насосных станций. — Рыбоводство и рыболовство, 1974, № 2, с. 6—9.

СевНИИГиМ. Реконструкция осушительных систем в Нечерноземной зоне РСФСР. — Калинин: Калининиздат, 1980. — 5 с.

Силкин А. М. Инженерные сооружения на осушительных системах в торфяниках. — М.: Колос, 1974. — 148 с.

Смирнов В. А. Весенний паводок. — Рыбоводство и рыболовство, 1967, № 2, с. 10.

Справочник по общестроительным работам. Земляные работы. — М.: Стройиздат, 1975. — 236 с.

Справочник по строительству на вечномерзлых грунтах. Под ред. Ю. Я. Велии, В. В. Докучаева, Н. Ф. Федорова. — Л.: Стройиздат, 1977. — 547 с.

Справочник по гидравлическим расчетам (П. Г. Киселев, В. А. Альтшуль, Н. В. Данильченко и др.)/под ред. П. Г. Киселева. 4-е изд. перераб. и доп. — М.: Энергия, 1972. — 312 с.

Справочник по механизации мелиоративных работ/[Д. Л. Меламут, Г. Ю. Шейнин и др.]; под ред. Е. Д. Томина. — М.: Колос, 1974. — 375 с.

СССР. Министерство рыбного хозяйства. Временная инструкция по эксплуатации гидротехнических сооружений рыбоводных прудовых и озерных хозяйств (ВСН 12—78). — М.: Гидрорыбпроект, 1978.—32 с.

СССР. Министерство рыбного хозяйства. Временное положение по капитальному ремонту гидротехнических сооружений прудовых, озерных, нерестово-выростных хозяйств и рыбоводных заводов. — М.: Минрыбхоз СССР, 1971.—23 с.

Строительные нормы и правила. Часть II «Нормы проектирования». —М.: Стройиздат, 1973.

Строительные нормы и правила. Часть III «Правила производства и приемки работ». — М.: Стройиздат, 1974.

Строительные нормы и правила. Часть IV «Сметные нормы и правила». — М.: Стройиздат, 1978.

Указания по проектированию гидротехнических сооружений, подверженных волновым воздействиям (СН 288—64).—М.: Стройиздат, 1965.—132 с.

Указания по проектированию сиговых рыбоводных заводов. — М.: Гидрорыбпроект, 1966.—56 с.

Указания по проектированию лососевых рыбоводных заводов. —М.: Гидрорыбпроект, 1968.—94 с.

Указания по проектированию обвалования рек и мелиоративных систем (ВСН I—63). М.: Гидроводхоз, 1969.—200 с.

Чижов Н. И., Королев А. П. Справочник работника рыбхоза. — М.: Пищевая промышленность, 1977. — 280 с.

Шабанов А. Д. Пруды в сельском хозяйстве. — М.: Колос, 1977. — 192 с.

Шкинев А. Н. Аварии на строительных объектах, их причины и способы предупреждения. — М.: Стройиздат, 1976. — 373 с.

Шнейдер В. А., Тищенко Н. А. Мелиоративные и строительные машины. — М.: Колос, 1978. — 200 с.

Штейнберг А. И. Исполнительная техническая документация в строительстве. — Л.: Стройиздат, 1976. — 223 с.

Шумаков Б. А., Шумаков Б. Б. Поляков Ю. Н. Освоение плавней Кубани. — М.: Колос, 1976. — 142 с.

Эпоксидные гидроизоляционные покрытия гидротехнических сооружений. — «Энергетическое строительство», 1976, № 11—12, с. 101—108.

Эталон техно-рабочего проекта создания защитных лесных насаждений по берегам водохранилищ. — М.: Союзгипролесхоз, 1975. — 185 с.

Эристов В. С. Производство гидротехнических работ. — М.: Стройиздат, 1970. — 198 с.

Эристов В. С. Организация и планирование гидротехнического строительства. — М.: Стройиздат, 1977. — 164 с.

Ясинецкий В. Г., Фенин Н. К. Организация и технология гидромелиоративных работ. — М.: Колос, 1974. — 254 с.

