

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

**РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫРАЩИВАНИЮ  
РЫБОПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА  
РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ  
В РЫБОВОДНЫХ  
ИНДУСТРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ  
(с временными нормативами)**

*Для специалистов в области рыбного хозяйства и аквакультуры,  
аспирантов, магистрантов, студентов вузов,  
слушателей института повышения квалификации  
и переподготовки кадров*

Горки  
БГСХА  
2016

УДК 639.3

ББК 47.2

Р36

*Рекомендовано Научно-техническим советом БГСХА.  
Протокол № 1 от 5 января 2016 г.*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. В. Барулин*;  
аспирант кафедры ихтиологии и рыбоводства *М. С. Лиман*;  
магистры сельскохозяйственных наук *Е. Г. Новикова*,  
*К. Л. Шумский*, *Л. О. Атрощенко*;  
рыбоводы *С. В. Rogovcov*, *Н. А. Суравец*, *А. В. Некрылов*;  
кандидат физико-математических наук *В. Ю. Плавский*

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *Н. А. Садомов*;  
кандидат биологических наук, доцент *В. Г. Костоусов*

**Рекомендации по выращиванию рыбопосадочного материала радужной форели в рыбоводных промышленных комплексах (с временными нормативами) / Н. В. Барулин [и др.]. – Горки : БГСХА, 2016. – 180 с.**

Изложены основные технологические операции и техническое обеспечение, применяемые при выращивании рыбопосадочного материала радужной форели в условиях замкнутого водоснабжения в рыбоводных промышленных комплексах на примере рыбокомплекса УО БГСХА.

Для специалистов в области рыбного хозяйства и аквакультуры, аспирантов, магистрантов, студентов вузов, слушателей института повышения квалификации и переподготовки кадров.

УДК 639.3

ББК 47.2

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2016

## ВВЕДЕНИЕ

Аквакультура является одной из самых быстрорастущих отраслей пищевого производства в мире. Большая часть мировой продукции аквакультуры в настоящее время выпускается в развивающихся странах и, что важно, в странах, имеющих низкие доходы и испытывающих дефицит продовольствия. В связи с остановкой роста промысловых уловов и растущим спросом на рыбу и рыбопродукты можно предполагать, что аквакультура увеличит свой вклад в мировое производство водных продуктов питания и укрепит свою роль в обеспечении населения продовольствием и снижении уровня бедности во многих развивающихся странах. Однако следует признать, что, как с точки зрения видов (включая водоросли, моллюсков, ракообразных, рыбу и другие группы водных организмов), так и с точки зрения используемой среды и систем, аквакультура охватывает различные методы разведения водных организмов с применением различающихся схем использования ресурсов и, таким образом, предлагает широкий спектр возможностей для диверсификации методов увеличения производства пищи и обеспечения доходов во многих сельских и пригородных областях. Учитывая значительные продовольственные, социальные, экономические и экологические достоинства большинства существующих методов аквакультуры, а также хорошие перспективы дальнейшего развития и расширения сектора, усилия, направленные на устойчивое развитие аквакультуры, требуют сведения к минимуму потенциальных социальных конфликтов и экологических проблем. Аквакультура, как и все наземные сельскохозяйственные системы, имеет ряд проблем. К ним относятся: растущая конкуренция за право использования ограниченных ресурсов, таких, как водные, земельные и кормовые; экологическая деградация уже используемых или необходимых в дальнейшем ресурсов; непризнание легитимности использования ресурсов; недостаток институциональной или законодательной поддержки; чрезмерное регулирование и в последнее время отрицательная пропаганда, вызванная относительно немногочисленными случаями экологической деградации и социальной дестабилизации в связи с определенными методами аквакультуры. Радужная форель является одним из самых распространенных объектов акклиматизации, разведения и товарного выращивания. Во многих странах мира, например в Дании, Швеции,

Италии, Франции, США, Финляндии и др., производство форели составляет 15–20 тыс. т ежегодно. Форель и продукты из нее (балычные изделия, пищевая икра и т. д.) относятся к деликатесной продукции, и цены на нее, равно как и спрос, стабильно высоки, поэтому производство форели имеет высокую окупаемость во всех странах.

В Республике Беларусь форелеводство составляет незначительную часть в общем объеме производства рыбы. Между тем объем производства и ассортимент деликатесной продукции могут быть значительно увеличены за счет развития индустриального разведения рыб в садковых и бассейновых хозяйствах, а также создания сети хозяйств на теплых водах (в зимнее время) энергетических объектов.

Ранее потребность в деликатесных лососевых рыбах удовлетворялась в основном за счет рыболовства в прибрежных морях. В настоящее время возможности Беларуси в получении качественной продукции рыболовства ограничены, а имеющаяся на мировом рынке представлена преимущественно продукцией аквакультуры. По этой причине актуальность развития собственного форелеводства очевидна. Ускоренное наращивание объемов производства товарной продукции форелеводства возможно при максимальной интенсификации производства, основанной на достижении научно-технического прогресса.

Современное форелеводство является высокоинтенсивной формой индустриального хозяйства, основанной на выращивании рыбы при уплотненных посадках с использованием гранулированных кормов и благоприятных условиях среды. Уровень интенсификации производственных процессов в форелеводстве определяется кратностью водообмена в рыбоводных емкостях, качеством применяемых кормов, способами кормления, степенью механизации труда при выращивании разновозрастных групп форели.

Темпы развития форелеводства в нашей стране значительно отстают от зарубежных стран и не соответствуют географическим и климатическим особенностям Республики Беларусь, ее мощному водохозяйственному потенциалу.

Тем не менее форелеводство имеет широкую перспективу развития. Культивирование форели в Республике Беларусь может идти по следующим направлениям: в специализированных прудовых хозяйствах; в сетчатых садках пресноводных водоемов; в бассейнах и садках, использующих воду тепловых электростанций; в фермерских рыбоводных хозяйствах; разведение и выращивание форели для целей любительского и спортивного рыболовства.

Настоящие рекомендации разработаны на кафедре ихтиологии и рыбоводства и рыбоводном индустриальном комплексе УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». Исследования проводились при финансовой поддержке инновационного фонда Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Белорусского государственного фонда фундаментальных исследований и международной технической помощи в рамках Программы развития региона Балтийского моря на 2007–2013 гг.

## **1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ РЫБОПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

В Республике Беларусь основной рыбопосадочный материал радужной форели выращивается в условиях замкнутого водоснабжения в рыбоводном индустриальном комплексе УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Построенный рыбокомплекс рассчитан на производство 150 т рыбопосадочного материала массой от 50 до 70 г за четыре закладки икры в год. Такое количество рыбопосадочного материала позволит обеспечить производство товарной форели в объеме 1200 т в год на вновь создаваемых в Республике Беларусь рыбоводных предприятиях.

Применение на комплексе системы рециркуляции воды (система установки замкнутого водоснабжения) позволяет экономить водные и энергетические ресурсы. При прямоточной системе необходимо обеспечить водообмен не менее чем через 15 мин, что в условиях Республики Беларусь возможно только с использованием больших затрат на подачу воды с помощью насосных станций.

Рассматриваемая система замкнутого водоснабжения требует поступления свежей воды в объеме до 10 % от общего объема воды в бассейнах. Для сравнения: потребление воды в обычной прямоточной системе составляет примерно 70 м<sup>3</sup> на один килограмм корма или порядка 100 тыс. м<sup>3</sup> в сутки.

Для получения рыбопосадочного материала средней массой 50 г необходимо иметь четыре модуля (цеха): цех инкубации (доинкубации) икры, цех выращивания молоди до 5 г, два цеха выращивания молоди до 50 г. Общая схема рыбоводного индустриального комплекса УО БГСХА представлена в прил. 1.

Разработка официальных рыбоводно-биологических норм и технологической документации по выращиванию рыбопосадочного материала радужной форели в условиях рыбоводных индустриальных комплексов Беларуси осуществлялась на базе рыбокомплекса УО БГСХА и рекомендуется при дальнейшей эксплуатации данного комплекса, а также при реализации других проектов, связанных со строительством других рыбоводных индустриальных комплексов для выращивания рыбопосадочного материала радужной форели.

## **1.1. Общее рекомендуемое оборудование для всех производственных модулей**

Рециркуляционная система состоит из следующих компонентов: рыбоводных бассейнов, секций водоподготовки, насосов, трубопроводов и лотков для подачи и отвода воды.

Центральным узлом всей системы является секция водоподготовки. Здесь происходят следующие основные процессы:

- удаление частиц продуктов жизнедеятельности рыб и остатков (несъеденного) корма (удаление взвешенных твердых частиц);
- разложение растворенного органического осадка (обеспечение биохимической потребности в кислороде, химической потребности в кислороде);
- преобразование интенсивного аммиака в нитрит (нитрификация);
- преобразование нитрита в нитрат, а затем в газообразный азот (денитрификация);
- удаление фосфата;
- удаление углекислого газа (CO<sub>2</sub>);
- обогащение кислородом (аэрация).

### **1.1.1. Рыбоводные бассейны**

Внутренняя поверхность бассейна не должна выделять в воду токсичные для культивируемых объектов вещества, а также должна быть достаточно гладкой, чтобы не поранить рыбу. Бассейн должен самоочищаться в процессе эксплуатации с целью предотвращения размножения болезнетворных бактерий. Конструкция бассейна должна обеспечивать легкий доступ для его очистки и дезинфекции, быть герметичной и прочной.

Большие бассейны позволяют рыбе комфортнее себя чувствовать, не ощущать их границ. Они устанавливаются таким образом, чтобы вода могла самотеком поступать в механический фильтр.

Бассейны могут быть изготовлены из стеклопластика или прорезиненной ткани.

Каждый бассейн оснащен автоматической кормушкой, основным элементом которой является специальный механизм, позволяющий управлять процессом кормления путем настройки продолжительности и интервалов кормления.

Кроме того, в каждом бассейне установлены два датчика уровня воды в нем. Один датчик контролирует минимальный уровень воды, другой – максимальный.

### 1.1.2. Секция водоподготовки

Секция водоподготовки состоит из следующих элементов:

#### 1. Механический барабанный фильтр.

Механическая очистка оборотной воды в рыбоводных установках необходима для отделения твердых тел от жидкости. Для решения этой задачи установка оснащается механическим фильтром (микросетчатый барабанный фильтр). Отделению подлежат продукты первичного загрязнения (остатки корма, фекалии и другие твердые частицы) и вторичного загрязнения (отработанная биопленка биофильтра). Наибольшая концентрация первичных загрязнений находится в воде на выходе из рыбоводных бассейнов, а вторичных – после биофильтра. При описании замкнутых систем имеет смысл говорить о смеси первичного и вторичного загрязнений, так как оба вида загрязнений попадают в циркулирующую воду и задерживаются фильтрами.

По физико-механическим свойствам нерастворенные осадки представляют собой грубо- и мелкодисперсные примеси, коллоидные и слизеподобные вещества. Состав рыбоводных нерастворимых осадков изменяется при замене вида корма и режима работы рыбоводной установки. Общий вид механического фильтра представлен в прил. 2.

Все сливы из бассейнов оборудованы неподвижными сетками, которые удерживают не только живую рыбу от ухода из бассейна, но и погибшую. Чем мельче рыба, которая содержится в бассейне, тем меньше должна быть ячейка сетки. При выборе размеров ячеек сетки необходимо учитывать то обстоятельство, что ячейки малого размера быстро зарастают биопленкой и не пропускают воду. В результате засорения ячеек уровень воды в бассейне поднимается, срабатывает сигнализация по повышению уровня воды в бассейне, что служит сигналом для немедленной очистки сеток. Очистка сеток производится вручную щеткой или струей воды под давлением.

Загрязненная в бассейнах с рыбой вода удаляется из них одним потоком через нижний слив.

Затем по трубопроводу вода попадает в микросетчатый фильтр. Он представляет собой цилиндрический каркас с натянутой на него сеткой. Поступающий поток воды направлен вдоль оси цилиндра, выходящий – радиально от оси цилиндра к его периферии, таким образом, чтобы жидкость прошла через ячейки сетки. Взвешенные частицы остаются на сетке с внутренней стороны. Цилиндр равномерно вращается. Загрязнения осаждаются на сетке и смываются с нее струей чистой воды.



Промывка сетки осуществляется периодически по мере повышения уровня воды в барабане фильтра по причине засорения ячеек сетки. Загрязнения вместе с водой попадают в лоток, расположенный выше уровня воды в фильтре, а затем в канализацию.

Для промывки сетки используется насос. Насос должен быть снабжен фильтром грубой очистки с размером ячеек 200 мкм; иметь регулировочный вентиль на выходе, чтобы установить по манометру рабочее давление на форсунках механического фильтра в 7,5 бар; при первом его запуске необходимо открыть воздушник, чтобы удалить из насоса воздух и заполнить его водой.

Для вывода механического фильтра в ремонт или отключения его по другим причинам должен быть предусмотрен обводной байпас с дисковыми заслонками типа «баттерфляй».

В случае поломки фильтра необходимо срочно принять меры по его ремонту, уменьшив суточный кормовой рацион рыбы.

После того как вода прошла механическую фильтрацию, она попадает на биологический фильтр.

Механический фильтр может работать как в автоматическом, так и в ручном режиме. Имеет свой щит управления. В нормальном состоянии должен работать в автоматическом режиме, т. е. при загрязнении фильтрующей сетки уровень воды внутри барабана поднимается и срабатывает датчик уровня, который включает привод вращения барабана и промывочный насос, грязная вода отводится в канализацию самотеком. Фильтр должен быть всегда включен. Работать в положении «автомат». Ежедневно обслуживающий персонал должен визуально следить за работой фильтра. Он должен периодически включаться и выключаться для промывки, в зависимости от биологической нагрузки. Если фильтр включается слишком часто или вообще не выключается из режима промывки, следует в первую очередь проверить, не забиты ли промывочные форсунки. Для этого, не выключая насосы, нужно выключить фильтр, открыть крышку и прочистить все форсунки. Вне зависимости от вышесказанного следует прочищать форсунки раз в неделю, также регулярно необходимо промывать сетку струей воды под давлением.

## 2 Биологический фильтр «плавающая подушка».

Жизнь биологической пленки имеет свои закономерности. Потребляя для своего роста питательные азотные загрязнения из воды, биопленка растет по толщине и стареет. Биомасса пленки накапливается. Если в биофильтре не решены проблемы удаления стареющей пленки,

то она отмирает, разлагается и загрязняет воду. Проблема обновления биопленки является одной из самых главных. Эта проблема решается главным образом за счет создания таких гидродинамических нагрузок на субстрат, при которых рыхлые слои старой пленки отрываются и уносятся с током воды. В дальнейшем мигрирующие кусочки биопленки выделяются из воды и выносятся из системы. В местах отрыва старой биопленки на субстрате остается тонкий активный слой биопленки, который продолжает процесс изъятия и переработки загрязнений.

Гидравлическая нагрузка на биофильтр рассчитывается таким образом, чтобы фильтр был самоочищаемым и не допускалось закупоривание пор в загрузке биофильтра. Размер фильтра и поток воды рассчитаны из максимального количества корма, которое можно скоротить рыбам.

Биофильтр предназначен для выполнения следующих задач: аммонификации, нитрификации, дегазации, оксигенации, а также культивирования в нем бактерий. Бактерии, при достаточной концентрации кислорода в окружающей их среде, изымают из загрязненной воды растворенные азотные соединения (аммонийные и нитритные) и окисляют их до нитрата, который является менее токсичным. Бактерии растут только на субстрате, что предполагает использование пластиковой загрузки с развитой площадью поверхности.

Бактериальная пленка представляет собой мягкую комковатую субстанцию, которая легко распадается на отдельные фрагменты. При постоянном росте биопленки толщина «живой» ее части составляет 1–2 мм. Находящиеся под этим слоем бактерии без кислорода, не проникающего через слой «живой» биопленки, отмирают, разлагаются и уносятся водой в бассейн-сумматор, затем в бассейны с рыбой и впоследствии осаждаются в механическом фильтре.

После прохождения через механический фильтр вода попадает в секцию, в которой расположен фильтр «плавучая подушка». Вода в этой секции постоянно аэрируется, и фильтрующий материал находится в постоянном движении. Фильтрующий материал состоит из небольших пластиковых колец с открытой структурой с большой удельной площадью поверхности –  $800 \text{ м}^2/\text{м}^3$ . Постоянное движение фильтрующего материала позволяет избежать скапливания отложений и, как следствие, закупоривания отверстий фильтрующего материала.

Фильтр обладает способностью самоочищаться. Размер фильтра «плавучая подушка» зависит от количества воды, проходящей через

него в единицу времени, и объема потребляемого корма. Над фильтром располагаются вентиляторы в кровле здания.

В процессе работы биофильтра происходит газообмен, удаляется углекислый газ из воды, увеличивается концентрация кислорода, что создает благоприятную среду для нитрифицирующих бактерий. Эти бактерии преобразуют высокотоксичный аммиак, условный продукт отходов, в конечный продукт переработки – нитрат.

Процесс происходит в две стадии:

- окисление аммиака бактериями *Nitrosomonas sp.*;

- превращение нитрита в нитрат бактериями *Nitrobacteria sp.*

В ходе этого процесса вырабатывается кислота и понижается рН.

Для понижения кислотности добавляется свежая вода или (при необходимости) гидроксид натрия или бикарбонат натрия.

После прохождения биофильтра «плавающая подушка» вода попадает в колодец, в котором расположены насосы для ее подачи на капельный фильтр.

### 3. Капельный фильтр.

Капельный фильтр служит для нитрификации и дегазации.

С помощью насосов вода из колодца подается на верхнюю часть биофильтра, где она разбрызгивается по поверхности фильтра и проходит вниз через фильтрующий материал, который выступает в качестве биосубстрата. Материал капельного фильтра представляет собой решетчатую конструкцию из полиэтилена с большой удельной площадью поверхности –  $200 \text{ м}^2/\text{м}^3$  в сутки, чтобы избежать скапливания биопленки, которая может стать причиной закупоривания отверстий. Самоочищение капельного биофильтра обусловлено высокой скоростью прохождения воды сквозь него.

Размер капельного фильтра и расход воды, проходящей через него, непосредственно связаны с количеством потребляемого корма. Над фильтром располагается вентилятор, который способствует прохождению воздуха через него.

В целом капельный фильтр выполняет такие же функции, как и фильтр «плавающая подушка», и служит для дополнительной очистки воды, поступающей из рыбоводных бассейнов.

После прохождения через капельный фильтр вода поступает во второй сборный колодец.

Капельный фильтр представляет собой блоки биоагрузки, сложенные в виде колонны. Подача воды сверху осуществляется от насосов. В верхней части расположен осевой вентилятор, служащий для откачки газов – углекислого и азота. Включение вентилятора осуществляет-

ся периодически с пульта управления. Работать он должен по графику: 2 ч в утренние часы и 2 ч в вечернее время. Постоянная промывка фильтра не требуется. Один раз в год (по мере загрязнения) следует снять защитный тент и оценить степень загрязненности блоков. При необходимости разобрать блоки, промыть и заново сложить в колонну.

#### 4. Озонирование.

После обработки воды в биофилтре «плавающая подушка» и капельном фильтре она подается в емкость, в которой происходит ее озонирование. Озон впрыскивается в падающую воду через диффузоры, расположенные на дне емкости. Отвод воды для подачи ее в бассейн осуществляется с верхних слоев емкости самотеком. Над емкостью находится вентилятор, который отводит воздух. Модуль озона состоит: из генератора озона, компрессора кислородного генератора, электрифицированной системы управления, инжектора, насоса, воздухоохладителя, световых индикаторов выработки озона.

Озон – особая форма кислорода. Молекула озона состоит из трех атомов кислорода. Когда эта молекула распадается, отдельные атомы стремятся к реакциям окисления. Все воздействия, которые озон оказывает на ход биохимических реакций, основаны на сильном окисляющем действии. В то же время он не оказывает неблагоприятного действия на окружающую среду, так как не вносит никаких химикатов в воду.

Озон ядовит для людей и животных!

Симптомы отравления озоном:

- а) уменьшение функционирования легких;
- б) обострение астмы;
- в) раздражение в горле и кашель;
- г) боль в груди;
- д) учащенное дыхание и жжение в тканях легких.

При постоянных отравлениях могут возникать хронические респираторные заболевания, такие как эмфизема, хронический бронхит и преждевременное старение легких. Критические параметры содержания озона в помещении, в котором работают люди, составляют при 8-часовом рабочем дне 0,05 и 0,1 ppm. Максимальная разовая доза 0,3 ppm в течение не более 10 мин.

Помещение должно быть хорошо вентилируемым. Необходимо избегать утечек озона и использовать антикоррозийные материалы.

Для удаления из воды остаточного озона и недопущения попадания го в бассейны с рыбой используется следующая технология.

Вода из флотаторов поступает ( $36 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) в бассейн-сумматор. Там она быстро смешивается с большим объемом воды. Озон крайне нестабильное вещество и практически полностью распадается в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) за 10–30 мин.

Вода из бассейна-сумматора перед тем как попасть в бассейны с рыбой проходит через оксигенаторы. В них также происходит деструкция остаточного озона.

Несмотря на все предосторожности, необходимо постоянно следить за концентрацией озона в воде, поступающей в бассейны с рыбой.

Озон получают с помощью электрического разряда на электродах в специальных установках. Этот процесс проходит при высоких напряжениях. Электрод представляет собой трубку, выполненную из стекла и заполненную электропроводящим материалом, которая подключена к высокому напряжению. В качестве электрода с противоположным знаком используется расположенный снаружи кожух.

Предлагается использование озонаторов марки Ozonia. В данном генераторе озона используется принцип производства озона из кислорода, что дает значительную экономию электроэнергии.

Источник кислорода должен удовлетворять следующим требованиям:

- точка росы –  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
  - отсутствие органических газов.
- Технические параметры генератора озона:
- производительность озона –  $55 \text{ г Оз/ч}$ ;
  - концентрация –  $100 \text{ г Оз/м}^3$ ;
  - поток кислорода –  $0,39 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
  - потребление электроэнергии –  $0,76 \text{ кВт}$ ;
  - поток охлаждающей агрегаты воды –  $0,09 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
  - масса –  $50 \text{ кг}$ ;
  - количество электродов – 1 шт.