Предметный указатель

А

Автогрейдеры 147
Автомобили 155
Автоцементовозы 153
Акт на скрытые работы 183, 195
Антисептирование древесины 212
Арматура стальная 132, 158
Арматурные работы 158, 186
Асбестоцемент 138, 139

Б

Бассейны рыбоводных заводов 17—19
— — хозяйств индустриального типа 12—16
Бетон гидротехнический 127, 128
— состав 129
Бетонные работы 156, 187
Бетоносмесители 156
Биологическое крепление откосов 39, 40
Битум нефтяной 137
Бульдозеры 146, 177
Бутовая и бутобетонная кладка 208

В

Верховина 83, 87, 88
Вибропогружатель 150, 151
Водовыпуски 111—116
Водозаборы 73, 80, 81
Водоотлив и водопонижение 165, 166
Водопоглощение весовое 122, 123
— объемное 122, 123
Водосбросы трубчатые 56, 57
— шахтные 55, 56
— щитовые 57, 58, 63
Выбор створа плотины 31
— типа плотины 29—31
Высота волны 36
— нагона 35
— наката 33—35
Вяжущие воздушные 124—125
— гидравлические 124—126

Г

Герметизация стыков и швов 125, 216
Гидравлические рыбозаградители 89, 98, 99
Гидравлический расчет водобойного колодца 61, 62, 64
— — водовыпусков 111
— — водосбросов 60—62
— — донных водоспусков 67, 69
— — каналов 101, 105, 106
Гидроизоляционные работы 137, 138, 213
Гидроизоляция асфальтовая 215
— оклеечная 137, 138, 213
— окрасочная 137, 138, 213
— штукатурная цементно-песчаная 214
Гидрологические характеристики 23
Гидрологический створ 223
Гидромониторы 148
Гидротехнический расчет 58, 59
Гравий каменный 129
Грейдер 146, 178

Д

Дамбы прудов 48—50
Деревянные работы 136, 137, 210
— сваи 136, 203
Дизельмолоты 150
Документация для очистки прудов от ила 233
— — ремонта 228, 230
— — эксплуатации 233
Донные водоспуски 66—69, 72
Допускаемые неразмывающие скорости воды 103—105
Дренаж наслонный 41, 42
— тюфячный 41, 42
— комбинированный 41, 42
Дренажный банкет 41, 42
Дюкеры 119—121

Ж

Железобетонные изделия 132, 150
— сваи 150, 151, 203
Живорыбные садки 10
Журнал бетонных работ 194
— свайных работ 206
— сварочных работ 203

З

Забивные сваи 150, 203
Запани 89, 98, 99
Землесосные снаряды 149
Земляные плотины 28—30
— работы 144, 169
Зимние работы бетонные 195
— — гидроизоляционные 219
— — земляные 184
— — каменные 209

И

Иглофильтры 166
Источники финансирования ремонта 237

К

Каменные работы 131, 132, 207
Каналы водоподающие 100
— нагорные 107
— нерестово-рыбоходные 107
— рыбосборно-осушительные 106
— сбросные 107, 108
Катки 147, 148, 180
Кирпич 124, 132
Компрессоры 164, 165
Конвейеры ленточные 151
Консольный перепад 117, 119
Контроль качества бетонных работ 199
— — земляных работ 182
Копры 151, 204
Корчеватель-собиратель 142, 143, 169
Коэффициент откосов каналов 100, 101
— — плотин 32, 33
— Шези 101, 102, 103
— шероховатости русел 52, 101, 102
Краны автомобильные 152

Краски 137
Крепление откосов плотин 36—39
Критические глубины 60—61
— незаиляющие скорости воды 105, 106
Кусторезы 142, 168

Л

Лебедки 151, 152
Лососевые рыбоводные заводы 17, 20
Льдозащитные устройства 60, 64, 65

М

Магнезиальные вяжущие 124
Масса объемная 122
Материалы лесные 136
Машины для эксплуатации 167, 238
— — капитального ремонта 239, 241
Мелиоративные мероприятия 262
Металлы черные 133
Механизированная разработка грунта 172
Монтаж сборных железобетонных конструкций 194
Морозостойкость 124, 126, 127

Н

Нагульные рыбхозы 5
Насосы грунтовые 165, 166
Нерестово-выростные водоемы (НВВ) 23
— хозяйства (НВХ) 22, 23

О

Оборудование насосных станций 83—86
Обследования и изыскания для ремонта 228
Одноковшовые экскаваторы 144, 145, 172
Опалубочные работы 136, 186
Оптимальная влажность грунтов 170
Осетровые рыбоводные заводы 16, 17
Охрана труда 246
Очистка прудов от ила 261

П

Параметры ветровых волн 33—36
Перегораживающие сооружения 116
Периодичность ремонта гидросооружений 236
Пляжный откос дамб 51
Полносистемное прудовое хозяйство 5
Продолжительность ремонта 237
Производительность бульдозеров 179
— скреперов 178
— экскаваторов 174
Производство ремонтно-эксплуатационных работ 240
Противофильтрационные устройства плотин 40, 41
— экраны в прудах и каналах 215, 216
Приемка бетонных работ 201
— гидроизоляционных работ 220
— земляных работ 182
— каменных работ 210
— свайных работ 207
Пруды выростные 9
— головные 7, 8
— зимовальные 9
— карантинные 9, 10
— мальковые 9
— маточные 8
— нагульные 9
— нерестовые 8, 9
— отстойники 8
— резервные 8

Р

Радиальная схема компоновки 7, 71
Разработка грунта бульдозерами 144, 146, 177
— — вручную 182
— — грейдерами 144, 146, 147, 178
— — скреперами 144, 146, 174, 175
— — экскаваторами 144, 145, 172
Распределение площадей прудов по глубинам 10
Расчетные характеристики грунтов плотин 32
Расчеты водохозяйственные 25
— сопряжения бьефов 61, 62
— пропускной способности водозаборов 74—77
— — — водовыпусков 111
— — — водосбросов 60
— — — донных водоспусков 67
— — — дюкеров 120
Ремонт гидросооружений 253
Ремонтно-эксплуатационные организации 237
Рубероид 137, 138
Рыбозаградитель 83, 87
Рыбозащитные устройства 83, 89—99
Рыбопитомник карповый 5, 10
— форелевый 5, 12
Рыбоуловители 69—71
Рыбцовые рыбоводные заводы 22

С

Садки куринского типа 16, 17
Сваебойные установки 150, 204
Свайные работы 150, 203
Сиговые рыбоводные заводы 20—22
Система СИ 269
Скреперы 146, 174
Соотношение категорий прудов 10, 12
Сопрягающие сооружения 116—119
Сроки службы сооружений 236
Стальные шпунтовые сваи 204
Стекло жидкое 124
Строительство водосбросов 65
Сушка древесины 136, 212

Т

Тепловодные рыбоводные хозяйства 5
Теплоемкость 122
Теплопроводность 123
Техника безопасности 246
Толь 138
Тракторы 153, 154
Транспорт автомобильный 154, 155
Транспортировка грунта 181
Требования к работе гидросооружений 226
Трубчатые шлюзы-регуляторы 74—80

У

Уклон дна канала 101, 105
Уплотнение грунта 180
Устройство свайных ростверков 205
Уход и надзор за гидросооружениями 226

Ф

Физиологические рыбозаградители 89, 99
Фильтрационные расчеты земляных плотин 45—47
Флютбет 58, 59
Формула Павловского 101
— Леви 105
Фрезеры почвенные 143

Х

Характеристика выростных прудов осетрового завода 20
— прудов сигового завода 21
— рыбоводных прудов 7—12
— садков куринского типа 17

Ц

Цемента марка 125
Цемент-пушка 214

Ш

Шлюзы-регуляторы 73—80
Шпунтовые сваи 203

Э

Экскаваторы 144, 145, 172
Эксплуатационная служба 221
— гидрометрия 223
Эксплуатационный контроль гидросооружений 226
Электроинструмент 163
Электрорыбозаградитель 99
Электровибраторы 156
Электростанции передвижные 164
Энергоснабжение строительных площадок 164

Оглавление

Предисловие 3

Гидротехника в рыбоводстве 5

Рыбоводные хозяйства 5

Типы и системы рыбоводных хозяйств 5
Схемы хозяйств и категории прудов 5
Бассейны рыбоводных хозяйств индустриального типа 12

Предприятия по воспроизводству рыбных запасов 13

Осетровые рыбоводные заводы 16
Лососевые рыбоводные заводы 17
Сиговые рыбоводные заводы 20
Рыбцовые рыбоводные заводы 22
Нерестово-выростные хозяйства 22

Проектирование и строительство гидротехнических сооружений . . . 23

Гидрологические характеристики и водохозяйственные расчеты . . . 23

Земляные плотины и дамбы 28

Типы земляных плотин 28
Выбор створа плотины 31
Выбор типа и конструкции плотины 31
Крепление откосов 36
Противофильтрационные устройства 40
Дренажные устройства 41
Обратные фильтры 42
Фильтрационные расчеты земляных плотин 45
Возведение плотин и пропуск паводка в период их строительства . 47
Контурные и разделительные дамбы рыбоводных прудов . . 48
Расчет кривых свободной поверхности в условиях стеснения поймы дамбами прудов 52

Водосбросные сооружения 54

Типы водосбросных сооружений 54
Водосбросы автоматического действия 55
Щитовые (управляемые) водосбросы 57
Строительство водосбросных сооружений 65
Донные водоспуски и рыбоуловители 66
Донные водоспуски 66
Рыбоуловители 69

Водозаборные сооружения и насосные станции 73

Проектирование и строительство водозаборных сооружений . . 73
Водозабор с механическим подъемом воды 80
Оборудование насосных станций 86

Рыбозаградительные и рыбозащитные сооружения 86

Рыбозаградительные сооружения 86
Рыбозащитные устройства на водозаборных сооружениях . . 89

Каналы и сооружения на них 99

Типы каналов 99
Проектирование и гидравлический расчет каналов 100
Строительство каналов 108
Проектирование и строительство сооружений на каналах . . 111