Подача кислорода в генератор озона должна производиться только после его дополнительной осушки! Для этой цели используется обычная колба из-под фильтра для очистки воды, например фирмы Atlas, заполненная цветным силикагелем.

При прохождении кислорода через фильтр силикагель поглощает излишнюю влагу, в результате чего цвет его меняется с синего на красный. После того, как силикагель выработал свой ресурс, его необходимо восстановить. Это можно сделать в микроволновой печи или в газовой духовке (до восстановления синего цвета). Подсоединение генератора озона к фильтру производится с помощью медной трубки с внутренним диаметром 12 мм.

#### 5. Подача воды в бассейны.

После озонирования вода подается в бассейны для выращивания рыбопосадочного материала. В цехе инкубации и подращивания до массы 0,5 г озонирование воды не предусматривается. Подача воды к бассейнам в цехе инкубации осуществляется по трубопроводам, в цехах подращивания до массы 5 г и выращивания посадочного материала массой 50 г – по пластмассовым лоткам.

#### 6. насыщение кислородом.

Из водоподводящего лотка вода в каждый из бассейнов подается по трубопроводам. Регулирование подачи воды осуществляется с помощью кранов, устанавливаемых на каждом из подающих трубопроводов. Одновременно с подачей воды из лотков производится насыщение ее кислородом через реактор-сосуд, устанавливаемый в каждом из бассейнов. Для выработки кислорода используется кислородный генератор, располагаемый в отдельном помещении, от которого кислород по трубам подается к реактору, где и происходит насыщение воды.

Генератор кислорода предназначен для получения кислорода из воздуха путем разделения его на кислород и азот. В основу разделения газов положен принцип пропускания воздуха через молекулярное сито – адсорбирующий материал, который получают из кристаллических неорганических материалов. Этот материал адсорбирует из воздуха азот, пропуская кислород. Когда сорбент насытится молекулами азота, его нужно регенерировать. Продуктом процесса является кислород, имеющий чистоту до 95 %, а образующиеся в процессе азот, вода и углекислый газ выпускаются в атмосферу через газоотвод. Информация о кислородной установке представлена в прил. 3.

Рекомендуется установить генератор кислорода фирмы Охумат, работающий по технологии вибрационной адсорбции под давлением. Он состоит из компрессора GX 4CFF, в котором размещается сам компрессор, осушитель и воздушный ресивер.

Оксигенаторы – приборы, которые насыщают воду кислородом сверх уровня равновесного насыщения. Оксигенаторы бывают нескольких типов. В данном подразделе рассматривается классический оксигенатор. В оксигенаторе данного типа реализуется вариант насыщения воды газообразным кислородом под давлением. Этот способ позволяет достичь насыщения воды кислородом свыше 25 мг/л при давлении 0,5–1 бар.

Конусный оксигенатор испытан на давление 2 бар. Он представляет собой конус высотой 2,2 м. В верхнюю часть конуса подается кис-

лород. Так как скорость воды здесь высокая, то кислород вместе с водой начинает двигаться вниз. По мере расширения конуса скорость воды падает.

Скорость всплытия пузырьков кислорода в определенном диаметре конуса сравнивается со скоростью воды, в результате чего они повисают и находятся в таком состоянии, пока не растворятся.

В верхней части конического оксигенатора установлен кран для удаления воздуха из него и манометр (диапазон измерения 0–1 бар), позволяющий контролировать давление внутри конуса.

При запуске насоса необходимо обязательно открыть кран для удаления воздуха.

Давление в конусе можно менять путем закрытия или открытия дисковой задвижки (бабочки), расположенной в нижней части конусного оксигенатора. При закрытии этого крана повышается давление в конусе, но при этом падает производительность насоса по потоку воды.

Эффективность конусного оксигенатора составляет примерно 80 %.

Основным преимуществом использования конусного оксигенатора является простота и надежность в работе.

#### 7. Подача чистой воды.

Подача чистой воды осуществляется во второй сборный колодец. Система подачи воды следующая:

- вода из артезианских скважин с помощью насосов подается на станцию обезжелезевания;

- после прохождения через станцию обезжелезевания вода насосами по трубопроводам подается в цехи для инкубации икры, выращивания малька массой до 0,5 г и выращивания посадочного материала массой 50 г. Количество подаваемой чистой воды регулируется с помощью запорной арматуры, установленной на каждом подающем трубопроводе.

#### 8. Обслуживание барабанного фильтра.

Для барабанного фильтра требуется регулярная промывка форсунок. Периодичность промывки – один раз в 2–4 дня или по мере засорения.

#### 9. Отвод сточных вод.

Сточные воды сбрасываются в городскую канализацию.

#### 10. Контроль качества воды.

В каждом из бассейнов устанавливаются датчики контроля кислотности (рН) и кислорода ( $O_2$ ). Данные о кислотности воды и содержании кислорода в автоматическом режиме передаются на центральный пульт управления.

Полный перечень рекомендуемого оборудования представлен в прил. 4.

### **1.1.3. Насосы**

Насосы оснащены обратными клапанами и шаровыми кранами для регулировки количества подаваемой воды. Нельзя закрывать полностью кран на включенном насосе – это приведет к выходу его из строя. Для запуска насоса необходимо проверить наличие воды внутри «улитки». Для этого на «улитке» имеется пробка, которая откручивается гаечным ключом. Если нет воды в «улитке», ни в коем случае нельзя включать насос – это приведет к выходу его из строя. Перед запуском следует заполнить через пробку «улитку» и всасывающий трубопровод водой, после этого завернуть плотно пробку и произвести включение на щите управления. Если вода не пошла, срочно нужно отключить насос, далее следует убедиться, полностью заполнен насос водой или нет. Если после нескольких раз полного заполнения «улитки» водой не происходит запуск насоса, следует перейти на резервный, а у этого насоса проверить обратный клапан. Для этого нужно открутить болты на всасывающем фланце насоса, извлечь всасывающий трубопровод из воды и обследовать обратный клапан – возможно, в него что-то попало и он не держит воду. Если он неисправен, следует заменить его.

### **1.1.4. Воздуходувка**

Воздуходувка должна быть включена постоянно. Включается с пульта управления. Требуется остановка устройства раз в неделю на 1–2 ч для полного остывания. Отключение лучше всего проводить через час после последнего кормления. Следует периодически следить за ее работой.

Воздух подается на аэраторы погружных фильтров и на аэраторы, расположенные в насосном приемке.

### **1.1.5. Трубопроводы**

Для сетей водопровода, стоков воды, наружных сетей канализации применяют трубы и фасонные части из полиэтилена низкой плотности (ПНП), полиэтилена высокой плотности (ПВП), поливинилхлорида (ПВХ) и полипропилена (ПП).



При выборе труб следует руководствоваться рекомендациями заводов-изготовителей.

В состав рыбоводной установки входят трубопроводы различного назначения: для теплоснабжения, водоснабжения, канализации. При выборе типа труб учитывают давление и температуру транспортируемой среды.

В данном подразделе рассматриваются только трубопроводы, предназначенные для циркуляции воды внутри УЗВ.

Выбор диаметра напорного трубопровода осуществляется технико-экономическими методами. Решающую роль в этом играет возможность заиливания или биологического обрастания трубопроводов. Технологическая вода рыбоводной установки в какой-то мере сравнима при перекачивании с жидкими стоками животноводческих комплексов. В большей степени это относится к перекачиванию рыбоводных осадков. Расчет сводится к выбору диаметра трубопровода, обеспечивающего такую скорость движения жидкости, при которой не происходит выпадения осадка в трубах.

Безнапорные трубопроводы рассчитываются как открытые каналы.

Из непластифицированного поливинилхлорида (НПВХ) изготавливаются фасонные части: тройники, крестовины, переходы, отводы, муфты, а также запорная арматура (вентили, краны, задвижки).

Монтаж трубопроводов из НПВХ осуществляется с помощью клеевых и резьбовых соединений.

На трубопроводах с условным проходом (ДУ) от 15 до 40 мм включительно в качестве запорной арматуры следует устанавливать краны и вентили, а при ДУ 50 и более – задвижки.

Комплектация трубопроводов может быть уточнена при разработке технического проекта.

### **1.1.6. Сигнализация**

Современные УЗВ немыслимы без приборов, предназначенных для решения разнообразных задач, связанных с их обслуживанием. Применение приборов для управления рыбоводными установками имеет определенную специфику, без учета которой приборы общепромышленного назначения к практическому использованию непригодны или быстро выходят из строя. Главная особенность состоит в том, что вода рыбоводных установок насыщена органическими продуктами жизнедеятельности рыб и частицами биопленки, которые в относительно

короткие сроки покрывают предметы, попадающие в воду, в результате чего прерывается контакт между водой и предметом. Это относится и к датчикам приборов, многие из которых перестают действовать после нескольких часов пребывания в воде.

В УЗВ необходимо предусмотреть сигнализацию, предупреждающую персонал о достижении критических параметров в работе отдельных узлов установки, а именно:

- повышения и понижения уровня воды в бассейнах с рыбой;
- отключения электроснабжения;
- повышения и понижения температуры воды;
- понижения содержания кислорода в бассейнах с рыбой;
- понижения содержания кислорода в бассейне-сумматоре;
- повышения и понижения окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) в бассейне-сумматоре;
- повышения и понижения рН воды в бассейне-сумматоре;
- повышения и понижения электропроводности воды или общего содержания солей;
- повышения и понижения давления в трубопроводах.

К установке обязательны следующие устройства:

- защитного отключения трехфазных электродвигателей при обрыве и перекосе фазы, превышении номинального тока, перегреве и нарушении изоляции обмотки статора;
- защитного отключения для предотвращения поражения человека электрическим током;
- охранно-пожарная сигнализация;
- пульт централизованного наблюдения, позволяющий видеть на табло информацию о работе основных узлов и параметров УЗВ.

Информация о системе управления и контроля представлена в прил. 5.

### **1.1.7. Дезинфекция воды**

Бактериальные заражения могут привести к большим потерям рыбы в УЗВ. Многие бактерии питаются органической материей, т. е. являются сапрозоями. Микрофлора рыб напрямую связана с количеством бактерий, живущих в воде. В нормальных условиях рыбы хорошо приспосабливаются к патогенным организмам, однако при стрессе их иммунитет падает, что делает рыбу легкой добычей для патогенных бактерий.

С целью уничтожения бактерий и вирусов применяется озон.

Не рекомендуется стерилизовать воду в УЗВ. Как показал опыт выращивания рыб в УЗВ с применением полной стерилизации воды, отход их был выше, чем в УЗВ с применением частичной стерилизации. Поэтому необходимо пропускать через флотатор с озонатором только часть потока воды.

## **1.2. Рекомендации по доинкубации икры, выдерживанию предличинки и выращиванию личинок**

### **1.2.1. Цех доинкубации икры**

Цех доинкубации (рис. 1) предназначен для получения личинок форели при инкубации икры на стадии «глазка» и малька массой до 0,5 г в фазе перехода к активному кормлению (рис. 2–6). Для получения личинки форели и малька массой 0,5 г в цехе установлено 54 лотка, каждый из которых включает семь поддонов для икринок с размерами 4070×580×180 мм и площадью каждого лотка 2,3 м<sup>2</sup>. Вода к лоткам подается по трубопроводам с помощью насоса, отводится к системе обработки также по трубопроводам. В каждом лотке устанавливается 4 поддона с икрой. Общая площадь лотков 124 м<sup>2</sup>, объем воды в них 19,4 м<sup>3</sup>. Глубина воды в лотках 15 см. Исходя из технологии получения 750 тыс. шт. рыбопосадочного материала 4 раза в год, на одну закладку требуется 900 тыс. икринок. При этом задействуется 27 лотков.



Рис. 1. Цех (модуль) доинкубации икры



Рис. 2. Предличинка с запасом питательных веществ в желточном мешке



Рис. 3. Предличинка с уменьшающимся желточным мешком

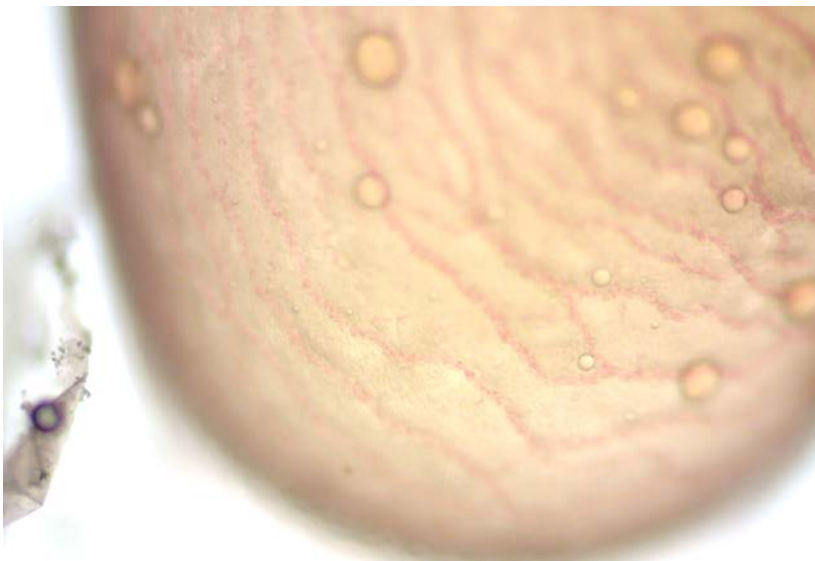


Рис. 4. Густая сеть кровеносных сосудов в желточном мешке

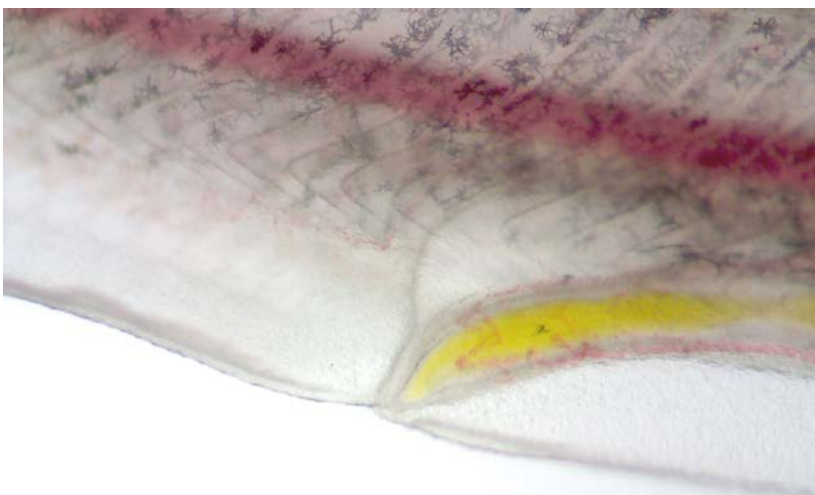


Рис. 5. «Закупоренное» анальное отверстие предличинки до перехода на активное питание

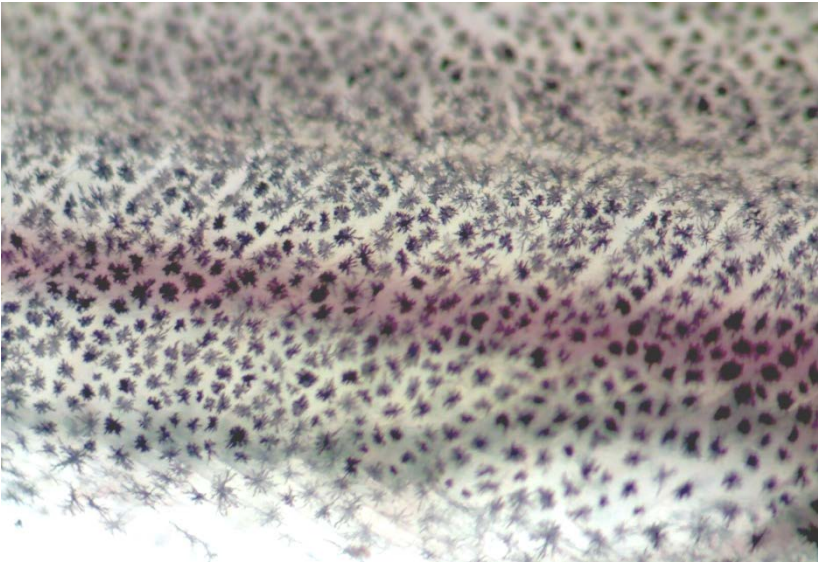


Рис. 6. Усиление пигментации предличинки перед переходом на активное питание

Потребность в воде составляет 12 л/мин на один лоток или 19,44 м<sup>3</sup>/ч на 18 лотков с икринками.

После появления личинок (700 тыс. шт.) их рассаживают в 54 лотка и потребность в воде составляет 26 м<sup>3</sup>/ч. (Здесь и ранее указано количество оборотной воды.)

Время появления личинки составляет 7 дней, вес ее – 0,13 г. Содержание в лотках до массы 0,5 г – 21 день. К этому времени количество мальков составляет 800 тыс. шт., или 89 % от количества икры для инкубации.

Для обработки воды, находящейся в рециркуляции, в инкубационном цехе установлено следующее оборудование:

- барабанный фильтр FAIVRE (Франция) – для скорости расхода воды 30 м<sup>3</sup>/ч для удаления всех частиц более 20 мкм;
- вертикальный насос MXV-25-207 – для подачи воды 2 м<sup>3</sup>/ч на лотки для очистки барабанного фильтра;
- колодец барабанного фильтра с размерами 2000×1400×1000 мм с переливом воды к колодцу биофильтра «плавучая подушка»;
- погружные биофильтры, заполненные фильтрующим материалом Bioflow с удельной поверхностью 800 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>;

- воздуходувка мощностью 1,5 кВт с подачей воздуха 30 м<sup>3</sup>/ч с давлением 200 мбар;
- колодец с размерами 1400×900×2200 мм. Вода из этого колодца насосами подается на капельный и погружные фильтры. Подача насоса 30 м<sup>3</sup>/ч;
- капельный фильтр с размерами 1080×1080×2000 мм, с 1,2 м<sup>3</sup> фильтровальных пакетов с удельной поверхностью 200 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>. Фильтр располагается над колодцем с биофильтром «плавающая подушка»;
- вентилятор диаметром 300 мм, расположенный над капельным фильтром с выходом на кровлю и служащий для дегазации и вентиляции фильтра и помещения;
- бетонный колодец очищенной воды с размерами 1400×900×2200 мм;
- один насос рабочий и один резервный CALPEDA NM4 65/20 (Италия) – для подачи очищенной воды в лотки. Подача каждого насоса составляет 30 м<sup>3</sup>/ч;
- кислородный конус на подаче воды в лотки, насыщающий воду кислородом;
- панель регулировки кислорода;
- дозирующая система Profi Automatic с блоком управления Aqua-control – для регулировки pH. Этот насос соединен с pH-зондом для регулировки уровня pH;
- насос для подачи чистой воды из артезианских скважин в объеме 2 м<sup>3</sup>/ч;
- кислородный зонд на трубопроводе подачи воды в лотки;
- pH-зонд на трубопроводе подачи воды в лотки;
- канализационно-насосная станция.

Снабжение кислородом осуществляется от установленного кислородного генератора на все модули. Общее потребление кислорода составляет 0,5 кг/ч.

Принципиальная схема работы цеха инкубации следующая:

- вода, пройдя через лотки по сливному трубопроводу, попадает в колодец с барабанным фильтром;
- после очистки барабанным фильтром самотеком попадает в насосный колодец;
- насосами из водоприемного колодца подается на капельный и погружные фильтры;
- из водоприемного колодца подается насосами по трубопроводам к лоткам.

### **1.2.2. Установка для инкубации икры**

Установка (рис. 7) работает следующим образом.

Вода сливается самотеком из лотков, поступает на механический фильтр барабанного типа и очищается от механических примесей с размером частиц более 30 мкм. Далее она попадает в насосный приямок, где расположены аэраторы, на которые поступает воздух от воздуходувки, и кассета с ультрафиолетовыми облучателями для бактерицидной обработки воды. Из этого приямка с помощью одной группы насосов вода подается на капельный и погружной фильтры и далее попадает опять в насосный приямок. Другой группой насосов вода подается на оксигенатор, где происходит насыщение ее кислородом, и далее обратно на рыбоводные лотки (рис. 8).



Рис. 7. Внешний вид установки для инкубации икры



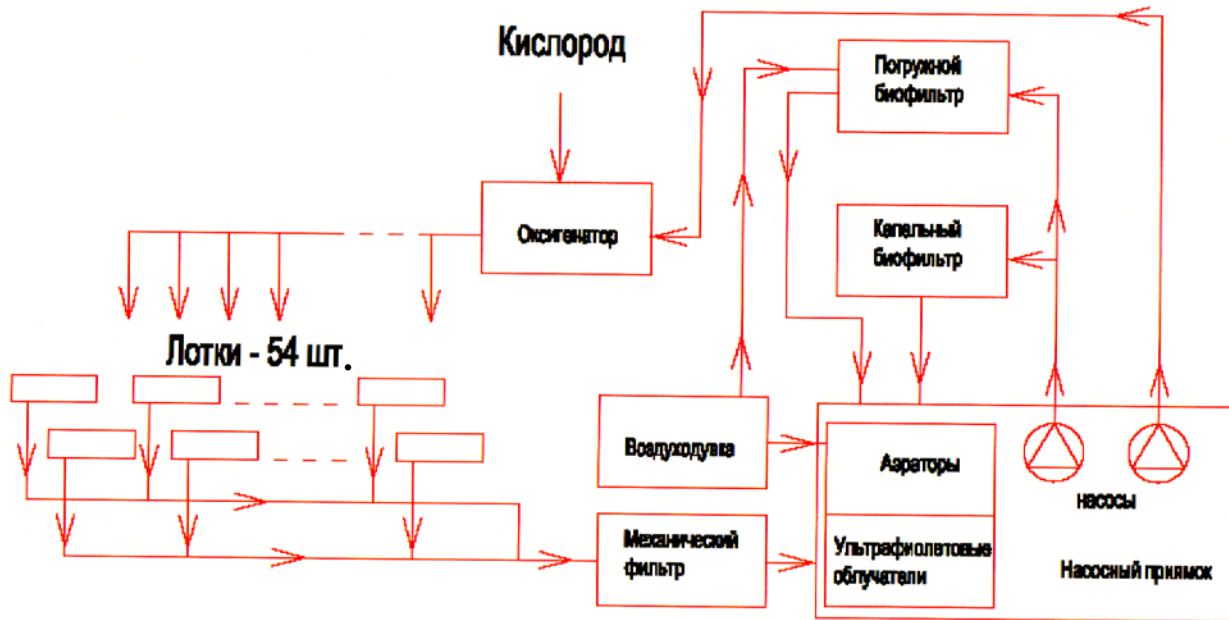


Рис. 8. Технологическая схема установки для инкубации икры и подращивания молоди

Ниже представлены принципиальные схемы узлов и агрегатов и инструкции по их эксплуатации.

**1.2.2.1. Рыбоводные лотки.** К каждому лотку подведен трубопровод с водой, имеющий кран для регулировки потока, а также оснащенный системой слива. Для полного слива лотка требуется выдернуть переливную трубку (рис. 9–10).

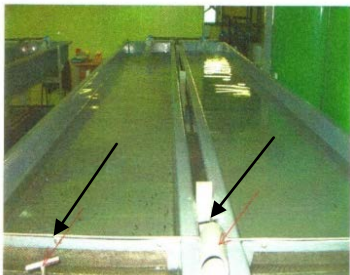


Рис. 9. Уровневая трубка слива воды

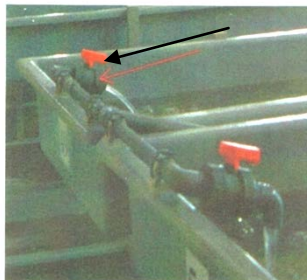


Рис. 10. Подача воды

**1.2.2.2. Трубопровод сбора воды.** Трубопровод сбора воды собирает воду со всех лотков и подает ее в механический фильтр (рис. 11). Требуется его регулярное визуальное обследование (раз в 2–3 дня) на предмет протечек. Так как трубопровод представляет собой сложную гидравлическую систему составных частей, то возможно, вследствие посторонних механических повреждений или естественного старения материалов, появление протечек в местах стыковки.

Для устранения протечки нужно оценить ситуацию и степень протечки для дальнейшего планирования ремонтных мероприятий, т. е. понять, в какой период рыбоводного процесса случилась течь, насколько она сильна, на каком участке трубопровода это произошло, возможно ли ее устранить сразу без остановки насосов, или возможно кратковременное отключение насосов для ремонта, или можно дожидаться конца рыбоводного периода.



Рис. 11. Трубопровод сбора воды (показан стрелками)

**1.2.2.3. Ультрафиолетовый облучатель.** Расположен в насосном отделении приемка (рис. 12). Должен быть постоянно включен и находиться обязательно в воде. Недопустимо включать прибор в воздушном пространстве – это приведет к выходу из строя ламп, а также повредит глаза человека. Обслуживание УФ-облучателя состоит в еженедельной очистке ламп от налета. Для этого нужно отключить прибор в шкафу управления, вынуть его из воды, протереть аккуратно сухой тряпкой кожу лампы. Если налет не сходит, то можно использовать для протирания раствор лимонной или щавелевой кислоты. Лампы имеют ресурс 12–15 тыс. часов работы. По истечении этого времени лампы следует заменить.



Рис. 12. Лампы облучателя должны всегда находиться в воде!

**1.2.2.4. Насосы.** В системе используется пять насосов для циркуляции воды (рис. 13–16).



Рис. 13. Насосы подачи воды на конус-оксигенатор

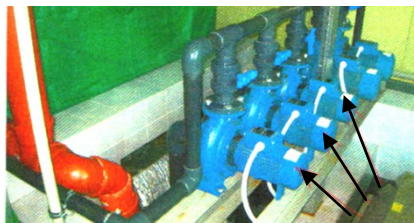


Рис. 14. Насосы подачи воды на биологический фильтр



Рис. 15. Всасывающий патрубок с фланцем

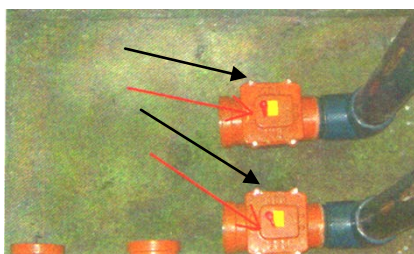


Рис. 16. Обратные клапаны на всасывающих патрубках

Два насоса работают для подачи воды в лотки через конус-оксигенатор и холодильник. Они соединены общим трубопроводом, работать могут как основной и резервный, так и вместе, если требуется подавать к лоткам большее количество воды. Насосы оснащены обратными клапанами и шаровыми кранами для регулировки количества подаваемой воды. Нельзя закрывать полностью кран на включенном насосе – это приведет к выходу его из строя. Для запуска насоса необходимо проверить наличие воды внутри «улитки» (рис. 17). Для этого на «улитке» имеется пробка, которая откручивается гаечным ключом. Если нет воды в «улитке», ни в коем случае нельзя включать насос – это приведет к выходу его из строя. Перед запуском следует заполнить через пробку «улитку» и всасывающий трубопровод водой, после этого завернуть плотно пробку и произвести включение на щите управления. Если вода не пошла, срочно нужно отключить насос, далее следует убедиться, полностью заполнен насос водой или нет. Если после нескольких раз полного заполнения «улитки» водой не происходит запуск насоса, следует перейти на резервный, а у этого насоса проверить, исправен ли обратный клапан. Для этого нужно открутить болты на всасывающем фланце насоса, извлечь всасывающий трубопровод из воды и обследовать обратный клапан – возможно, в него что-то попало и он не держит воду. Если он неисправен, следует заменить его.

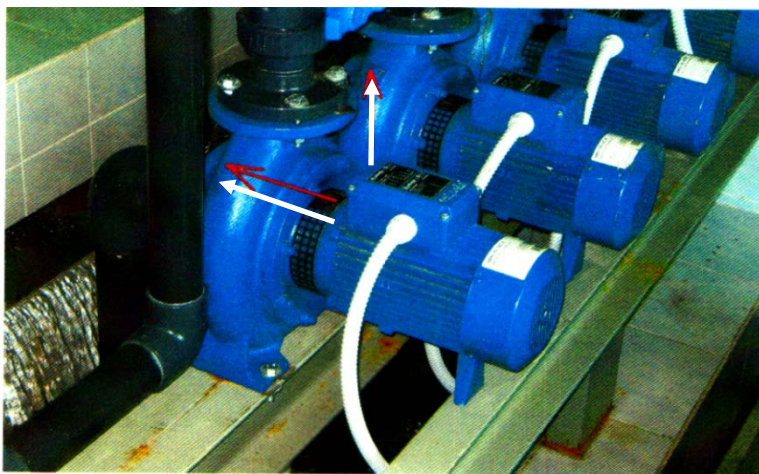


Рис. 17. Пробки на «улитках» для заполнения насоса водой

Три насоса меньшей мощностью перекачивают воду на биологические фильтры: погружные (2 шт.) и капельный (1 шт.). Затем вода возвращается обратно в насосный приямок. Эти насосы соединены одним трубопроводом и взаимозаменяемы, они оснащены обратными клапанами и кранами. При необходимости можно включать на пульте управления один, два или три насоса одновременно. Обслуживание насосов такое же, как и насосов, описанных выше.

**1.2.2.5. Конус-оксигенатор.** Устройство предназначено для смешивания чистого кислорода с водой (рис. 18–21). Его нормальная работа достигается регулировкой вентиля подачи кислорода, расположенного сбоку конуса, по визуальному наблюдению уровня воды в конусе. Уровень воды определяется визуально по прозрачной трубке, расположенной на корпусе конуса.

Уровень воды должен быть около половины конуса. Недопустимо полное заполнение конуса водой – это приведет к падению уровня кислорода в подающейся к лоткам воде. Конус оснащен ротаметром для регулировки подачи кислорода, а также системой «байпас» для его замены, в случае выхода его из строя, и промывки. В конце цикла инкубации и подращивания следует полностью слить из конуса воду через нижний кран и несколько раз промыть его, периодически подавая воду насосами и сливая через нижний кран в канализацию, при этом шаровой кран на выходе конуса должен быть закрыт (ручка расположена перпендикулярно трубопроводу) – это относится ко всем шаровым кранам и затворам во всех системах.

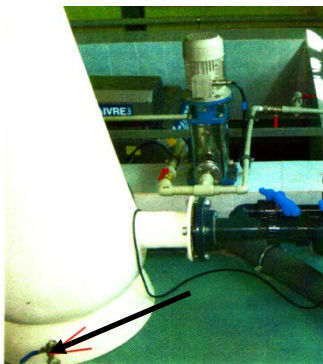


Рис. 18. Кран для полного слива конуса

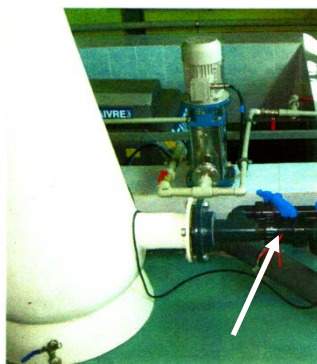


Рис. 19. Кран на выходе конуса к лоткам



Рис. 20. Уровневая трубка



Рис. 21. Кран регулировки подачи кислорода

**1.2.2.6. Погружные биологические фильтры.** На эти фильтры подается часть воды от всего потока трех малых насосов (рис. 22).



Рис. 22. Погружные биологические фильтры

Два фильтра должны работать одновременно и постоянно. Вода подается снизу, проходит слой загрузки и сливается обратно в насосный приямок. Внутри фильтра находится биозагрузка и расположены аэраторы, на них подается воздух от воздуходувки. Поток воздуха должен быть небольшим, чтобы воздуходувка слегка шевелилась внутри емкости фильтра. Промывка фильтров осуществляется периодически, по мере загрязнения, один-два раза в две недели (рис. 23, 24). Промывка производится по очереди: сначала один фильтр, затем второй. Для промывки фильтра перекрывается подающий кран на входе его. Приспускается уровень воды в фильтре примерно на 20 см путем открытия крана для слива в канализацию содержимого емкости фильтра. Затем кран закрывается. Полностью открывается кран подачи воздуха от воздуходувки для проведения барботаж загрузки. Если загрузка долго не промывалась и слиплась от загрязнений и барботаж не происходит, следует ее (загрузку) помешать чистой шваброй. Барботаж рекомендуется проводить около 20 мин, затем следует полностью перекрыть подачу воздуха на промываемый биофильтр и оставить его в покое на 40–60 мин для оседания загрязнений. После этого залповым сбросом, путем резкого открытия полностью крана для слива в канализацию, произвести сброс воды в течение 3–8 с. Затем закрыть этот кран и открыть медленно кран подачи воды от насосов. Промывка второго фильтра проводится аналогично. Лучше всего фильтры промывать в разные дни.

Технология запуска биологического фильтра представлена в прил. 6.

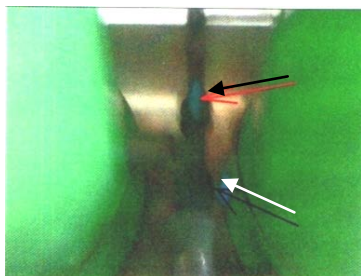


Рис. 23. Нормальная работы системы: черная стрелка – открыт кран для подачи воды в первый фильтр; белая стрелка – кран слива осадка занят. При промывке наоборот

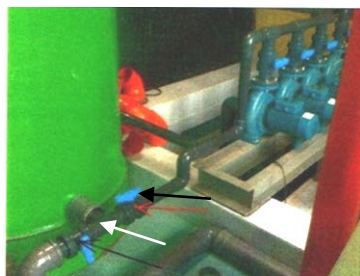


Рис. 24. Нормальная работы системы: черная стрелка – открыт кран для подачи воды во второй фильтр; белая стрелка – кран слива осадка занят. При промывке наоборот



**1.2.2.7. Чиллер для охлаждения воды.** Проточный холодильник (мощность охлаждения 12 кВт) соединен байпасом с подающим воду в лотки водопроводом (рис. 25). Оснащен шаровыми кранами на входе и выходе. Подключается к работающей системе по мере надобности. Его задача заключается в поддержании температуры воды в заданном режиме. Инструкцию по эксплуатации следует смотреть в прилагаемой к устройству документации.

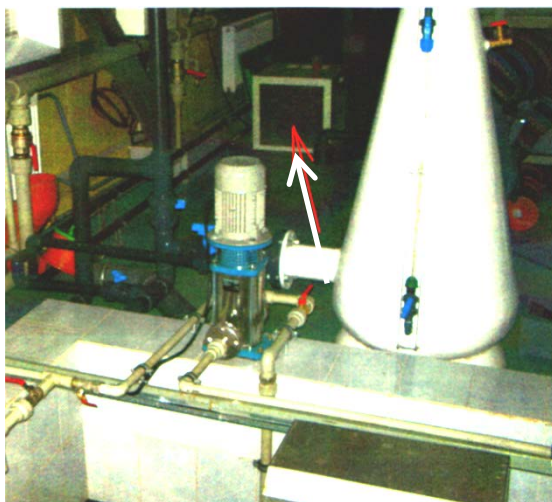


Рис. 25. Проточный холодильник

**1.2.2.8. Капельный биофильтр.** Капельный фильтр представляет собой блоки биозагрузки, сложенные в виде колонны (рис. 26, 27). Подача воды сверху осуществляется от насосов. В верхней части расположен осевой вентилятор, служащий для откачки газов – углекислого и азота (рис. 28). Включение вентилятора осуществляется периодически с пульта управления. Работать он должен по графику: 2 ч утром и 2 ч вечером. Постоянная промывка фильтра не требуется. Один раз в год (по мере загрязнения) следует снять защитный тент и оценить степень загрязненности блоков. При необходимости разобрать блоки, промыть и заново сложить в колонну.



Рис. 26. Капельный фильтр

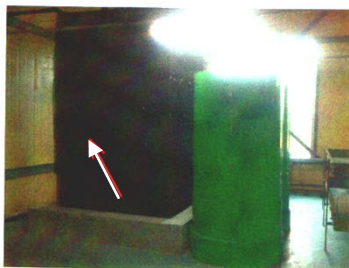


Рис. 27. Капельный фильтр  
без тентового покрытия (стрелкой  
указаны блоки загрузки)

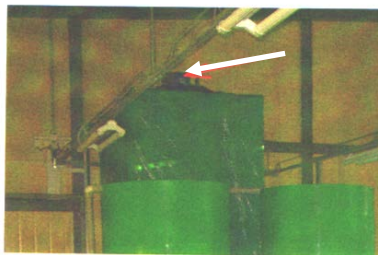


Рис. 28. Вентилятор

**1.2.2.9. Воздуходувка.** Должна быть включена постоянно! Включается с пульта управления (рис. 29). Требуется остановка устройства

раз в неделю на 1–2 ч для полного остывания. Отключение лучше всего производить через час после последнего кормления. Следует периодически следить за работой воздуходувки. При ее работе не должно быть никаких посторонних звуков. При любых изменениях в работе следует сообщать инженерной службе комплекса.

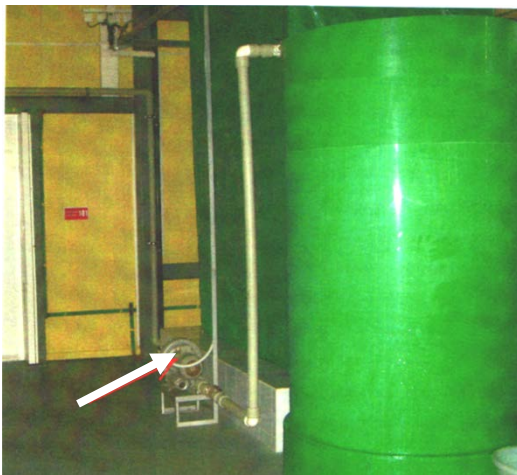


Рис. 29. Воздуходувка

Воздух подается на аэраторы погружных фильтров и на аэраторы, расположенные в насосном приемке.

**1.2.2.10. Механический барабанный фильтр.** Механический фильтр (рис. 30–33) может работать как в автоматическом, так и в ручном режиме. Имеет свой щит управления. В нормальном состоянии должен работать в автоматическом режиме, т. е. при загрязнении фильтрующей сетки уровень воды внутри барабана поднимается и срабатывает датчик уровня, который включает привод вращения барабана и промывочный насос, грязная вода отводится в канализацию самотеком.

Фильтр должен быть всегда включен! Работать в положении «автомат»!

Ежедневно обслуживающий персонал должен визуально следить та работой фильтра. Он должен периодически включаться и выключаться для промывки в зависимости от биологической нагрузки. Если фильтр включается слишком часто или вообще не выключается из режима

промывки, следует в первую очередь проверить, не забиты ли промывочные форсунки. Для этого, не выключая насосы, нужно выключить фильтр, открыть крышку и прочистить все форсунки. Вне зависимости от вышесказанного следует прочищать форсунки раз в неделю.



Рис. 30. Фильтр с передней стороны

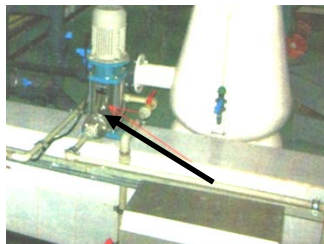


Рис. 31. Насос промывки фильтра (указан стрелкой)



Рис. 32. Шкаф управления фильтром



Рис. 33. Нормальное положение выключателя фильтра

### 1.2.3. Технология доинкубации икры

Оплодотворенная икра (эмбрионы) на стадии «глазка» завозится из других специализированных рыбопитомников.

Оплодотворяемость икры составляет не менее 80 %, отход за период инкубации от оплодотворения до стадии «глазка» – 10 %.

Перевозку икры рекомендуется осуществлять в пенопластовых контейнерах со льдом. Качество икры определяется визуально.

Икру распределяют на рамках в лотках инкубационного аппарата (прил. 7). В один аппарат помещают икру, собранную в тот же самый день или в ближайшие дни. В период инкубации икры необходимо круглосуточное дежурство. Следует следить:

- за постоянным притоком воды;

- поддержанием постоянной температуры на уровне 8–11 °С, лучше 9 °С;

- концентрацией кислорода – не менее 7 мг/л на сбросе.

В период инкубации можно осторожно отбирать погибшие (белые) икринки. Отбор икры обычно производят специальными пинцетами с проволочными петлями на конце или стеклянной трубочкой, вставленной в резиновую грушу. Количество погибшей икры регистрируют в журнале регистрации данных по инкубации, для каждого аппарата и рамки отдельно. Для любого вида форели период инкубации и среднее время вылупления личинок не являются постоянными величинами для данной температуры воды: колебания могут составлять  $\pm 6$  дней в зависимости от физиологического состояния обоих производителей. Тщательный отбор икры производят только на стадии «глазка». В это время икру промывают от образовавшихся веществ. При достижении стадии «глазка» определяют относительное время вылупления личинок.

При благоприятных условиях отход икры за 30–35 дней инкубации обычно не должен превышать 15 %. Однако колебания температуры воды, загрязнение различными вредными веществами (нитритами), механическое воздействие на чувствительных стадиях развития и образование сапролегнии резко повышают отход икры и эмбрионов.

Критические стадии развития, на которых не рекомендуется обрабатывать икру: от стадии поздней морулы до стадии замыкания желточной пробки и роста хвостовой почки. Нельзя проводить дезинфекцию зародышей за 5 дней до выклева, так как это приведет к деформации тела и их гибели (табл. 1).

Таблица 1. Чувствительные и устойчивые стадии эмбриогенеза зародышей лососевого типа

Чувствительные	Устойчивые (можно перемещать и проводить дезинфекцию)
Уплотнение бластодиска – бластула	До стадии утолщения бластодиска
Начало гастрюляции	На стадии обрастания желтка бластодермой
Появление краевого узелка	На стадии роста хвостового отдела
Закрытие бластопора	На стадии пигментации глаз
Перед выклевом	

Под влиянием абиотических факторов (колебания температуры воды, снижение концентрации кислорода в воде, появление токсичных веществ) возникают различные аномалии формы тела – искривление позвоночника, неполное развитие жаберных дужек, отсутствие анального плавника и др.

В отличие от малоконтролируемых условий внешней среды при инкубации зародышей в обычных инкубаторах, в условиях УЗВ априори устанавливаются и находятся под контролем все показатели воды. Здесь полностью исключается отрицательное влияние внешних факторов.

### **1.2.3.1. Технологические операции при инкубации икры.**

1. Уход за икрой после наступления стадии пигментированного глазка осуществляется по истечении 15–20 дней после оплодотворения.

Всю икру промывают, тщательно отбирают погибшую и неразвившуюся. Отбор проводят сифонами, пинцетами, резиновыми грушами со стеклянной трубкой, специальными электронными сортировальными устройствами с фотоэлементом, флотационным способом.

2. Отбор икры флотационным способом проводится на стадии пигментированного глазка.

Флотационный способ отбора икры основан на разности удельных масс развивающихся и отмерших икринок. За несколько часов до начала отбора погибшей икры приготавливают 10,7 % солевой раствор (960 г поваренной соли растворяют в 8 л воды). При необходимости концентрацию раствора можно увеличивать или уменьшать (добавляя концентрированный солевой раствор, или твердую соль, или чистую воду). Температура солевого раствора должна быть равной температуре воды в инкубационном аппарате. Развивающуюся икру на стадии пигментированного глазка осторожно извлекают из инкубационных аппаратов и помещают в солевой раствор. Одновременно можно обрабатывать 1–2 л икры. Через 2–3 мин икра в солевом растворе делится на две группы: погибшая остается на плаву, живая опускается на дно. Мертвую икру удаляют с помощью сачков или дуршлага. Солевой раствор сливают в другую, равную по объему, емкость. Живую икру осторожно промывают и снова помещают в инкубационные аппараты для завершения инкубации.

Продолжительность нахождения икры в растворе соли не должна превышать 10 мин. Обычно икра находится в солевом растворе не более 1–3 мин.