Строительные материалы и машины 121

Строительные материалы и изделия 121

Общие сведения 121
Вяжущие материалы 124
Бетоны 127
Природные и искусственные каменные строительные материалы 131
Железобетонные изделия 132
Металлы и металлические изделия 133
Лесные материалы 136
Гидроизоляционные материалы 137
Санитарно-технические материалы и оборудование 138
Материалы и изделия из пластмасс 140

Строительные машины, оборудование и транспорт 142

Машины для подготовительных (культуртехнических) работ . . 142
Машины для земляных работ 144
Машины для уплотнения грунтов 147
Машины и оборудование для гидромеханизированных земляных работ 148
Оборудование для свайных работ 150
Подъемно-транспортные машины 151
Машины для бетонных работ 156
Оборудование для изготовления арматуры 158
Оборудование для сварочных работ 158
Оборудование для газовой сварки и резки 160
Электроинструмент 163
Силовое оборудование, компрессоры, насосы 164
Машины для эксплуатационных работ 167
Производство работ 168

Культуртехнические и земляные работы 168

Основные правила производства культуртехнических и земляных работ 168
Строительные свойства грунтов 169
Механизированная разработка грунта 172
Разработка грунта вручную 182
Контроль за качеством земляных работ и их приемка . . . 182
Производство земляных работ в зимних условиях 184

Бетонные и железобетонные работы 185

Опалубочные работы 186
Арматурные работы 186
Бетонные работы 187
Монтаж сборных железобетонных конструкций 194
Производство работ в зимних условиях 195
Контроль качества работ 199
Приемка работ 201

Свайные работы 203

Забивные сваи 203
Погружение свай 204
Устройство свайных ростверков 205
Контроль за производством свайных работ 206
Приемка работ 207

Каменные работы 207

Бутовая и бутобетонная кладки 208
Каменная кладка в зимних условиях 209
Приемка работ 210

Деревянные работы 210

Мероприятия по борьбе с гниением деревянных элементов сооружений 212

Гидроизоляционные работы 213
Окрасочная гидроизоляция 213
Оклеечная гидроизоляция 213
Штукатурная цементно-песчаная гидроизоляция 214
Асфальтовая гидроизоляция 215
Производство работ в зимних условиях 219
Приемка работ 220

Эксплуатация гидротехнических сооружений и рыбохозяйственная мелиорация 221

Эксплуатация гидротехнических сооружений 221
Организация наблюдений в рыбхозах 223
Требования к работе основных гидротехнических сооружений . 226
Контроль и уход за гидротехническими сооружениями . . . 227

Техническая документация для мелиорации, капитального ремонта и эксплуатации рыбоводных предприятий 228

Обследования и изыскания 228
Проектирование ремонта 231
Техническая документация для эксплуатации рыбоводных предприятий 234

Организация и производство ремонтно-эксплуатационных работ . . . 235

Виды ремонтных работ и источники их финансирования 235
Периодичность и продолжительность работ капитального ремонта зданий и сооружений 236
Рыбохозяйственные ремонтно-строительные организации . . . 240
Особенности технологии производства и приемки ремонтно-эксплуатационных работ 240

Охрана труда и техника безопасности при производстве строительных и ремонтных работ 246
Основные правила эксплуатации прудов и водоемов 249
Повреждения гидротехнических сооружений и их устранение . . . 253
Рыбохозяйственная мелиорация 261

Мелиоративные работы в рыбоводных прудах 261
Мелиоративные работы по подготовке площадки для строительства рыбоводного хозяйства 264
Мелиоративные работы на водосборной площади рыбхоза . . 265
Мелиоративные работы в реках, озерах и водохранилищах . . 266

Приложения 268
Список использованной литературы 272
Предметный указатель 275

Григорий Соломонович Боркин
Эдиссон Владимирович Гриневский
Анатолий Дмитриевич Луньков
Николай Николаевич Соловьев

Справочник по рыбохозяйственной гидротехнике

Редактор С. Н. Шестак
Художник В. В. Зеркаленкова
Художественный редактор В. А. Чуракова
Технический редактор Н. В. Черенкова
Корректоры М. А. Шегал, Е. А. Постникова

ИБ № 1155

Сдано в набор 10.12.82. Подписано в печать 18.10.83. Т — 15 501. Формат 60×90/16. Бумага типографская № 3. Литературная гарнитура. Высокая печать. Объем 17,5 п. л. Усл. п. л. 17,5. Усл. л. кр.-отт. 17,5. Уч.-изд. л. 24,76. Тираж 2500 экз. Заказ № 2118. Цена 1 р. 60 к.

Издательство «Легкая и пищевая промышленность», 113035, Москва, М-35, 1-й Кадашевский пер., д. 12.

Московская типография № 6
Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
109088, Москва, Ж-88, Южнопортовая ул. 24.