Перед началом работы проверяют эффективность раствора данной концентрации на небольшом количестве икры. В дальнейшем при работе строго выдерживают оптимальную концентрацию раствора. Для этого используют перенасыщенный раствор NaCl, который по мере надобности подливают в рабочий. Точную концентрацию раствора выдерживают, пользуясь солемером.

При отборе икры флотационным способом используют эмалированную или полиэтиленовую посуду. Посуда из оцинкованного железа

не пригодна, так как хлористый цинк, образующийся в процессе работы, является ядом для икры.

3. *Контроль за вылуплением эмбрионов* проводится в конце периода инкубации.

Вылупление эмбрионов происходит в аппаратах.

4. *Регулирование светового режима инкубации икры* осуществляется в период инкубации икры.

Инкубацию икры проводят в затемненных условиях. Затемняют полностью инкубационный цех или же лотковые аппараты закрывают светозащитными крышками, затемняют темной тканью, бумагой или другими светонепроницаемыми материалами.

**1.2.3.2. Ранний онтогенез форели.** Икра (эмбрион) форели с момента оплодотворения и до момента вылупления проходит несколько этапов инкубации.

Первый этап – образование перивителлинового пространства – бластодиска на анимальном полюсе. Длительность этого этапа, как и всех последующих, зависит от температуры воды. Особенно интенсивно этот процесс проходит в первые 1–2 ч после оплодотворения. Затем, с определенными предосторожностями, икру можно перевозить и загружать в инкубационные аппараты.

Второй этап – дробление бластодиска. Данный процесс может начаться уже через 8 ч (при температуре 13 °С). Образуется стадия двух бластомеров, затем число их постепенно увеличивается. В конце этапа наблюдается перегруппировка жировых капель, укрупнение и сосредоточение их на анимальном полюсе. Завершается этап образованием эпителиальной бластулы. Общая продолжительность его при температуре 6–7 °С составляет 6 сут.

Третий этап – гастрюляция. Этот этап характеризуется интенсивным обрастанием желтка бластодиском – гастролой, и при достижении  $\frac{1}{10}$  его поверхности образуется краевой узелок и первичный комплекс всех органов. При обрастании удлиняется тело зародыша.

Четвертый этап – образование тела эмбриона. Происходит образование и дифференцировка отдельных органов, сегментация туловища. Образуются мозговые, слуховые и глазные пузыри. Тело эмбриона занимает половину окружности желтка.

Пятый этап – замыкание желточной пробки и отделение зачатка хвостового отдела. Желток полностью покрыт разросшимся бластодиском. По продолжительности данный этап несколько короче четвертого. Появляются зачатки грудных плавников, жаберные дужки, сердечная трубка, образуется гемоглобин в эритроцитах, отмечается движение эмбриона.

Шестой этап – пигментация глаз и начало пульсации сердца. Образуется печень, начинается кровообращение, к концу этапа появляется ротовая щель, глаза хорошо пигментированы, на теле заметны меланофоры, образуется анальное отверстие. Наступает стадия, малочувствительная к механическим воздействиям, – стадия пигментированных глаз, или стадия «глазка». В это время икру можно осторожно промывать, перекладывать и перевозить в другие форелевые хозяйства. К данному моменту формирование всех жизненно необходимых органов зародыша бывает закончено. Начинает пульсировать сердце. Это стадия подвижного эмбриона. При достижении эмбрионом окончательных размеров начинают активно действовать железы вылупления, которые расположены на голове, передней части желточного мешка, грудных плавников и полости рта. Секрет этих желез имеет протеолитическую природу, и, возможно, его выделение связано с содержанием растворенного в воде кислорода. Недостаток кислорода приводит к массовому вылуплению личинок.

Седьмой этап – вылупление. В результате действия фермента, выделяемого железами вылупления, оболочка икры утончается и разрывается под действием движения эмбриона. Происходит вылупление. Нормальный эмбрион разрывает оболочку икринки при помощи хвоста. Эмбрионы, разорвавшие оболочку икринки головой, впоследствии погибают. Вылупление может произойти за 3 дня, а может растянуться до 1 мес. На длительность вылупления преобладающее влияние оказывают температура и гидрохимический состав воды. На данном этапе появляется ротовое отверстие.

Зависимость продолжительности эмбрионального развития радужной форели от температуры представлена в табл. 2. Развитие форели происходит более равномерно и с меньшими отклонениями при постоянной температуре воды (Титарев, 1980).

Таблица 2. Длительность стадий развития икры радужной форели

Стадия развития	Время после осеменения, сут, при температуре, °С					
	6	7	8	9	10	12
1	2	3	4	5	6	7
1. Начало дробления	1–2	1–2	1–2	1–2	1–2	1–2
2. Дробление	2–4	2–5	2–4	2–3	2–6	2–5
3. Бластула	5–17	5–10	5–8	4–5	4–5	6–7
4. Начало обрастания желтка гастролой	11–21	11–17	8–13	6–8	6–8	7–9
5. Начало формирования эмбриона	13–23	13–18	13–15	9–12	8–10	8–13



1	2	3	4	5	6	7
6. Образование глазных и слуховых пузырей	15–24	14–20	14–18	13–15	10–11	14–16
7. Сегментация туловищного отдела	16–22	14–22	14–19	13–15	11–12	15–17
8. Начало пигментации глаз	26–32	26–38	19–28	24–27	17–25	20–21
9. Начало пульсации сердца	30–34	27–30	21–28	21–24	18–20	21
10. Начало пигментации тела	44–51	36–39	26–30	25–31	24–28	22
11. Вылупление:						
начало	55	54	53	42	36	26
массовое	63	57–59	58–61	44	39	29
окончание	68	64	64	53	50	32

Для повышения эффективности технологии инкубации икры рекомендуется использовать лазерно-оптические приборы, согласно рекомендациям, изложенным в прил. 8.

#### 1.2.4. Технология выдерживания предличинки

Вылупившиеся предличинки спокойно лежат на дне аппарата, изредка слегка перемещаясь. С уменьшением размера желточного мешка предличинки становятся все более подвижными, они группируются в плотные скопления и у них появляются поведенческие реакции: отрицательная реакция на свет, положительная реакция на приток воды и соприкосновение друг с другом.

Длина только что вылупившихся предличинок, в зависимости от размера икринок, может колебаться от 10 до 19 мм, масса – от 40 до 100 мг. Пищеварительный тракт и желудочный аппарат не развиты. По мере развития предличинок у них повышается интенсивность дыхания, выделение продуктов обмена, кровеносная система усложняется, они переходят в этап активного состояния. Предличинки имеют большой желточный мешок, пронизанный густой сетью кровеносных сосудов. По мере роста предличинок и перехода их в состояние личинок размеры желточного мешка уменьшаются, в это же время у них усиливается пигментация. Слой воды при выдерживании предличинок должен составлять не более 10–15 см. В это время постепенно увеличивают освещенность лотков, не допуская попадания на предличинку прямых солнечных лучей.

После рассасывания желточного мешка на  $\frac{2}{3}$  первоначальной величины предличинки начинают подниматься в толще воды для наполнения газом плавательного пузыря.

В период выдерживания предличинок основное внимание должно уделяться гидрохимическому режиму (температуре воды, содержанию кислорода, проточности воды, продуктам обмена – азотистым соединениям). С этой целью несколько раз в сутки регулируют проточность и измеряют концентрацию кислорода. Концентрацию соединений азота следует измерять каждый день. Приток воды в лотки не должен быть сильным, чтобы не повредить желточный мешок предличинок. Для предотвращения заболеваний весь инвентарь должен содержаться в дезинфекционном растворе. Состояние предличинок проверяется каждые 2 дня, фиксируются образцы для анализа их развития.

#### **1.2.4.1. Технологические операции при выдерживании предличинок.**

1. *Подготовка оборудования для выдерживания свободных эмбрионов* проводится перед размещением их на выдерживание.

Вылупление эмбрионов продолжается в течение 6–10 дней, выдерживание – 10–30 дней. Низкая температура воды (5 °С и ниже) значительно удлиняет процесс рассасывания желточного мешка и увеличивает количество погибших личинок. Для выдерживания свободных эмбрионов используют лотки площадью 1–4 (2) м<sup>2</sup>, слой воды в этот период 0,1–0,2 м. Подготовка включает в себя промывку всей системы водоподачи, промывку и дезинфекцию водоподающих и сбрасывающих устройств, сетчатых стаканов, лотков, бассейнов, рамок (поддонов), на которых происходит вылупление (доинкубация) икры, перенесенной из инкубационных аппаратов.

2. *Контроль за расходом воды в период вылупления* осуществляется в период завершения инкубации.

В период вылупления расход воды в аппаратах увеличивают вдвое. В это время оболочки от икры удаляют газовыми сачками или специальными перфорированными совочками. В лотках и бассейнах удельный расход воды должен быть 1–1,5 л/мин на 1 тыс. свободных эмбрионов. Водообмен в лотках и бассейнах должен проходить за 10–15 мин.

3. *Контроль за плотностью посадки* проводится в период выдерживания предличинок.

Плотность посадки не должна превышать 10 тыс. шт/м<sup>2</sup> при уровне воды 0,10–0,15 м в первые и 0,2–0,3 м в последующие сутки. Использование сетчатых поддонов (вкладышей) в особо благоприятных условиях (чистая вода с содержанием растворенного в ней кислорода 9–11 мг/л) позволяет немного увеличить плотность посадки.

4. *Контроль за условиями содержания* осуществляется в период выдерживания предличинок.

Процесс выдерживания, как и вылупление, должен проходить в темноте, поэтому лотки и бассейны закрывают крышками. Постоянно следят за гидрохимическим и температурным режимами, равномерностью тока воды. Своевременно удаляют погибших и уродливых эмбрионов, оболочки икры с помощью сифонов, резиновых груш со стеклянными трубками на конце, очищают загрязненные участки в емкости.

Технологические параметры инкубации икры и выдерживания предличинок, а также динамика и параметры роста их представлены в прил. 9–11.

### **1.3. Рекомендации по выращиванию мальков до средней массы 5 г**

#### **1.3.1. Цех подращивания до массы 5 г**

В цехе подращивания установлено 8 бассейнов диаметром 5 м и высотой 1,2 м. Объем воды в каждом бассейне при заполнении до уровня 1 м составляет  $18,8 \text{ м}^3$ , общий –  $150,2 \text{ м}^3$ .

Отвод воды из бассейнов осуществляется через отверстие, расположенное по центру бассейна и перекрытое решеткой. Отводящий трубопровод соединен с канализационным трубопроводом, по которому отводится вода с остатками корма и продуктами жизнедеятельности рыбы, и регулирующим колодецем.

Регулирующий колодец выполнен из пластмассовой трубы большего диаметра, чем отводящий трубопровод, в который он установлен. Высота поднятия отводящего трубопровода – на уровне воды в бассейнах. Выливаясь из отводящего трубопровода по свободному пространству внутри колодца, вода попадает в водопровод, подающий ее на очистку.

Вода, прошедшая через бассейны, подается на барабанный фильтр, производительность которого составляет  $180 \text{ м}^3/\text{ч}$  и он удаляет все частицы крупнее 30 мкм. Для промывки барабанного фильтра используется насос, подача которого составляет  $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Вода после промывки поступает в модуль водоочистки. Размер бетонного колодца, в котором располагается барабанный фильтр  $4000 \times 2500 \times 1000 \text{ мм}$ .

Вода из указанного колодца после прохождения через барабанный фильтр поступает в колодец с расположенным в нем биофильтром «плавающая подушка». Размер колодца для такого фильтра  $4000 \times 4000 \times 2200 \text{ мм}$ . Загрузка биофильтра предусмотрена в объеме  $15 \text{ м}^3$  фильтрующего материала Bioflow с удельной поверхностью  $800 \text{ м}^2/\text{м}^3$ . В колодец с биофильтром подается воздух.

Вода из колодца с биофильтром «плавающая подушка» поступает в колодец, в котором установлены насосы для подачи воды на капель-

ный фильтр. Размер колодца 1800×1800×2200 мм. Вода подается на капельный фильтр насосами, подача которых составляет 180 м<sup>3</sup>/ч. Капельный фильтр устанавливается над колодцем для фильтра «плавающая подушка», в котором находятся 4,8 м<sup>3</sup> фильтровальных блоков с удельной поверхностью 200 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>.

После прохождения через капельный фильтр вода снова оказывается в колодце с фильтром «плавающая подушка», откуда подается самотеком в приемный колодец с установленными в нем насосами для подачи воды в бассейны (подача каждого насоса 180 м<sup>3</sup>/ч). Затем вода подается в резервуар для озонирования и самотеком из верхнего слоя в лоток, по которому распределяется по бассейнам. Подача воды из лотка в бассейны осуществляется по трубопроводам через кислородный конус и регулируется с помощью запорной арматуры. Потребление кислорода на этой стадии выращивания рыбопосадочного материала составляет 4 кг/ч. Каждый из бассейнов оборудован рН-зондами и кислородными датчиками с выводом показателей на центральный пункт управления. Подпитка чистой водой осуществляется по мере надобности из артезианской скважины. Вода подается в систему (колодец) перед биофильтром. Для кормления используются кормушки, установленные на каждом из бассейнов, с часовым управлением и ручной загрузкой корма.

### **1.3.2. Установка для подращивания молоди до массы 5 г**

Установка (рис. 34, 35) работает следующим образом.

Вода сливается самотеком из бассейнов, поступает на механический фильтр барабанного типа и очищается от механических примесей с размером частиц более 30 мкм. Далее она попадает в приемок с погружным биологическим фильтром № 1, где расположены аэраторы, на которые поступает воздух от воздуходувки. Из этого приемка вода самотеком поступает в насосный приемок, откуда с помощью одной группы насосов подается на погружной биофильтр № 2 и далее через перелив на капельный биологический фильтр, с которого снова сливается в насосный приемок. Часть воды (около 30 %) отбирается для прохождения очистки с помощью озона в колоннах озонирования. Затем вода поступает в выдерживатель, в котором происходит окончательное разложение озона, и далее опять в насосный приемок. Другой группой насосов вода подается в лотки для распределения ее по бассейнам.

Ниже представлены принципиальные схемы узлов и агрегатов и инструкции по их эксплуатации.

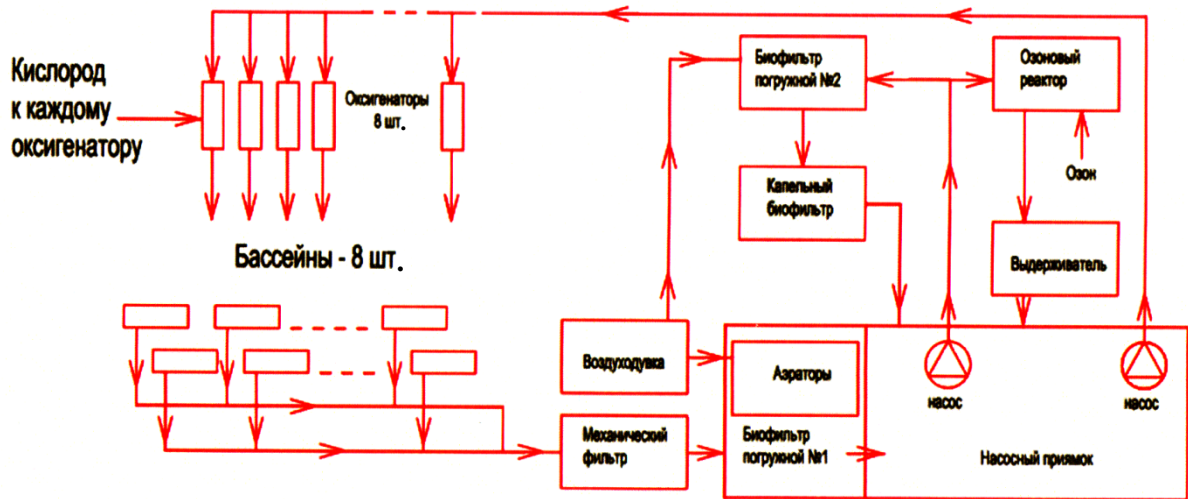


Рис. 34. Технологическая схема установки



Рис. 35. Внешний вид установки для подращивания молоди до массы 5 г

**1.3.2.1. Рыбоводные бассейны.** Установка имеет восемь бассейнов диаметром 4,9 м, высота борта их 1,2 м, высота слоя воды 1 м. К каждому бассейну подведен трубопровод из лотка с водой, имеющий кран для регулировки потока через колонну-оксигенатор, а также оснащенный системой слива и поддержания заданного уровня воды в бассейне (рис. 36). Для полного слива воды из бассейна требуется повернуть шаровой кран, расположенный ниже уровня пола рядом с каждым бассейном (рис. 37–39). В каждом бассейне установлен датчик высокого уровня воды, который соединен с главной системой сигнализации и управления и сигнализирует об аварийном повышении уровня воды.

**1.3.2.2. Трубопровод сбора воды.** Трубопровод сбора воды со всех бассейнов и подачи ее в механический фильтр выполнен в виде двух веток (рис. 40). Трубы заложены под бассейны в пол. Требуется регулярное визуальное обследование (раз в 2–3 дня) на предмет протечек в местах вокруг бассейна и выходящих на поверхность труб.

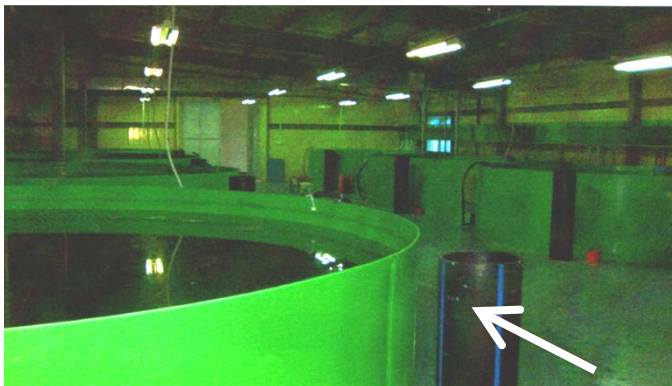


Рис. 36. Рыбоводный бассейн (стрелкой указан телескопический перелив)



Рис. 37. Кран полного слива воды из бассейна

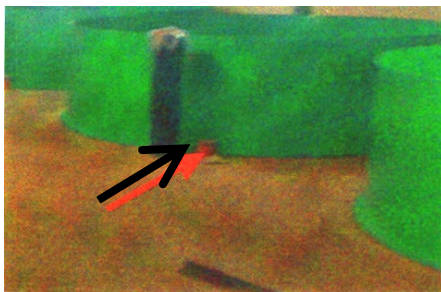


Рис. 38. Расположение крана около бассейна



Рис. 39. Кран полного слива воды из бассейна в процессе выполнения монтажных работ



Рис. 40. Трубопроводы сбора воды во время проведения монтажных работ

**1.3.2.3. Насосы.** В системе используется шесть одинаковых насосов для циркуляции воды (рис. 41–45). Два по два насоса работают для подачи воды в два лотка по двум сторонам цеха, далее вода из лотков сливается через колонны-оксигенаторы в бассейны. Насосы объединены по парам и соединены общим трубопроводом, работать могут как основной и резервный, так и вместе, если требуется подавать к лоткам большее количество воды. Насосы оснащены обратными клапанами и шаровыми кранами для регулировки количества подаваемой воды. Нельзя закрывать полностью кран на включенном насосе – это приведет к выходу его из строя. Для запуска насоса необходимо проверить наличие воды внутри «улитки». Для этого на «улитке» имеется пробка, которая откручивается гаечным ключом. Если нет воды в «улитке», ни в коем случае нельзя включать насос – это приведет к выходу его из строя. Перед запуском следует заполнить через пробку «улитку» и всасывающий трубопровод водой, после этого завернуть плотно пробку и произвести включение на щите управления. Если вода не пошла, срочно нужно отключить насос, далее следует убедиться, полностью заполнен насос водой или нет. Если после нескольких раз полного заполнения «улитки» водой не происходит запуск насоса, следует перейти на резервный, а у этого насоса проверить, исправен ли обратный клапан. Для этого нужно открутить болты на всасывающем фланце насоса, извлечь всасывающий трубопровод из воды и обследовать обратный клапан – возможно, в него что-то попало и он не держит воду. Если он неисправен, следует заменить его.

Еще два насоса перекачивают воду на биологический фильтр капельного типа и погружной выносной фильтр. Вода из погружного фильтра самотеком поступает на капельный фильтр и далее возвращается обратно в насосный приемок. Оба насоса соединены одним тру-



бопроводом и взаимозаменяемы, оснащены обратными клапанами и кранами. При необходимости можно включать на пульте управления один или два насоса одновременно. Обслуживание насосов такое же, как и насосов, описанных выше.



Рис. 41. Насосы подачи воды на лотки раздачи к бассейнам, попарно на каждую сторону

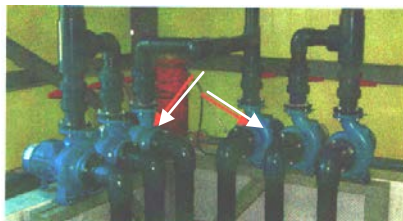


Рис. 42. Насосы подачи воды на биологические фильтры

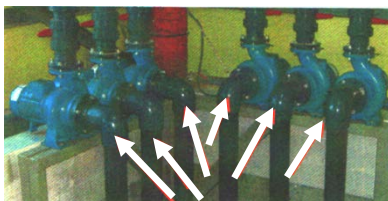


Рис. 43. Всасывающий патрубок с фланцем

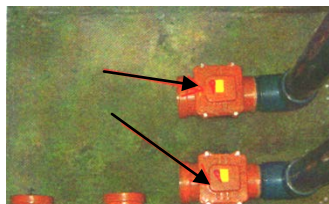


Рис. 44. Обратные клапаны на всасывающих патрубках



Рис. 45. Пробки на «улитках» для заполнения насоса водой

**1.3.2.4. Колонны-оксигенаторы.** Устройство расположено непосредственно в бассейне и предназначено для смешивания чистого кислорода с водой (рис. 46–50). Нормальная работа этого устройства достигается регулировкой подачи воды в него с помощью поворотного затвора, расположенного на трубопроводе подачи воды от лотка. Боковая трубка отвода лишних газов должна быть направлена вниз, край ее должен быть всегда в воде. Через трубку должно быть слышно периодическое бульканье.

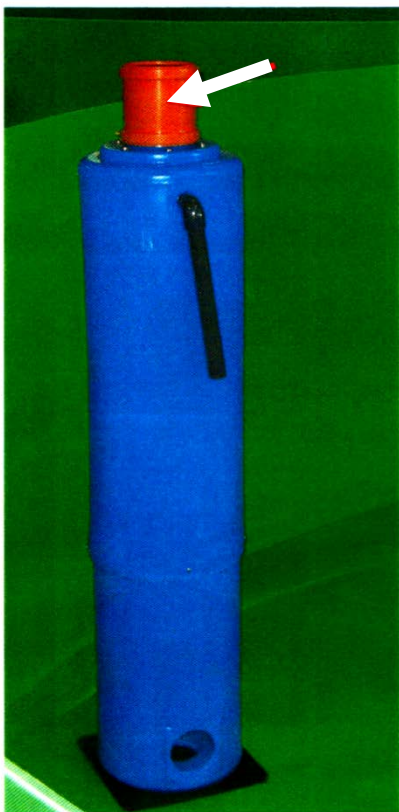


Рис. 46. Подача воды



Рис. 47. Выход воды, насыщенной кислородом

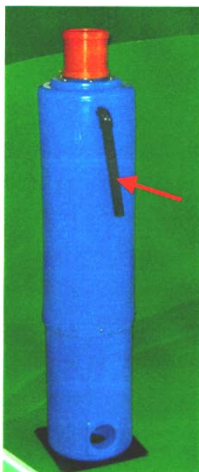


Рис. 48. Трубка отвода избыточного газа



Рис. 49. Штуцер подачи кислорода

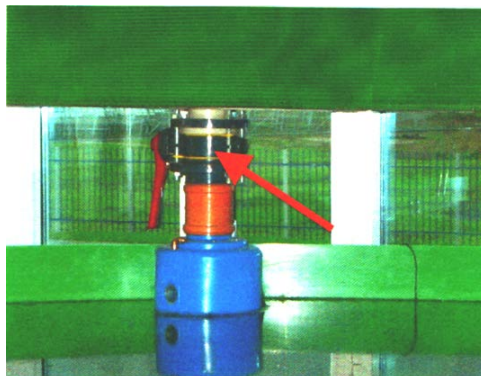


Рис. 50. Затвор регулировки подачи воды

**1.3.2.5. Погружной биологический фильтр в емкости бетонного прямка.** На этот фильтр (рис. 51, 52) подается вся вода самотеком от барабанного фильтра. Фильтр работает постоянно. Вода переливается сверху, проходит слой загрузки и сливается в насосный приямок. Внутри фильтра находится биозагрузка и расположены аэраторы, на них подается воздух от воздуходувки. Поток воздуха должен быть не-

большим, чтобы воздуходувка слегка шевелилась внутри емкости фильтра. Промывка фильтра осуществляется периодически, по мере загрязнения, один-два раза в две недели. Для промывки фильтра перекрывается «шандора» на входе в него и открывается «шандора» на обводный лоток. В этом случае вода пойдет по обводному каналу. Приспускается уровень воды в фильтре примерно на 20 см путем откачивания воды с помощью насоса (водяного «пылесоса»). Полностью открываются краны подачи воздуха от воздуходувки для проведения барботажа загрузки. Если загрузка долго не промывалась и слиплась от загрязнения и барботажа не происходит, следует ее (загрузку) помешать чистой шваброй. Барботажа рекомендуется проводить около 20 мин, затем следует полностью перекрыть подачу воздуха на промываемый биофильтр и на 40–60 мин оставить его в покое для оседания загрязнений. После этого проводится откачивание отстоянных загрязнений с помощью насоса (водяного «пылесоса»). Затем открывается «шандора» подачи воды на фильтр и закрывается «шандора» на обводный лоток.



Рис. 51. Бетонное отделение прямка, в котором располагается биологический фильтр



Рис. 52. Работающий фильтр с биозагрузкой

**1.3.2.6. Погружной выносной биологический фильтр.** На фильтр (рис. 53–55) подается вода от двух насосов. Фильтр работает постоянно. Вода подается снизу, проходит слой загрузки, сливается в капельный фильтр и далее обратно в насосный приямок. Внутри фильтра находится биозагрузка и расположены аэраторы, на них подается воздух от воздуходувки. Поток воздуха должен быть небольшим, чтобы воздуходувка слегка шевелилась внутри емкости фильтра. Промывка фильтра осуществляется периодически, по мере загрязнения, один-два раза в две недели. Для промывки фильтра перекрывается подающий кран на входе фильтра. Приспускается уровень воды в фильтре при-

мерно на 20 см путем открытия крана для слива в канализацию содержимого емкости фильтра. Затем кран закрывается. Полностью открывается кран подачи воздуха от воздухоподувки для проведения барботажной загрузки. Если загрузка долго не промывалась и слиплась от загрязнений и барботажа не происходит, следует ее (загрузку) помешать чистой шваброй. Барботаж рекомендуется проводить около 20 мин, затем следует полностью перекрыть подачу воздуха на промываемый биофильтр и оставить его в покое на 40–60 мин для оседания загрязнений. После этого залповым сбросом, путем резкого открытия полностью крана для слива в канализацию, произвести сброс воды в течение 3–8 с. Затем закрыть этот кран и открыть медленно кран подачи воды от насосов.

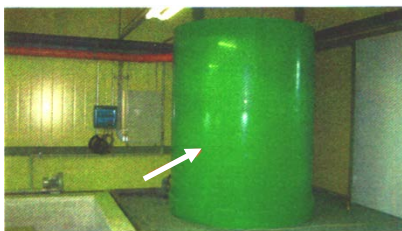


Рис. 53. Погружной биофильтр



Рис. 54. Слив очищенной воды из фильтра



Рис. 55. Затвор для слива загрязнений в канализацию

**1.3.2.7. Капельный биологический фильтр.** Капельный фильтр (рис. 56, 57) представляет собой блоки биозагрузки, сложенные в виде

колонны. Подача воды сверху осуществляется от насосов (рис. 58). В верхней части расположен осевой вентилятор (рис. 59), служащий для откачки газов – углекислого и азота. Включение вентилятора осуществляется периодически с пульта управления. Работать он должен по графику: 2 ч утром и 2 ч вечером. Постоянная промывка фильтра не требуется. Один раз в год (по мере загрязнения) следует снять защитный тент и оценить степень загрязненности блоков. При необходимости разобрать блоки, промыть и заново сложить в колонну.

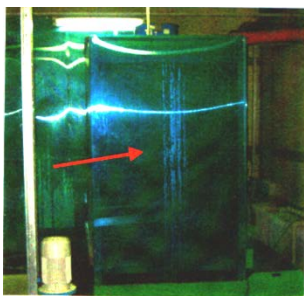


Рис. 56. Капельный фильтр

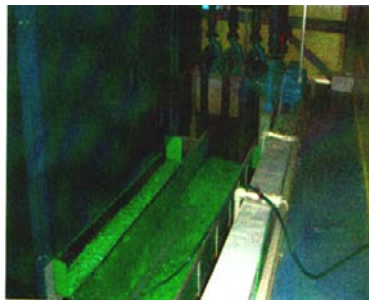


Рис. 57. Слив воды в лоток и далее в насосный приемок

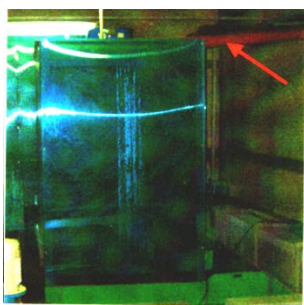


Рис. 58. Труба подачи воды на капельный фильтр

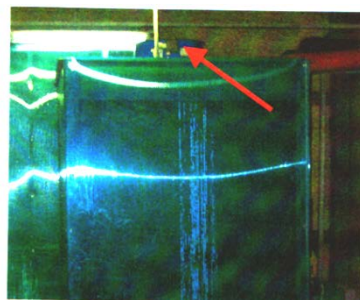


Рис. 59. Вентилятор

**1.3.2.8. Механический барабанный фильтр.** Фильтр (рис. 60, 61) может работать как в автоматическом, так и в ручном режиме. Имеет свой щит управления (рис. 62). В нормальном состоянии должен работать в автоматическом режиме (рис. 63), т. е. при загрязнении фильтру-

ющей сетки уровень воды внутри барабана поднимается и срабатывает датчик уровня, который включает привод вращения барабана и промывочный насос, грязная вода отводится в канализацию самотеком.

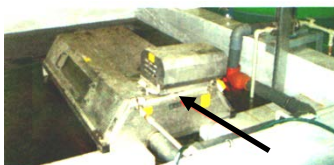


Рис. 60. Фильтр с передней стороны



Рис. 61. Насос промывки фильтра



Рис. 62. Шкаф управления фильтром



Рис. 63. Нормальное положение выключателя фильтра

Фильтр должен быть всегда включен! Работать в положении «автомат»!

Ежедневно обслуживающий персонал должен визуально следить за работой фильтра. Он должен периодически включаться и выключаться для промывки, в зависимости от биологической нагрузки. Если фильтр включается слишком часто или вообще не выключается из режима промывки, следует в первую очередь проверить, не забиты ли промывочные форсунки. Для этого, не выключая насосы, нужно выключить фильтр, открыть крышку и прочистить все форсунки. Вне зависимости от вышесказанного следует прочищать форсунки раз в неделю.

### 1.3.3. Технология подращивания мальков до массы 5 г

Подращивание личинок заканчивается через 30–45 сут. Этот период может быть короче при температуре не ниже 15–16 °С. К этому

времени желточный мешок полностью рассасывается, на теле появляется чешуя: заканчивается личиночный период и начинается мальковый (рис. 64).



Рис. 64. Малеk радужной форели массой 2,33 г

Масса мальков к этому времени составляет 200–500 мг. Рыбу переводят в цех для доращивания до массы 5 г. Дальнейшее выращивание мальков производится после их сортировки на две размерные группы при плотности посадки 30 кг/м<sup>3</sup>. После сортировки проводят учет количества мальков весовым способом. Уровень воды в бассейнах устанавливается 1 м. В этот период следует поддерживать:

- оптимальную температуру от 12–14 °С (рекомендуемая – 14 °С);
- круглосуточный контроль за гидрохимическими показателями воды;
- регулярное кормление рыб – каждые 2 ч (кормление автоматическое);

Также в данный период необходимо систематически чистить бассейны и контролировать рост мальков, изменяя дозировку кормов.

Первые недели мальков кормят с избытком пищи. Первоначальный мелкий корм следует давать по крайней мере 8 раз в день. С ростом рыб число кормлений в день уменьшают.

Отрицательное воздействие повышенной плотности – появление разноразмерности рыб. Постоянное воздействие повышенной концен-



трации аммиачного азота уменьшает темп роста. Обработка воды озон-ном рекомендуется только после достижения рыбой массы 2 г.

Технологические параметры выращивания мальков до средней массы 5 г, а также их динамика и параметры роста представлены в прил. 9–11.

#### **1.4. Рекомендации по выращиванию молоди до средней массы 50 г**

##### **1.4.1. Цех подращивания до массы 50 г**

Технологические параметры выращивания молоди до средней массы 50 г, а также их динамика и параметры роста представлены в прил. 9–11.

В цехе подращивания установлено 40 бассейнов диаметром 5 м и высотой 1,2 м. Объем воды в каждом бассейне при заполнении до уровня 1 м составляет 18,8 м<sup>3</sup>, общий – 752 м<sup>3</sup>. Отвод воды из бассейнов осуществляется через отверстие, расположенное по центру бассейна и перекрытое решеткой. Отводящий трубопровод соединен с канализационным трубопроводом, по которому отводится вода с остатками корма и продуктами жизнедеятельности рыбы, и регулирующим колодецем. Регулирующий колодець выполнен из пластмассовой трубы большего диаметра, чем отводящий трубопровод, в который он установлен. Высота поднятия отводящего трубопровода – на уровне воды в бассейнах. Выливаясь из отводящего трубопровода по свободному пространству внутри колодца, вода попадает в водопровод, подающий ее на очистку. Вода, прошедшая через бассейны, подается на барабанный фильтр, производительность которого составляет 200 м<sup>3</sup>/ч, и он удаляет все частицы крупнее 60 мкм. Для промывки барабанного фильтра используется насос, подача которого составляет 2 м<sup>3</sup>/ч. Вода после промывки поступает в модуль водоочистки. Размер бетонного колодца, в котором располагается барабанный фильтр, 4000×5250×1000 мм.

Вода из указанного колодца после прохождения через барабанный фильтр поступает в колодець с расположенным в нем биофильтром «плавающая подушка». Размер колодца для такого фильтра 3700×6900×2200 мм. Для загрузки биофильтра предусмотрен фильтрующий материал Bioflow с удельной поверхностью 800 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>. В колодець с биофильтром подается воздух.

Вода из колодца с биофильтром «плавающая подушка» поступает в колодець, в котором установлены насосы для подачи воды на капель-

ный фильтр. Размер колодца 3250×3450×2200 мм. Вода подается на капельный фильтр насосами, подача которых составляет 200 м<sup>3</sup>/ч. Капельный фильтр устанавливается над колодцем для фильтра «плавающая подушка», в котором находятся 26 м<sup>3</sup> фильтровальных блоков с удельной поверхностью 200 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>. После прохождения через капельный фильтр вода снова оказывается в колодце с фильтром «плавающая подушка», откуда подается самотеком в приемный колодец с установленными в нем насосами для подачи воды в бассейны (подача каждого насоса 200 м<sup>3</sup>/с). Затем вода подается в резервуар для озонирования и самотеком из верхнего слоя в лоток, по которому распределяется по бассейнам. Подача воды из лотка в бассейны осуществляется по трубопроводам через колонну-оксигенатор и регулируется с помощью запорной арматуры. Каждый из бассейнов оборудован pH-зондами и кислородными датчиками с выводом показателей на центральный пункт управления.

Подпитка чистой водой осуществляется по мере надобности из артезианской скважины. Вода подается в систему (колодец) перед биофильтром.

Для кормления используются кормушки, установленные на каждом из бассейнов, с часовым управлением и ручной загрузкой корма.

#### **1.4.2. Установка для подращивания молоди до массы 50 г**

Установка (рис. 65, 66) работает следующим образом.

Вода сливается самотеком из бассейнов, поступает на механический фильтр барабанного типа и очищается от механических примесей с размером частиц более 30 мкм. Далее она попадает в приемок с погружным биологическим фильтром № 1, где расположены аэраторы, на которые поступает воздух от воздухоудовки. Из этого приемка вода самотеком поступает в насосный приемок, откуда с помощью одной группы насосов подается на погружной биофильтр № 2 и далее через перелив на капельный биологический фильтр, с которого снова сливается в насосный приемок. Часть воды (около 30 %) отбирается для прохождения очистки с помощью озона в колоннах озонирования. Затем вода поступает в выдерживатель, в котором происходит окончательное разложение озона, и далее опять в насосный приемок. Другой группой насосов вода подается в лотки для распределения ее по бассейнам. Ниже представлены принципиальные схемы узлов и агрегатов и инструкции по их эксплуатации.

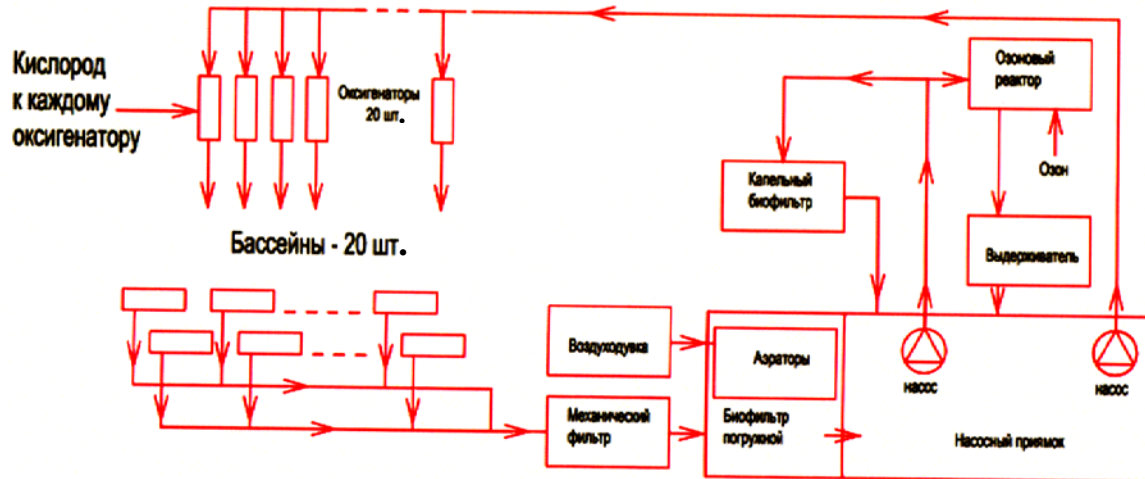


Рис. 65. Технологическая схема установки



Рис. 66. Цех (модуль) подращивания молоди до массы 50 г

**1.4.2.1. Колонны-оксигенаторы.** Устройство расположено непосредственно в бассейне и предназначено для смешивания чистого кислорода с водой (рис. 67–70). Нормальная работа этого устройства достигается регулировкой подачи воды в него с помощью поворотного затвора, расположенного на трубопроводе подачи воды от лотка. Боковая трубка отвода лишних газов должна быть направлена вниз, край ее должен быть всегда в воде. Через трубку должно быть слышно периодическое бульканье.

Технологический принцип работы рыбоводных бассейнов, трубопровода сбора воды, механического барабанного фильтра, насосов, капельного биологического фильтра, воздухоудовки, погружного биологического фильтра в емкости бетонного прямка, погружного выносного биологического фильтра аналогичен принципу работы данного оборудования в установке для подращивания молоди до массы 5 г .

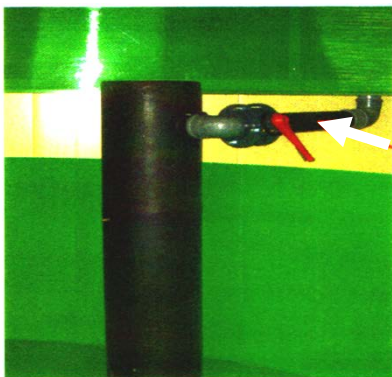


Рис. 67. Подача воды

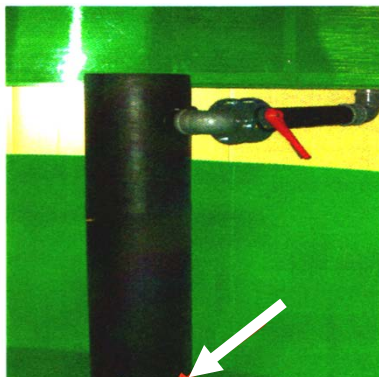


Рис. 68. Выход воды,  
насыщенной кислородом

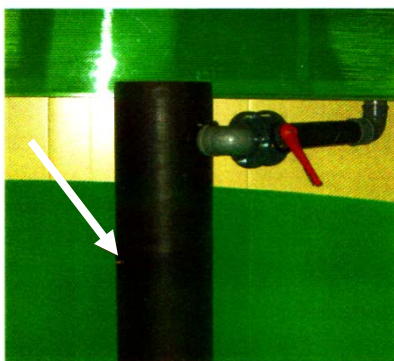


Рис. 69. Штуцер подачи кислорода

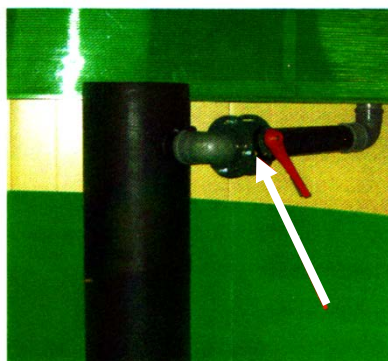


Рис. 70. Затвор регулировки подачи воды

## 1.5. Общие рекомендации по технологии выращивания рыбопосадочного материала радужной форели

### 1.5.1. Сортировка и вылов форели из бассейна

Обычно рост форели в бассейне неравномерный. Это связано с особенностью питания хищников. Более активные рыбы быстрее проглатывают корм, а становясь крупнее, отгоняют от места кормления мелких собратьев. Со временем разница в размерах может увеличи-

ваться в два раза. В связи с этим необходимо производить сортировку и крупную рыбу содержать отдельно от мелкой. Данную сортировку можно производить в одном бассейне. Для этого на ширину бассейна устанавливается сетка высотой 1,0 м с диаметром ячеей 0,5 см, перегородившая его на две части. Сетка должна плотно прилегать к стенкам и дну бассейна.

Первая сортировка производится через 30 дней после зарыбления (когда будет замечена разница в росте на 15–20 %).

Очистка бассейна осуществляется с помощью щетки, насаженной на трубку, к которой, в свою очередь, прикреплен гибкий шланг. Щетка работает по принципу пылесоса. Для этого шланг прикреплен к насосу. Необходимо учитывать, что остатки корма, экскременты и обрастания, поступающие с откаченной водой, являются прекрасным удобрением для выращивания овощей.

### 1.5.2. Технологические процессы

Операция	Периодичность проведения	Выполнение
<b>Адаптационный период в течение 2–3 недель после пересадки рыбы</b>		
Измерение температуры воды и содержания в ней кислорода	Не менее двух раз в день	Утром и вечером измеряют и записывают температуру воды и содержание в ней кислорода. Данные используют для нормирования кормления и выполнения других операций
Кормление	Ежедневно	Корм вносят в зависимости от размера рыбы и температуры воды, проверяют поедаемость корма
Лечебно-профилактическая обработка рыбы	При необходимости	Лечение проводят согласно действующим инструкциям по борьбе с болезнями рыб

Контроль за состоянием рыбы	Через 2–3 недели после посадки	Рыб обследуют на наличие заболеваний, взвешивают, определяют среднюю индивидуальную массу, общий отход за период адаптации
<b>Ростовый период</b>		
Наблюдение за сохранностью рыбы	Круглосуточно	Устраняют повреждения, следят за сохранностью рыбы
Кормление	Ежедневно	Корм вносят вручную постепенно, проверяют поедаемость корма
Зарядка кормушек	Раз в день	Загружают комбикорм, учитывают его количество, следят за нормальной работой автокормушек и при необходимости их регулируют
Учет отхода рыбы	Ежедневно	Собирают и регистрируют отход
Контроль за состоянием и ростом рыб	Раз в декаду	Контрольный облов рыбы проводят каждые 10 дней. Количество отлавливаемых рыб должно быть не менее 10 шт. из одной емкости. При этом рыб обследуют на наличие заболеваний, взвешивают, определяют среднюю массу и прирост
Оперативный контроль за состоянием водной среды	Ежедневно	Измеряют температуру воды, прозрачность, цветность, содержание растворенного в воде кислорода, рН, аммонийный азот, азот нитритов

Текущий контроль	При отклонении показателей от нормы	Определяют агрессивную окисляемость, двуокись углерода, БПК, содержание сероводорода, основных форм азота и железа
Полный (общий) анализ воды	Раз в месяц	К текущему и оперативному контролю добавляют определение перманганатной и бихроматной окисляемости, железа общего и закисного, основного солевого состава воды

### 1.5.3. Технологическая схема выращивания форели

Операция	Время проведения	Содержание
Подготовка к зарыблению	Перед зарыблением	Перед зарыблением годовиками заранее проверяют водоподачу
Контроль за гидрохимическим режимом	В период выращивания	Температурный режим должен быть 18 °С, рН – 7–8, растворенный в воде кислород – не ниже 12,0 мг/л. Полный химический анализ воды должен проводиться раз в квартал. Температуру воды, кислород, рН, нитриты, аммиак измеряют 2–4 раза в сутки. Остальные гидрохимические показатели (СО <sub>2</sub> , БПК, нитраты) – раз в неделю



<p>Транспортировка мальков и санитарно-профилактические мероприятия при перевозке (переноске) рыбы</p>	<p>Во время перевозки</p>	<p>Транспортировку мальков осуществляют в пластиковых емкостях, контейнерах или брезентовых носилках, с обязательной подачей кислорода в воду</p>
<p>Кормление рыбы массой от 10 до 1200 г</p>	<p>На протяжении всего периода выращивания</p>	<p>Адаптация форели происходит довольно быстро. Если в первые сутки после пересадки возможно ограничение в кормлении до 50–60 % дневной нормы корма, то в последующие дни, в зависимости от пищевой реакции рыбы, можно приступать к кормлению по полной норме, определенной по кормовым таблицам. Рыбу кормят гранулированным кормом. Размер каждого вида гранул должен соответствовать массе рыбы. Размер гранул производственного корма зависит от массы форели и указан в технических характеристиках используемого корма. Частота кормления также зависит от массы рыбы: более 10 г – 4 раза. Дневную норму определяют по таблице производителя кормов и при необходимости корректируют</p>

<p>Раздача корма</p>	<p>Весь период выращивания</p>	<p>Раздачу гранулированного корма рекомендуется осуществлять с помощью механических кормораздатчиков или маятниковых кормушек. Кормушки загружают 1–2 раза в сутки. При отсутствии механизированной раздачи кормов гранулы разбрасывают вручную по поверхности воды. Дневную норму корма выдают равными порциями в определенное время суток согласно графику кормления рыбы</p>
<p>Контроль за поедаемостью кормов</p>	<p>Во время кормления</p>	<p>При кормлении рыбы с помощью кормораздатчиков или ручную необходимо следить за поедаемостью корма. При наличии несъеденного корма уменьшают разовую порцию, увеличивая число кормлений. Малькам корм выдают более мелкими порциями, удлиняя период разового кормления</p>

<p>Контроль за ростом рыбы</p>	<p>Через 10– 15 дней, на протяжении всего периода выращивания</p>	<p>Контрольные обловы проводят с целью определения темпа роста и корректировки суточного рациона. Среднюю массу определяют взвешиванием двух-трех проб рыбы. В каждой пробе количество взвешиваемой рыбы должно быть не менее 50 шт. Определив общую массу рыбы в пробе, узнают среднюю индивидуальную массу, исходя из которой определяют общую массу рыбы в садке и общий прирост ихтиомассы. Зная расход кормов, определяют кормовой коэффициент. По средней массе и температуре воды определяют новый суточный рацион</p>
<p>Учет отхода рыбы</p>	<p>Ежедневно, в течение всего периода выращивания</p>	<p>Учет отхода рыбы ведут ежедневно, снулую рыбу удаляют сачками с удлиненной ручкой. Количество мертвых рыб ежедневно фиксируют в специальном журнале. Суммарный отход учитывают при расчете суточного рациона. На основе журнальных записей составляют акт о потерях рыбы за период выращивания</p>

<p>Осуществление ихтиопатологического контроля за состоянием рыбы и проведение профилактических и лечебных ванн</p>	<p>Периодически, на протяжении всего времени выращивания</p>	<p>В течение всего периода выращивания ежедневно следят за поведением рыбы, ее реакцией на корм. При проведении контрольных обловов рыбу подвергают тщательному ихтиопатологическому обследованию. С целью предотвращения эктопаразитарного заболевания регулярно проводят профилактические солевые, марганцевые, формалиновые и другие ванны. При возникновении болезни под наблюдением ихтиопатолога проводят курс лечения препаратами при строгом соблюдении действующих инструкций. Оформляют завершение этапа актами и записями в рыбоводном журнале</p>
<p>Сортировка рыбы</p>	<p>Регулярно</p>	<p>Сортировку рыбы проводят с помощью сортировального устройства или сортировального ящика. Сортируют рыбу на 2–3 размерно-весовые группы. Учитывают общее количество выращенных рыб, их общую и индивидуальную массы. Определяют прирост рыбы за месяц, кормовые затраты, выживаемость</p>

Рекомендации по решению возможных проблем при работе на УЗВ представлены в прил. 12.

Санитарно-гигиенические требования при эксплуатации УЗВ-систем приведены в прил. 13.

С Должностной инструкцией оператора по обслуживанию УЗВ можно ознакомиться в прил. 14.

Наши предложения по модернизации типовых проектов форелевых УЗВ даны в прил. 15.

### **1.6. Общие рекомендации по кормлению рыбопосадочного материала радужной форели**

Рациональное кормление форели полноценными кормами является основным условием успешной деятельности хозяйства. Форель должна своевременно получать корм, включающий все необходимые питательные вещества: белки, с набором незаменимых аминокислот, жиры, углеводы, витамины, минеральные соли и др.

Потребность в тех или иных веществах у радужной форели меняется с возрастом, половым созреванием и изменением абиотических факторов внешней среды.

*Протеины, или белки*, являются высокомолекулярными органическими азотистыми соединениями. В переводе с греческого протеин означает «первый». Белки – составная часть растений и животных. Свое название получили в результате сходства внешнего вида их с белками куриного яйца, хотя есть белки (фиброин, кератин) другой консистенции. По составу белки делят на две группы: 1) простые белки (собственно протеины) и 2) сложные белки (протеиды). Протеины обеспечивают рост органов и тканей. Кормовой протеин содержит белковую и небелковую форму азота.

Полноценность белка определяется наличием незаменимых аминокислот, не синтезируемых в организме. Из общих для всех белков 24 аминокислот 10 относятся к незаменимым. Исследования показали, что для некоторых рыб, в том числе и лососевых, незаменимыми оказались те же аминокислоты, которые являются незаменимыми и для высших животных. Для форели полноценными являются корма, содержащие белки животного происхождения. Потребность форели в протеине меняется с возрастом: если в сухих кормах для молоди его должно быть 40–55 %, то для взрослой рыбы достаточно 34–40 %. При составлении рационов нужно учитывать, что недостаток протеина задерживает рост и может привести к ожирению (при избытке жиров),

а избыток повышает энергетический обмен и приводит к непроемким тратам этого ценного продукта. При недостатке в рационе жиров и углеводов протеин используется в организме рыб в качестве источника энергии в ущерб своей основной функции – белкового обмена и роста тела.

Протеин усваивается лососевыми рыбами на 80–85 %, причем молодью несколько хуже, чем взрослыми особями. Эффективность усвоения протеина зависит от энергетической обеспеченности диеты (табл. 3). Наиболее эффективны корма, содержащие 55–65 % калорий за счет протеина. При кормлении ими на 1 кг прироста требуется 500–650 г белка. Превышение этого уровня свидетельствует о неполноценности ингредиентов корма или о несбалансированности диеты.

Таблица 3. **Необходимое количество основных питательных веществ в кормах для форели, %**

Ингредиенты	Для молоди (стартовый корм)	Для товарной форели (производственный корм)
Протеин	45–53	38–45
Жир	11–13	11–20
Углеводы	15–20	25–30
Клетчатка	1,5–2	3–5
Минеральные соли	10–12	10–15
Энергия общая, тыс. ккал/кг	4,5–5,0	4,0–4,5
Энергия с учетом перевариваемости, тыс. кДж/кг	3,0–3,5	2,5–3,0

Растительный протеин усваивается лососевыми рыбами несколько хуже, чем животный, однако с учетом более низкой стоимости кормов, содержащих растительный протеин, по сравнению с кормами, включающими протеин животного происхождения, использование таких кормов бывает экономически оправдано.

Но, по мнению некоторых авторов, в кормах для молоди форели нежелательно включать протеин растительного происхождения.

Отмечено, что при низких температурах повышенное содержание белка в корме используется не полностью, а при возрастании концентрации сухого корма повышается потребность рыбы в кислороде.

*Жиры* – концентрированный источник энергии в организме. Они выполняют многие жизненно важные функции. При недостатке жиров в рационе энергетические затраты частично покрываются за счет белков, при избытке ухудшаются физиологические показатели рыб вслед-

ствии жирового перерождения печени, почек, ухудшения гематологических показателей. При составлении рационов для форели разного возраста необходимо учитывать оптимальное соотношение содержания в кормовом рационе белков и жиров.

В рационах для молодежи предпочтительнее использовать рыбий жир, для более старших групп – растительное масло и фосфатиды, которые содержат естественные антиокислители (антиоксиданты) и поэтому могут сохраняться в течение длительного времени. В остальных источниках ненасыщенных жирных кислот естественных антиоксидантов мало, поэтому они быстро окисляются (прогоркают) и становятся токсичными для рыб. Образующиеся при прогоркании ядовитые перекиси вызывают у рыб малокровие, побеление жабр, жировое перерождение печени и почек, мышечную дистрофию, а также разрушают витамины и могут оказывать канцерогенное действие на организм.

Твердые жиры животного происхождения усваиваются форелью на 60–70 %, а при низкой температуре могут привести к закупорке пищеварительного тракта у молодежи.

*Углеводы*, как и жиры, являются источником энергии. Содержание переваримых углеводов в рационе не должно превышать 12 %, а общее содержание в корме (с учетом их средней переваримости 40 %) – 25–30 %. В корме для молодежи их должно быть еще меньше, что связано с низкой скоростью выработки инсулина – фермента, перерабатывающего углеводы, поэтому углеводный обмен форели носит характер диабетического. Перегрузка рациона углеводами повышает отношение массы печени к массе тела до 4–5 % (при норме 2,0–2,8 %), вызывает побледнение печени, водянку брюшной полости.

Углеводами богаты дрожжи, соевый шрот и жмыхи, мука из злаков, сухое обезжиренное молоко, обрат.

*Минеральные вещества.* Биохимические процессы в организме рыб проходят с участием минеральных веществ, которые содействуют установлению кислотно-щелочного равновесия, влияют на скорость усвоения питательных веществ, создают оптимальные условия для прохождения ферментативных процессов, играют основную роль в процессах промежуточного обмена. Наличие оптимального количества минеральных веществ в корме способствует повышению его физиологической полноценности, ускорению роста рыбы, снижению ее отхода, увеличению зимостойкости.

Для форели необходимы Са, Р, Mg, К, S, Cl (макроэлементы), концентрация которых бывает более 50 мг на 1 кг массы тела рыбы, и Fe,

Cu, Mn, Co, Zn, Mo, Se, Cr (микроэлементы), количество которых составляет обычно менее 50 мг на 1 кг массы тела. В тканях были также обнаружены бром, бор, мышьяк, ванадий, кадмий, барий, стронций, но потребность в них и функции недостаточно ясны.

Кальций, фосфор, кобальт и хлор активно поглощаются из воды. Кальций участвует в образовании костной ткани и свертывании крови. Фосфор входит в состав нуклеидов и фосфолипидов и участвует в обмене ферментов. Кобальт оказывает влияние на кроветворение. Калий и натрий – осморегулирующие ионы, магний активизирует деятельность ферментов поджелудочной железы. Железо необходимо для образования и функционирования гемоглобина и других соединений. Сера входит в состав многих белков и инсулина. Марганец связан с гормонами и витаминами. Цинк содержится в инсулине и эритроцитах.

Отдельные элементы могут вступать в антагонистические взаимоотношения. Одни подавляют другие.

Дефицит йода вызывает увеличение щитовидной железы, а недостаток кобальта снижает темп роста и гематокрит радужной форели. Дефицит магния вызывает потерю аппетита, ухудшение роста, вялость, судороги и высокую смертность.

Микроэлементы – кобальт, марганец, цинк, йод – влияют на кроветворение и деятельность многих ферментов, являясь их составными частями.

Нормальная жизнедеятельность форели проходит только при определенном уровне минеральных солей, однако вопрос этот изучен недостаточно. Потребность форели в минеральных веществах очень мала. В пресной воде микроэлементы поступают в организм форели в основном с пищей, частично аккумулируются жабрами и кожей рыб. В морской воде содержится набор солей в соотношениях, оптимальных для форели, и она способна сама регулировать их потребление. Поэтому в корм форели, выращиваемой в морской воде, минеральные вещества можно не добавлять.

Потребность в них меняется в зависимости от возраста и условий выращивания. Недостаток отдельных элементов приводит к отклонению физиологического состояния от нормы и заболеванию форели (табл. 4).

Обычно компоненты в составе кормовой смеси полностью не удовлетворяют потребности рыбы в минеральных веществах, поэтому их часто добавляют дополнительно в виде минеральных премиксов.



Таблица 4. Симптомы недостатка минеральных веществ в рационе форели

Минеральное вещество	Симптомы при недостатке	Потребность, мг
P	Замедленный рост, неправильное развитие скелета	0,6–0,8
Mg	Замедленный рост, конвульсии, повышенное содержание кальция	0,05–0,07
Fe	Анемия	–
Zn	Замедленный рост, эрозия плавников и кожи, высокая смертность, катаракта	15–30
Mn	Замедленный рост, неправильное развитие скелета	12
Cu	Замедленный рост	0,1
Co	Замедленный рост	0,1

Минимальный уровень потребности в минеральных солях у форели составляет 4–5 % (табл. 5).

Таблица 5. Потребность в минеральных веществах у молоди форели

Минеральное вещество	Потребность, мг/кг рыбы в сутки	Необходимое содержание в 1 кг корма
P	20–600	0,4–12,0 г
Ca	До 700	До 14 г
Mg	15–30	До 600 мг
Fe	До 8	До 160 мг
Zn	До 5	До 100 мг
Cu	До 0,3	6 мг
Mn	До 0,1	2 мг
Co	До 0,01	0,1–1,2 мг
I	До 0,03	0,6–2,8 мг
Se	До 0,02	0,10–0,25 мг

Равномерный и быстрый рост радужной форели обеспечивает 5 % добавка в корм веществ (г на 100 г корма), приведенных в табл. 6.

Таблица 6. Минеральные вещества, добавляемые в форелевый корм

Минеральное вещество	Количество, г	Минеральное вещество	Количество, г
Na	0,200	Fe	0,20000
K	0,460	Zn	0,00400
Mg	0,073	Mn	0,00200
P	0,850	Cu	0,00040
Ca	0,200	Co	0,00012
SO <sub>4</sub>	0,290	S	0,00080
Cl	0,030		

*Витамины* – особая группа веществ, незаменимые для жизни органические вещества разнообразной структуры, выполняющие роль биокатализаторов химических реакций и реагентов фотохимических процессов, протекающих в живой клетке, и участвующие в обмене веществ в составе ферментных систем. Биосинтез витаминов происходит в основном вне организма животного, и поэтому они должны поставляться извне, с пищей. Авитаминозная пища приводит к резко выраженному нарушению обмена веществ у рыб. Лишь после изучения роли витаминов стал возможен перевод рыбы с естественных кормов на искусственные комбикорма.

Несмотря на многообразие химического строения, витамины подразделяются всего на две группы:

1) *жирорастворимые* – А (ретинол), D<sub>3</sub> (холекальциферол), Е (α-токоферол), К (менадион);

2) *водорастворимые* – В<sub>1</sub> (тиамин), В<sub>2</sub> (рибофлавин), В<sub>3</sub> (РР, никотинамид), В<sub>4</sub> (холин-хлорид), В<sub>5</sub> (пантотеновая кислота), В<sub>6</sub> (пиридоксин), В<sub>12</sub> (цианкобаламин), С (фолиевая кислота), Р и др.

Основной природный биосинтез витаминов осуществляется растениями. В организме животных они аккумулируются в печени, селезенке и других органах и расходуются в процессе жизнедеятельности. Отсутствие тех или иных витаминов вызывает авитаминозы (табл. 7).

Таблица 7. Потребность в витаминах и симптомы их недостаточности у лососевых рыб

Витамины	Симптомы недостаточности	Потребность на 1 кг корма
1	2	3
А (ретинол, аксерофтол, противоксерофтальмический витамин)	Повышение смертности, снижение темпа роста, побеление тела, гематома жабр и глазного яблока, пучеглазие, ослабление функции печени, ухудшение показателей крови	12–20 тыс. ИЕ
Д (кальциферол), D <sub>2</sub> (эргокальциферол), D <sub>3</sub> (холекальциферол)	Снижение темпа роста, недоразвитие жаберных крышек, рахит, нарушение химического состава крови	2–4 тыс. ИЕ
Е (токоферол, α-токоферол)	Повышение смертности, снижение темпа роста, перерождение жабр, анемия, липоидная дегенерация печени, водянка брюшной полости	20–70 мг

Продолжение табл. 7

1	3	3
К (филлохинон, фаркохинон, К <sub>3</sub> (викасол))	Снижение темпа роста, замедление свертывания крови, пониженный гематокрит, анемия, поражение печени	10–20 мг
В <sub>1</sub> (тиамин, аневрин, фактор бери-бери)	Повышение смертности, потеря аппетита, снижение темпа роста, нарушение гидростатической функции, потемнение кожных покровов, анемия, водянка брюшной полости, мозговые повреждения, ожирение печени	15–20 мг
В <sub>2</sub> (рибофлавин, лактофлавин, овофлавин)	Повышение смертности, потеря аппетита, снижение темпа роста, потеря координации, помутнение хрусталика глаз, кровотечение из глаз, светобоязнь	30–50 мг
В <sub>3</sub> (РР, никотинамид, ниацин, никотиновая кислота)	Повышение смертности, потеря аппетита, снижение темпа роста, разрастание жаберного эпителия, опухоль жаберных пластинок, появление на коже обильной слезы	100–150 мг
В <sub>5</sub> (пантотеновая кислота)	Повышение смертности, потеря аппетита, снижение темпа роста, отеки кишечника, конвульсии, опухание жабр, светобоязнь, появление на голове эрозийных белых пятен	100–450 мг
В <sub>6</sub> (пиридоксин, адермин, фактор R)	Повышенная смертность (при отсутствии – полная смертность через 2 недели), потеря аппетита, расстройство нервной системы, конвульсии, судороги, анемия, водянка брюшной полости, появление на печени беловатых пятен	15–25 мг
В <sub>12</sub> (цианокобаламин, фактор животного протеина)	Снижение темпа роста, потеря аппетита, снижение концентрации гемоглобина и количества эритроцитов, фрагментация эритроцитов, потемнение окраски тела	0,01–0,05 мг
В <sub>c</sub> (В <sub>9</sub> , М, фолиевая кислота, фактор U ферментативный)	Повышение смертности, снижение темпа роста, анемия, ломкость хвостового плавника, потемнение окраски тела	5–10 мг

1	2	3
Н (В <sub>7</sub> , биотин, фактор W, коэнзим R)	Повышенная смертность, потеря аппетита, снижение темпа роста, мышечная атрофия, поражение кишечника, разрушение эритроцитов, спазматические конвульсии, появление голубой слизи	4–5 мг
С (аскорбиновая кислота)	Повышенная смертность, сколиоз, внутренние кровоизлияния, пониженный гематокрит	200–500 мг
В <sub>4</sub> (холин)	Снижение темпа роста и эффективности кормления, малокровие, ожирение печени и почек, кровотечения в печени и кишечнике	500–3000 мг
Н <sub>1</sub> (парааминобензойная кислота)	Снижение темпа роста и эффективности кормления, анемия	100–200 мг
В <sub>8</sub> (инозит, мезоинозит)	Снижение темпа роста и аппетита, разрушение плавников, анемия, вздутие желудка, потемнение окраски тела	250–500 мг

При кормлении рыб кормами, не содержащими витаминов, наблюдается отставание в росте и нарушение обмена веществ. Специалистами выявлены потребность лососевых рыб разного возраста в витаминах и симптомы витаминной недостаточности.

Установлена основательная потребность лососевых в 16 витаминах.

Кормление форели в условиях выращивания проводят специализированными сухими кормами, полноценными по содержанию усвояемого протеина и жира. В настоящее время имеется палитра выпускаемых заводским методом форелевых кормов разных производителей, предназначенных для различных размерных и возрастных групп рыбы. Для Республики Беларусь форелевые корма поступают преимущественно из Польши или России, где имеются дистрибьютеры известных брендов или собственные производители. К таковым следует отнести Aller aqua A/C (Дания), Aller aqua Polska (Польша), BioMag (Дания), филиал компании BioMag в Российской Федерации (г. Санкт-Петербург), Rehuraisio (Финляндия), Aquarex (г. Тверь, Россия).

Экструдированные корма имеют пористую внутреннюю текстуру, которая возникает вследствие резкого выброса пара из материала кормовой смеси (эффект микровзрыва) в момент его выхода из экструдера. В результате воздействия давления и температуры в обрабатываемом материале происходит денатурация белка, декстринизация крах-

мала, а также полная стерилизация корма. Частицы экструдированных кормов являются более прочными, чем гранулированных, поэтому крошимость и отсеб экструдированных кормов составляет менее 1 %, а гранулированных – от 5 до 8 %. Крошимость гранулированных кормов, производимых российскими заводами, составляет до 10 % и более.

Таким образом, при использовании экструдированных кормов на 75 % уменьшается количество пыли, попадающей в воду при кормлении рыбы, и снижается прямое загрязнение воды. Экструдированные производственные корма являются более водостойкими и полностью сохраняют свою форму и структуру в течение 24 часов пребывания в воде. Водостойкость гранулированных кормов не превышает 4 часов.

Производственные корма в экструдированном виде более эффективно усваиваются рыбой, при их использовании можно получить низкие кормовые коэффициенты и уменьшить загрязнение воды отходами рыб. Так, например, при выращивании радужной форели на экструдированных кормах можно получить кормовые коэффициенты в пределах 0,6–0,8, тогда как на гранулированных кормах нижний предел кормовых коэффициентов составляет 1,2–1,4.

Форелевые экструдированные корма с высоким содержанием жира обладают большей переваримой энергией, их протеин в большей степени расходуется на рост тканей тела, при этом соответственно уменьшаются показатели загрязнения окружающей среды продуктами обмена рыб.

Рекомендации по использованию кормушек в технологии выращивания рыбопосадочного материала радужной форели представлены в прил. 16.

### **1.7. Питание рыбы и связанные с ним заболевания**

Пища снабжает организм рыбы энергией и «строительными материалами», необходимыми, в частности, для регенерации, роста и воспроизводства. Рыба крошит корм на мелкие кусочки, они попадают в пищеварительный тракт, затем усвоенные из корма питательные вещества переносятся в систему кровообращения, а оттуда – по всему организму. Пища не усваивается кишечником целиком – часть ее удаляется из организма рыбы с фекалиями. При повышении температуры воды у рыбы ускоряется обмен веществ и, как следствие, увеличивается потребление кислорода и энергии. Интенсивность питания повыша-

ется до наступления определенной температуры, после чего, по мере того как температура начинает приближаться к максимальной – смертельно опасной точке, интенсивность питания начинает падать. Недостаток кислорода отрицательно влияет на рост рыбы, снижая эффективность кормления и аппетит ее. В процессе развития рыбы относительный обмен веществ замедляется и потребление корма снижается. Хотя взрослая рыба ест меньше, чем молодая, у последней соотношение потребления пищи к массе тела (ежедневный рацион) больше. Важнейшими источниками энергии для рыбы являются жиры, белки и углеводы. Особое значение для ее здоровья имеют также витамины, минералы и микроэлементы, без которых останавливается рост и наступают различные авитаминозы (нередко с серьезными последствиями). В настоящее время для кормления рыбы в основном используются хорошо изученные готовые корма заводского изготовления, поэтому заболевания, связанные с питанием, не очень распространены. Но все-таки проблемы могут возникать, например, в результате несбалансированного питания, которое может привести к истощению или лишнему весу. Последствием истощения у рыб является снижение общего тонуса организма и подверженность заболеваниям. Размер гранул корма и время кормления должны быть подобраны правильно, а поток воды должен быть таким, чтобы еда доходила до мальков. Переедание может привести к недостатку кислорода, особенно в летнюю жару, и к ожирению. За исключением пищевых отравлений, заболевания, связанные с питанием, обычно носят хронический характер. Симптомы проявляются только по прошествии длительного промежутка времени, когда рыба уже успевает значительно подрасти на определенном виде корма. У мальков первые признаки заболевания становятся заметны довольно быстро. Стандартными симптомами распространения болезни являются случаи смерти среди особей, похудение, ухудшение способности к изменению окраски, а также изменения во внутренних органах, в первую очередь в печени, почках, костях. Если вы подозреваете, что заболевание вызвано кормом, действуйте следующим образом:

- немедленно смените корм;
- обратитесь на фабрику, где производится данный корм;
- сохраните образец подозрительного корма, поместив его в морозильную камеру.

Примерный перечень мероприятий по коррекции иммуно-физиологического состояния и повышению выживаемости молоди форели представлен в прил. 17.

Рекомендации по проведению гематологических исследований рыбопосадочного материала радужной форели даны в прил. 18.

## **1.8. Рекомендации по гидрохимическому контролю за параметрами водной среды**

### **1.8.1. Схема проведения гидрохимического контроля в рыбоводных прудах (бассейнах) и водосточниках**

Характеристика контроля	Периодичность контроля	Определяемые показатели
Оперативный (полевой)	Ежедневно, 2 раза в день; при отклонении показателей от нормы – 3 раза в день: утром, днем и после 16 <sup>00</sup>	Температура, содержание растворенного кислорода, рН водной среды, прозрачность
Текущий (лабораторный)	Раз в 7–10 сут; при отклонении показателей от технологической нормы – раз в 3–5 сут	БПК <sub>5</sub> , двуокись углерода (СО <sub>2</sub> ), минеральный азот (аммиак, аммонийный, нитритный, нитратный), фосфаты, железо общее
Полный (общий)	Раз в месяц	Перманганатная окисляемость, бихроматная окисляемость (ХПК), железо общее и закисное, основной солевой состав (гидрокарбонаты, карбонаты, хлориды, сульфаты, кальций, магний), щелочность, жесткость, минерализация общая

Параметр	Способ измерения	Частота измерения
Температура	Термометр	Три раза в день
Кислород	Зонд или аквариумные тесты	Три раза в день
ОВП	Зонд ОВД	Три раза в день
Общий аммоний	Аквариумные тесты	Каждый день
Нитрат	Аквариумные тесты	Каждый день
pH	Зонд или аквариумные тесты	Три раза в день
Щелочность	Аквариумные тесты	Раз в неделю
Жесткость	Аквариумные тесты	Раз в неделю
Хлориды (соленость)	Аквариумные тесты	Раз в неделю
Микроэлементы	Сдача в лабораторию	Раз в месяц

Рыбоводы проверяют параметры воды согласно расписанию. Кроме того, в их обязанности входит проверка работы узлов УЗВ (проверка толщины биопленки в биофилтре, работы перфорированного бассейна, генератора кислорода, оксигенаторов, флотаторов, насосов, состояния трубопроводов и т. п.), контроль за поведением рыб, поедаемостью корма.

### 1.8.2. Микроэлементы

Минеральные вещества могут поступать в организм рыб из воды и пищи. В организме животных обнаружено свыше 70 химических элементов.

Кислород, углерод, водород, кальций и фосфор являются макробиогенными элементами. В организме рыбы содержится более 1 % каждого из них.

Другие шесть элементов (калий, сера, натрий, хлор, магний, железо) олигобиогенные, содержание каждого из них колеблется в организме рыбы от 0,1 до 1 %.

Содержание каждого из микробиогенных элементов не превышает 0,01 %. К ним относятся марганец, молибден, цинк, фтор, бром, йод.

Ионы металла (особенно при его недостатке) могут замещаться в организме близкими по химическим свойствам и ионному радиусу ионами других элементов, обычно соседей по группе Периодической



системы. Например, ванадий может занимать место молибдена, кобальт – железа, стронций – кальция, рубидий – калия, литий – натрия. Иногда взаимозаменяются ионы весьма различных по своим свойствам элементов, например ионы магния ионами марганца. Возможно, некоторые микроэлементы становятся крайне необходимыми организму и вступают в активный цикл только при состояниях метаболического стресса.

Минеральные вещества поступают в организм рыб через жабры и кожу. А. А. Яржомбек и другие ученые обнаружили высокую скорость усвоения организмом карпа микроэлементов из их солей: сульфата меди, хлорида марганца, сульфата цинка, хлорида кобальта, введенных в виде общей смеси.

Минеральные компоненты следует вводить в рацион в том случае, когда их не хватает.

Поэтому при составлении минеральных смесей следует применять только кормовые препараты, выпускаемые для нужд сельского хозяйства, а химические соединения, вводимые с целью улучшения обеспеченности рыб микроэлементами, должны иметь квалификацию не ниже «Ч».

Соли микроэлементов поступают на комбикормовый завод с различной влажностью и степенью измельчения. Соли среднего и крупного размола требуют измельчения. Серноокислые и хлористые соли микроэлементов слеживаются – это вызвано их высокой гигроскопичностью, а соответственно, и высокой влажностью (25–39 %). Углекислые соли микроэлементов содержат незначительный процент влаги (0,02–12 %).

Влажность солей следует учитывать при дозировании внесения микроэлементов в корма.

Вносить в корма следует водорастворимые соли, а при расчете доз этих солей необходимо предварительно определить содержание элемента в них.

При расчетах не следует забывать о кристаллизационной воде, если в корм добавляют кристаллогидрат, а не безводную соль. Например, для внесения в корм 3 г кобальта следует взять хлорида кобальта 6,06 г, а того же хлорида кобальта в виде кристаллогидрата – 12,04 г, т. е. почти в 2 раза больше.

При аномально высоком содержании какого-либо элемента в воде или корме следует уменьшить дозировки элементов-синергистов и увеличить – антагонистов.

Включение в комбикорма сбалансированного количества сернокислых солей марганца, магния, цинка, хлорида и бикарбоната натрия, углекислого кобальта, солей кальция, меди, диаммонийфосфата значительно повышает эффективность использования комбикормов и обеспечивает ускорение роста рыб на 27–30 % при тех же затратах кормовых единиц.

Количественный и качественный подбор солевых компонентов основан на анализе действия определенных элементов на метаболические процессы, протекающие в организме пресноводных рыб, с учетом действия теплового фактора среды. Вводимые в корма соли магния, марганца и цинка в сочетании с бикарбонатом натрия активируют процессы усвоения углекислоты, усиливая биосинтез органических соединений. Введение диаммонийфосфата преследует цель частичной замены органического азота кормов на азот аммонийных солей, а также обогащения кормов фосфором, необходимым для роста и развития организма рыб. Кобальт обладает активирующим действием по отношению к костной щелочной фосфатазе, известно также его положительное влияние на ассимиляцию азота, углекислоты, биосинтез мышечных белков. Некоторые из добавляемых элементов активируют соответствующие ферменты, другие являются пластическим материалом.

Нормализующее влияние на обмен липидов оказывает добавление в корм холина, витаминов группы В, тиамина, метионина. Благодаря этим биологически активным соединениям не только существенно ограничивается липогенез, но и увеличивается прирост рыбы. Внесение лимитирующих микроэлементов приводит к экономии основных биогенных элементов вследствие лучшего их использования и продуктивного действия.

Эти данные следует иметь в виду при выборе микроэлементов и дозировок вносимых препаратов. В практике рыбоводства известно немало примеров случайного выбора микроэлементов и их концентраций для опытов на зарыбленных водоемах. Отсутствие учета биогеохимических факторов в лучшем случае ведет к получению противоречивых результатов, в худшем – к загрязнению экосистемы опасными ингредиентами. В отличие от ошибок в применении обычных удобрений, вызывающих, как правило, лишь снижение хозяйственных показателей, грубые ошибки в применении микроудобрений имеют более опасные последствия, поскольку микроэлементы способны аккумулироваться отдельными звеньями экоцепей и вызывать токсические эффекты.

В настоящее время не стоит вопрос: вносить или не вносить микроудобрения, особенно в случаях явного лимитирования по одному или нескольким элементам, но следует проявлять осмотрительность в выборе форм, используемых соединений, доз, режима и способов внесения микроудобрений в воду.

Химические элементы Cu, Zn, Fe, Mn, Co, присутствующие в микродозах, являются незаменимыми для жизни рыб. При их недостатке наблюдаются не только уменьшение скорости роста, но и аномальные явления у рыб.

Железо – важный химический элемент для жизни, который входит в состав гемоглобина. В воде железо содержится в форме Fe<sup>3+</sup> (окисное) и Fe<sup>2+</sup> (заокисное). Содержание закисного железа не должно превышать 0,05 мг/л.

Двухвалентное железо легко окисляется и переходит в трехвалентное. Токсичность железа усиливается с понижением pH воды. При pH ≤ 6 солей железа не должно быть в воде.

Элемент	Размерность	Диапазон
Железо	мг/л	<0,10
Магний	мг/л	15–30
Марганец	мкг/л	2–10
Цинк	мкг/л	<5
Медь	мкг/л:	
	щелочность < 100 мг/л щелочность > 100 мг/л	6 30
Кадмий	мкг/л:	
	щелочность < 100 мг/л щелочность > 100 мг/л	0,5 5
Селен	мкг/л	<10
Никель	мкг/л	100

В воде должны присутствовать микроэлементы в концентрациях, не превышающих данные, приведенные в табл. 8.

**Таблица 8. Предельно допустимые концентрации (ПДК) микроэлементов, рассеянных элементов и тяжелых металлов в воде рыбохозяйственных прудов и водоемов, мкг/л**

Элемент	ПДК	Элемент	ПДК
Алюминий	50	Никель	10
Барий	50	Ниобий	10
Бериллий	10	Олово	2000
Бром	200	Ртуть	Не допускается
Бор	17	Рубидий	14000
Ванадий	100	Свинец	100
Висмут	100	Селен	10
Вольфрам	700	Сера	1000
Галлий	100	Серебро	50
Германий	100	Стронций	2000
Железо	300	Сурьма	50
Индий	500	Таллий	2000
Золото	60	Теллур	10
Йод	100	Титан	100
Кадмий	5	Торий	400
Кобальт	10	Уран	600
Лантан	150	Фтор	1500
Литий	5000	Хлор	10
Марганец	100	Хром	500
Медь	10	Церий	150
Молибден	500	Цинк	10
Мышьяк	50	Цирконий	15000
Натрий	50000		

Примечание. Данная таблица составлена по справочнику Я. М. Грушко (1979) и по ОСТ-19 (1975).

### **1.8.3. Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП)**

Окислительно-восстановительные реакции зависят друг от друга. Их называют окислительно-восстановительным потенциалом. В УЗВ, как правило, находятся окисляющие вещества (озон, кислород) и восстанавливающие вещества (органические соединения в корме или экскрементах).

В УЗВ не применяется ОВП выше 400 мВ и ниже 200 мВ. Рекомендуемые значения ОВП 200–350 мВ (табл. 9).

Измерение ОВП дает косвенную концентрацию озона в воде. К прямому методу измерения озона относятся калориметрические тесты или спектрофотометрия.

**Таблица 9. Окислительно-восстановительный потенциал  
и возможные причины, объясняющие его значения**

-100–0 мВ	Восстановительная среда	Непригодная область для рыб, аэробных бактерий Оптимальна для анаэробных бактерий
0–150 мВ	Слабокислая среда	Плохо аэрируемая вода, постоянная угроза для жизни животных
150–250 мВ	Окислительная среда, аэриобизис	Хорошо аэрируемая вода, нормальные условия для жизни в УЗВ
250–350 мВ	Сильно окислительная среда	Очень хорошее снабжение кислородом, незначительное протекание или вообще полное отсутствие процессов восстановления
350–450 мВ	Завышенный ОВП	Экстремально аэрируемая вода и присутствие органической субстанции (достигается интенсивным озонированием)
450–600 мВ	Экстремально высокий ОВП	Достигается только посредством добавки сильного окислителя. Для УЗВ этот метод не пригоден. При данном ОВП происходит окисление кожного покрова рыб. Производит сильное обеззараживающее действие

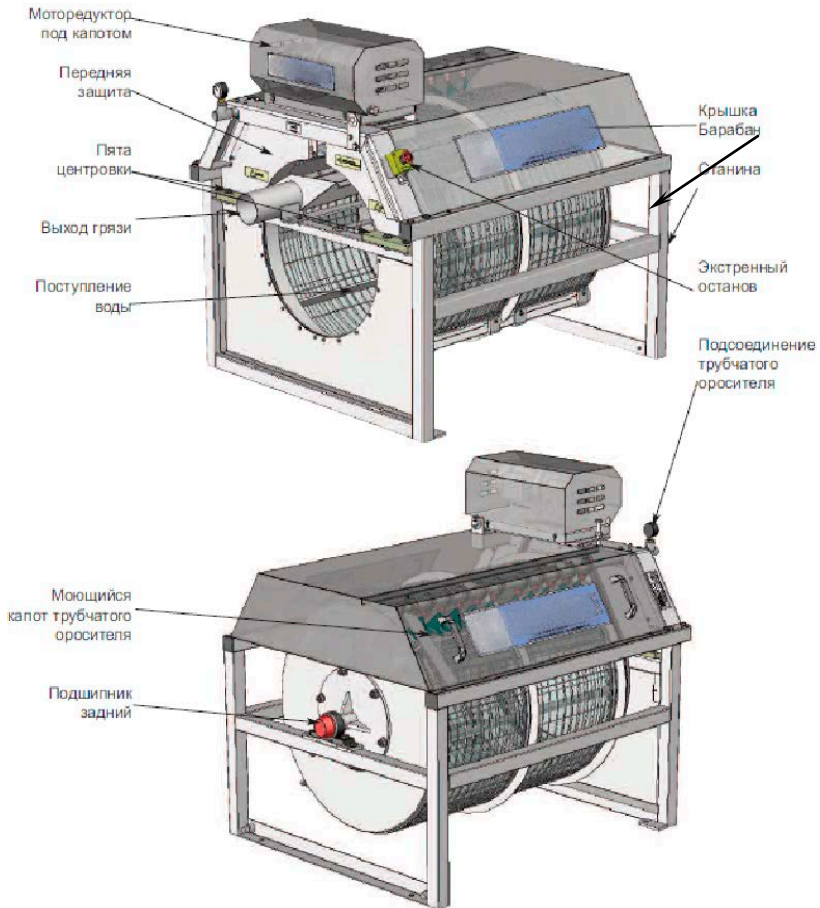
## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Общий вид рыбоводного промышленного комплекса УО БГСХА

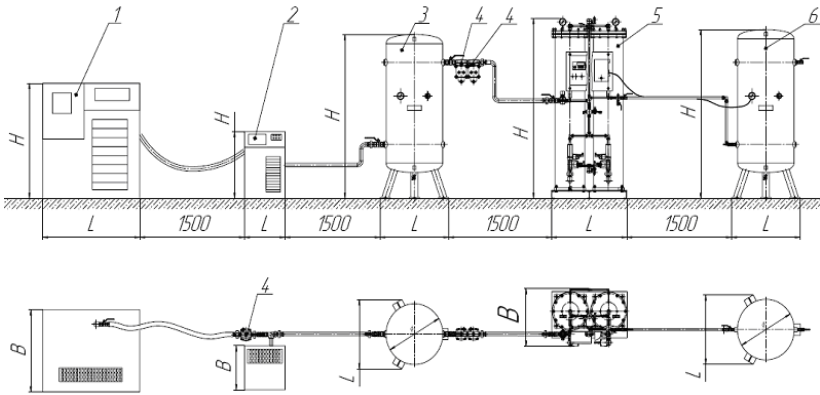


**Общий вид механического фильтра**



### Кислородная установка

Кислородная установка представляет собой готовое решение для выработки кислорода (при повышенном давлении) из атмосферного воздуха. Основой предлагаемых установок являются генераторы кислорода. Генератору кислорода для работы требуется сухой сжатый атмосферный воздух при давлении не менее 5 атм, поэтому в состав установки входит воздушный компрессор, а также осушитель и ресивер (если они не входят в состав компрессора). Исходный воздух также необходимо очищать от пыли и масла, что осуществляют специальные фильтры 4, входящие в состав установки или непосредственно генератора кислорода. Наконец, кислородный ресивер служит для накопления производственного газа.





№ позиции на схеме	1		2		3	5	6
Наименование оборудования	Компрессор		Осушитель		Ресивер воздушный	Генератор кислорода	Ресивер кислородный
Технические характеристики	<i>L×B×H</i> , мм	кВт/В/Гц/фазы	<i>L×B×H</i> , мм	кВт/В/Гц/фазы	<i>H/V</i> , мм/л	<i>L×B×H</i> , мм	<i>H/V</i> , мм/л
Установка 1	995×655×1045	7,5/400/50/3	350×500×450	0,3/230/50/1	1850/430	870×575×1405	1800/230
Установка 2	995×655×1045	11/400/50/3	370×500×764	0,67/230/50/1	1850/430	865×690×1840	1800/230
Установка 3	1330×815×1190	15/400/50/3	460×500×789	0,8/230/50/1	2200/900	865×630×2000	1850/430
Установка 4	1330×815×1190	18,5/400/50/3	460×500×789	1,07/230/50/1	2200/900	1020×740×2400	1850/430
Установка 5	1100×1390×1545	22/400/50/3	580×590×900	1,09/230/50/1	2200/900	1170×715×2415	2200/900
Установка 6	1100×1390×1545	30/400/50/3	580×590×900	1,45/230/50/1	2200/900	1800×1400×2430	2200/900

**Перечень рекомендуемого оборудования для выращивания  
рыбопосадочного материала радужной форели**

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Всего по строительству
1	2	3	4
<b>Оборудование для одного модуля инкубации – первого кормления, суточное потребление корма 14 кг</b>			
1	Лотки для инкубации – первого кормления размером 4000×580×180 мм (2,3 м <sup>2</sup> ), 7 поддонов на лоток. Материал: РР (полипропилен), цвет согласуется с заказчиком	шт.	54
2	Поддоны для икры для лотков. Материал: перфорированная нержавеющая сталь (углы отверстий скруглены для предотвращения травмирования икринок). Размеры отверстий 2×20 мм либо иные другие по согласованию с заказчиком	шт.	378
3	Вертикальные экраны в лотках. Материал: нержавеющая сталь	шт.	54
4	Каркасы для 6 лотков, 2 лотка располагаются один за другим и 3 лотка – один над другим. Материал: сталь с антикоррозийным покрытием	шт.	9
5	Впускной трубопровод к 54 лоткам. Поставляется комплектом из труб РР (полипропилен)	шт.	1
6	Сливной трубопровод от 54 лотков. Поставляется комплектом из труб РР (полипропилен)	шт.	1
7	Главная впускная труба Ø 90 мм для скорости расхода 30 м <sup>3</sup> /ч. Поставляется комплектом из труб РР (полипропилен)	шт.	1
8	Главная сливная труба Ø 160 мм для скорости расхода 30 м <sup>3</sup> /ч. Поставляется комплектом из труб ПВХ (поливинилхлорид)	шт.	1
9	Барабанный фильтр FAIVRE для скорости расхода 30 м <sup>3</sup> /ч с размером ячей 20 мкм, резервуар из нержавеющей стали, мощность электродвигателя 0,25 кВт, тип 2 панели (производство Франция)	шт.	1
10	Кислородный конус ОхуМат Тип ОС 1 для скорости расхода 30 м <sup>3</sup> /ч, диаметр 620 мм, высота 1740 мм. Вход Ø 90 мм, выход Ø 90 мм, вес 33 кг (производство Дания)	шт.	1
11	Датчик давления для сигнализации на наличие расхода воды к лоткам	шт.	1

## Продолжение прил. 4

1	2	3	4
12	Панель подачи-регулировки кислорода, включающая 1 расходомер и 1 регулирующий клапан	шт.	1
13	Датчики низкого-высокого уровня воды в насосно-фильтровальных колодцах	шт.	2
14	УФ-фильтр «на линии» для скорости расхода 24 м <sup>3</sup> /ч, 12 ламп по 55 Вт. Мощность 0,66 кВт. Плотность мощности 30000 μW/с/см <sup>2</sup> . Лампы УФ, производство Philips	шт.	1
15	Пластинчатый теплообменник на рециркуляционной воде для скорости расхода 10 м <sup>3</sup> /ч (производство Alfa Laval)	шт.	1
16	Рама капельного фильтра из нержавеющей стали с тканевым покрытием размером 1080×1080×1200 мм	шт.	1
17	Сопло 4" на капельном фильтре с соединительным трубопроводом	шт.	1
18	Вентилятор Ø 300 мм с регулировкой скорости-объема и креплением к кровле	шт.	1
19	Фильтрующий материал Bionet с удельной площадью поверхности 200 м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	1,2
20	Фильтр «плавающая подушка» размером 2000×1500×2200 мм (6,0 м <sup>3</sup> воды для 2,5 м <sup>3</sup> фильтрующего материала). Биофильтр «с кипящим» слоем)	шт.	1
21	Фильтрующий материал Bioflow с удельной площадью поверхности 800 м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	2,5
22	Рама аэрации-безопасности в колодце фильтра «плавающая подушка»	шт.	2
23	Воздуходувка ZDI 210 для 30 м <sup>3</sup> /ч, мощность 1,5 кВт, атмосферное давление на 200 мбар	шт.	1
24	Центробежный насос CALPEDA NM4 65/16CE к УФ-установке и капельному фильтру, подача 30 м <sup>3</sup> /ч, давление 0,60 бар, мощность 1,1 кВт (производство Италия)	шт.	1
25	Центробежный насос CALPEDA NM4 65/20BE к лоткам, подача 30 м <sup>3</sup> /ч, давление 1,16 бар, мощность 2,2 кВт; 1 насос резервный (производство Италия)	шт.	2
26	Центробежный насос CALPEDA NMD 20-140AE для барабанного фильтра, подача 2,4 м <sup>3</sup> /ч, давление 6,3 бар, мощность 1,5 кВт (производство Италия)	шт.	1

1	2	3	4
27	Дозирующий насос Grundfos для регулировки pH, этот насос соединен с pH-зондом для регулировки уровня pH путем дозирования гидроксида натрия (NaOH) (производство Дания)	шт.	1
<b>Оборудование для одного модуля подращивания из производственных модулей с фильтрационным оборудованием, для суточного потребления корма 90 кг</b>			
28	Серо-голубые бассейны для рыб HDPE Ø 4900 мм, высота 1200 мм. Полезный объем 18,8 м <sup>3</sup>	шт.	8
29	Центральное сливное устройство HDPE с экраном, соединение Ø 110 мм и Ø 500 мм и слив рыбы Ø 110 мм	шт.	8
30	Блокирующее устройство для рыб Ø 110 мм с трубопроводом от центрального слива за бассейн с жесткой муфтой 2 1/2" для присоединения рыбонасоса	шт.	8
31	Соединительная труба HDPE между центральным сливным устройством бассейна и главным сливом для скорости расхода 15 м <sup>3</sup> /ч, Ø 110 мм	шт.	8
32	Сливное устройство HDPE для скорости расхода 25 м <sup>3</sup> /ч, Ø 200 мм, Ø 160 мм и Ø 125 мм к центру с регулировкой	шт.	8
33	Вертикальная труба для регулировки уровня воды во время первого кормления для скорости расхода 15 м <sup>3</sup> /ч, Ø 110 мм	шт.	8
34	Экран из нержавеющей стали 500×500 мм для центрального слива с покрытием из нержавеющей стали, ячейки 2 мм	шт.	8
35	Экран из нержавеющей стали 110×500 мм с насадкой для центрального слива, ячейки 3 мм	шт.	8
36	Экран из нержавеющей стали 125×500 мм для трубы к центру, ячейки 2 мм	шт.	8
37	Экран из нержавеющей стали 125×500 мм для трубы к центру, ячейки 3 мм	шт.	8
38	Экран из нержавеющей стали 200×250 мм для сливного устройства, ячейки 2 мм	шт.	8
39	Экран из нержавеющей стали 200×250 мм для сливного устройства, ячейки 3 мм	шт.	8
40	Распылители кислорода – аэрокамни размером 155×30 мм, давление 1,7–2,4 бар, подача 62,5 г O <sub>2</sub> /ч (3 на бассейн для рыб)	шт.	24
41	Датчик высокого уровня воды в бассейнах для рыб	шт.	8
42	Датчик низкого-высокого уровня воды в насосно-фильтровальном колодце	шт.	2

## Продолжение прил. 4

1	2	3	4
43	Барабанный фильтр FAIVRE для скорости расхода 180 м <sup>3</sup> /ч с размером ячеей 30 мкм, резервуар из нержавеющей стали, мощность электродвигателя 0,37 кВт, тип 9 панелей (производство Франция)	шт.	1
44	Кислородный конус OxyMat Тип ОС 1 для скорости расхода 25 м <sup>3</sup> /ч, диаметр 620 мм, высота 1740 мм. Вход Ø 90 мм, выход Ø 90 мм, вес 33 кг (производство Дания)	шт.	8
45	Датчик давления для сигнализации на наличие расхода воды к бассейнам для рыб	шт.	8
46	Панель подачи-регулировки кислорода, включающая 1 расходомер и 1 регулирующий клапан	шт.	8
47	Кормораздатчики Argvotec с распылителями и баками для 20 кг корма	шт.	8
48	Опоры из нержавеющей стали для кормораздатчиков Argvotec	шт.	8
49	УФ-фильтр «на линии» для скорости расхода 48 м <sup>3</sup> /ч, 24 лампы по 55 Вт. Мощность 0,66 кВт. Плотность мощности 30000 мкВт/см <sup>2</sup> . Лампы УФ, производство Philips	шт.	1
50	Пластинчатый теплообменник на рециркуляционной воде для скорости расхода 10 м <sup>3</sup> /ч	шт.	1
51	Теплообменник на воздухе, выходящем из капельного фильтра	шт.	1
52	Рама капельного фильтра из нержавеющей стали с тканевым покрытием размером 2080×2080×1200 мм	шт.	1
53	Сопла 4" на капельном фильтре с соединительным трубопроводом	шт.	4
54	Вентилятор Ø 500 мм с регулировкой скорости объема и креплением к кровле	шт.	1
55	Фильтрующий материал Bionet с удельной площадью поверхности 200 м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	4,8
56	Фильтр «плавающая подушка» размером 4000×4000×2200 мм (32 м <sup>3</sup> воды для 15 м <sup>3</sup> фильтрующего материала)	шт.	1
57	Фильтрующий материал Bioflow с удельной площадью поверхности 800 м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	15
58	Рама аэрации-безопасности в колодце фильтра «плавающая подушка»	шт.	1
59	Воздуходувка ZDI 550 для 245 м <sup>3</sup> /ч, мощность 5,5 кВт, атмосферное давление 200 мбар	шт.	1
60	Приточный трубопровод к 8 бассейнам для рыб через реакторы	шт.	1

1	2	3	4
61	Сливная трубопроводная система от 8 бассейнов для рыб для скорости расхода 180 м <sup>3</sup> /ч	шт.	1
62	Центробежный насос CALPEDA NM4 100/20AE к УФ-установке и капельному фильтру, подача 180 м <sup>3</sup> /ч, давление 0,75 бар, мощность 5,5 кВт (производство Италия)	шт.	1
63	Центробежный насос CALPEDA NM4 100/25AE к бассейнам для рыб, подача 180 м <sup>3</sup> /ч, давление 1,34 бар, мощность 9,2 кВт; 1 насос резервный (производство Италия)	шт.	2
64	Центробежный насос CALPEDA NMD 25-190 BE для барабанного фильтра, подача 2,4 м <sup>3</sup> /ч, давление 7,6 бар, мощность 3,0 кВт (производство Италия)	шт.	1
65	Дозирующий насос Grundfos для регулировки pH, этот насос соединен с pH-зондом для регулировки уровня pH путем дозирования гидроксида натрия (NaOH) (производство Дания)		
<b>Оборудование для двух выростных модулей из производственных модулей с фильтрационным оборудованием, суточное потребление корма 600 кг</b>			
66	Серо-голубые бассейны для рыб HDPE Ø 4900 мм, высота 1200 мм. Полезный объем 18,8 м <sup>3</sup>	шт.	40
67	Центральное сливное устройство HDPE с экраном, соединение Ø 110 мм и Ø 500 мм и слив рыбы Ø 110 мм	шт.	40
68	Блокирующее устройство для рыб Ø 110 мм с трубопроводом от центрального слива за бассейн с жесткой муфтой 4" для присоединения рыбонасоса	шт.	40
69	Соединительная труба HDPE между центральным сливным устройством бассейна и главным сливом для скорости расхода 15 м <sup>3</sup> /ч, Ø 110 мм	шт.	40
70	Сливное устройство HDPE для скорости расхода 30 м <sup>3</sup> /ч, Ø 200 мм, Ø 160 мм и Ø 125 мм к центру с регулировкой	шт.	40
71	Экран из нержавеющей стали 500×500 мм для центрального слива с покрытием из нержавеющей стали, ячейки 8 мм	шт.	40
72	Экран из нержавеющей стали 110×500 мм с насадкой для центрального слива, ячейки 3 мм	шт.	20
73	Экран из нержавеющей стали 110×500 мм с насадкой для центрального слива, ячейки 5 мм	шт.	40
74	Экран из нержавеющей стали 125×500 мм для трубы к центру, ячейки 3 мм	шт.	20
75	Экран из нержавеющей стали 125×500 мм для трубы к центру, ячейки 5 мм	шт.	40

1	2	3	4
76	Экран из нержавеющей стали 200×250 мм для сливного устройства, ячейки 3 мм	шт.	40
77	Экран из нержавеющей стали 200×250 мм для сливного устройства, ячейки 5 мм	шт.	40
78	Распылители кислорода – аэрокамни размером 155×30 мм, давление 1,7–2,4 бар, подача 62,5 г О <sub>2</sub> /ч (3 на бассейн для рыб)	шт.	120
79	Датчик высокого уровня воды в бассейнах для рыб	шт.	40
80	Датчик низкого-высокого уровня воды в насосно-фильтровальном колодце	шт.	4
81	Барабанный фильтр FAIVRE для скорости расхода 600 м <sup>3</sup> /ч с размером ячеек 30 мкм, резервуар из нержавеющей стали, мощность электромотора 1,1 кВт, тип 28 панелей (производство Франция)	шт.	2
82	Кислородный реактор HDPE для скорости расхода 300 м <sup>3</sup> /ч, диаметр 1000 мм, высота 3000 мм. Вход Ø 200 мм, выход Ø 200 мм	шт.	4
83	Датчик давления для сигнализации на наличие расхода воды к бассейнам для рыб	шт.	4
84	Панель подачи-регулировки кислорода, включающая 4 расходомера и 2 регулирующих клапана	шт.	2
85	Кормораздаточная система-робот Argvotec с двумя баками для разных размеров гранул корма на 20 бассейнов при полном суточном кормлении 600 кг, с бункерами для складирования корма и подачи со склада к роботам	шт.	1
86	УФ-фильтр «на линии» для скорости расхода 48 м <sup>3</sup> /ч, 24 лампы по 55 Вт. Мощность 0,66 кВт. Плотность мощности 30000 μW/с/см <sup>2</sup> . Лампы УФ, производство Philips	шт.	2
87	Пластинчатый теплообменник на рециркуляционной воде для скорости расхода 10 м <sup>3</sup> /ч	шт.	2
88	Теплообменник на воздухе, выходящем из капельного фильтра	шт.	2
89	Рама капельного фильтра из нержавеющей стали с тканевым покрытием размером 6580×2580×1200 мм	шт.	1
90	Сопла 4" на капельном фильтре с соединительным трубопроводом	шт.	24
91	Вентилятор Ø 500 мм с регулировкой скорости-объема и креплением к кровле	шт.	4
92	Фильтрующий материал Bionet с удельной площадью поверхности 200 м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	39

Продолжение прил. 4

1	2	3	4
93	Фильтр «плавающая подушка» размером 7000×7000×2200 мм (98 м <sup>3</sup> воды для 45 м <sup>3</sup> фильтрующего материала)	шт.	2
94	Фильтрующий материал Bioflow с удельной площадью поверхности 800 м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	90
95	Рама аэрации-безопасности в колодце фильтра «плавающая подушка»	шт.	2
96	Воздуходувка ZDI 1100 для 960 м <sup>3</sup> /ч, мощность 13 кВт, атмосферное давление 200 мбар	шт.	2
97	Приточный трубопровод к 20 бассейнам для рыб через реактор	шт.	2
98	Сливная трубопроводная система от 20 бассейнов для рыб для скорости расхода 300 м <sup>3</sup> /ч	шт.	2
99	Центробежный насос CALPEDA NM4 125/25EE к УФ-установке и капельному фильтру, подача 240 м <sup>3</sup> /ч, давление 0,44 бар, мощность 5,5 кВт (производство Италия)	шт.	2
100	Центробежный насос CALPEDA NM4 100/25AE к бассейнам для рыб, подача 300 м <sup>3</sup> /ч, давление 1,24 бар, мощность 15 кВт; 2 насоса резервные (производство Италия)	шт.	6
101	Центробежный насос CALPEDA NMD 25-190 BE для барабанного фильтра, подача 2,4 м <sup>3</sup> /ч, давление 7,6 Бар, мощность 3,0 кВт (производство Италия)	шт.	2
102	Дозирующий насос Grundfos для регулировки pH, этот насос соединен с pH-зондом для регулировки уровня pH путем дозирования гидроксида натрия (NaOH) (производство Дания)	шт.	2
<b>Общее оборудование для всех производственных модулей</b>			
103	Автоматическое управление системой кормораздачи Argvotec для двух роботов и восьми индивидуальных кормушек над бассейнами для рыб	шт.	1
104	Электрораспределительный щит с аварийной сигнализацией для систем инкубации, первого кормления и подращивания	шт.	1
105	Электрораспределительный щит с аварийной сигнализацией для двух выростных систем	шт.	1
106	Электрораспределительный щит для модуля сточной воды	шт.	1
107	Электросоединения от распределительных щитов к оборудованию HESY	шт.	1
108	Аварийный электрогенератор мощностью 400 кВА с автозапуском	шт.	1



1	2	3	4
109	Двойной комплект кислородного генератора ОхуMat O70 (Есо версия 1), воздушный буфер 2×320 л, кислородный буфер 2×320 л, 2 компрессора GA 11, 2 сушилки АСТ 40. Двойной комплект генератора предназначен для производства кислорода в количестве 32 кг/ч (400 л/мин) с частотой 92 %, мощностью 30 кВт	шт.	1
110	Участок заполнения баллонов, присоединенный к комплекту генератора, для 4 баллонов в сутки	шт.	1
111	Система Оху Guard Commander: блок регулировки кислорода/pH, включающий 48 датчиков DO/температуры в бассейнах, 4 датчика DO/температуры в главном сливном расходе, 4 датчика pH в главном сливном потоке	шт.	1
112	Установка теплонасоса «вода – вода» для обогрева и охлаждения технологической воды системы, с соединениями к четырем пластинчатым теплообменникам, трем теплообменникам на выходе воздуха из капельного фильтра, одному теплообменнику на выходе из скважины и к одной трубе теплообменника в колодце сточной воды мощностью 20 кВт, с семью насосами по 0,3 кВт для теплообменников. Подача воды из скважины 15 м <sup>3</sup> /ч	шт.	1
113	Подающий водопровод от главного соединения к 4 насосным колодцам через 4 расходомера и 4 УФ-излучателя. После УФ-излучателя линия разделяется на два соединения: одно с ручным клапаном, второе – с поплавковым	шт.	1
114	Озонирование входящей воды для расхода 15 м <sup>3</sup> /ч. Озон впрыскивается в нагнетательную линию глубинного насоса. Вода прокачивается в водохранилище местной поставки вместимостью 15 м <sup>3</sup> . Вода течет во второе водохранилище местной поставки вместимостью 15 м <sup>3</sup> с аэрацией. Над резервуаром вентилятор нагнетает воздух. На сливе расположен датчик для обнаружения озона. Из этого резервуара аэрированная вода поступает ко всем модулям через УФ-системы. Все материалы должны быть озоноустойчивы. Озоновая установка состоит: из генератора озона; кислородного генератора, приводимого в движение компрессором; полностью электрической системы управления; впрыскивателя; насоса; вентилятора, сопровождающего охлаждение воздуха; подсвеченных переключателей, показывающих производство озона и перебои	шт.	1

1	2	3	4
115	Подающий водопровод от главного соединения к соединению 1-го этапа и к двум колодцам барабанных фильтров через два расходомера и два УФ-излучателя. После УФ-излучателя линия разделяется на два соединения: одно с ручным клапаном, второе – поплавковым	шт.	1
116	Водомеры для скорости расхода до 5 м <sup>3</sup> /ч	шт.	4
117	Клапан регулировки воды в насосных колодцах для регулировки входящей воды	шт.	4
118	УФ-фильтр «на линии» для скорости расхода от 1,5 до 10 м <sup>3</sup> /ч, 8 ламп по 55 Вт. Мощность 0,66 кВт. При расходе 5 м <sup>3</sup> /ч плотность мощности 100000 мW/с/см <sup>2</sup> . Лампы УФ, производство Philips	шт.	4
119	Кислородный трубопровод от генератора кислорода к 11 панелям, 48 бассейнам для рыб, 13 реакторам	шт.	1
120	Трубопроводная система от приемков: 48 бассейнов для рыб и 4 барабанных фильтра обработки сточной воды	шт.	1
121	Frost Chiller (модель 9) для охлаждения входящей воды. Мощность охлаждения 9 кВт, электрическое соединение 2,9 кВт. Размеры 505×441×1190 мм. Соединен с входящей водой	шт.	1
<b>Комплект модуля денитрификации/дефосфации (система очистки сточной воды)</b>			
122	Колодец-сборник сточной воды вместимостью 30 м <sup>3</sup>	шт.	1
123	Колодец-сборник сухого шлама вместимостью 30 м <sup>3</sup>	шт.	1
124	Соединение с прудом или канализацией Ø 1610 мм	шт.	1
125	Отстойник или соединение с канализацией для слива воды	шт.	1
126	Погружной насос 80U2.75-51, мощность 0,51 кВт, подача 10 м <sup>3</sup> /ч, давление 0,7 бар	шт.	1
127	Приточный фильтр HDPE размером 2000×3200 мм для денитрификации, вход Ø 90 мм, выход Ø 110 мм, дренаж Ø 75 мм	шт.	1
128	Каркас из нержавеющей стали и экраны в приточном фильтре HDPE 2000×3200 мм	шт.	1
129	Фильтрующий материал Bionet с удельной площадью поверхности 200 м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	6,6
130	Блок смешивания с двумя отделениями вместимостью 1 м <sup>3</sup> с двумя смесителями, мощность 0,18 кВт	шт.	1

## Продолжение прил. 4

1	2	3	4
131	Дозирующий насос для полимера	шт.	1
132	Дозирующий насос для хлорида железа	шт.	1
133	Блок подготовки раствора полимера	шт.	1
134	Ленточный фильтр для отделения грязной сточной воды для средней скорости расхода 10 м <sup>3</sup> /ч	шт.	1
135	Насосный колодец для насоса промывной воды с поплавковым клапаном	шт.	1
136	Центробежный насос для ленточного фильтра NMD 25/190BE, подача 3 м <sup>3</sup> /ч, давление 7,5 бар, мощность 3,0 кВт	шт.	1
137	Воздуходувка для аэрации и промывки приточного фильтра, мощность 2,2 кВт	шт.	1
<b>Рабочее оборудование для всей системы</b>			
138	Компьютер с модемом и программами для управления кормлением и пр.	шт.	1
139	Прибор измерения кислорода и температуры Handy Polaris	шт.	2
140	Прибор измерения pH Handy	шт.	2
141	Комплект тестов воды на NH <sub>4</sub>	шт.	1
142	Комплект тестов воды на NO <sub>2</sub>	шт.	1
143	Комплект тестов воды на NO <sub>3</sub>	шт.	1
144	Комплект двухручных сетей	шт.	2
145	Микроскоп/стереомикроскоп с принадлежностями	шт.	1
146	Погружной насос GM10 мощностью 0,3 кВт для общих нужд	шт.	1
147	Сортировщик Faivre Helios 20, 3 выхода Ø 125 мм	шт.	1
148	Весы-тележка со шкалой 0–2000 кг	шт.	1
149	Пластиковые транспортировочные резервуары вместимостью 750 л для внутренней транспортировки рыбы	шт.	4
150	Счетчик VAKI Nano 10009 одноканальный	шт.	1
151	Рыбонасос Mastusaka Z 65 Ls для рыб массой от 0,2 до 50 г, подача до 4000 кг/ч	шт.	1
<b>Запасное оборудование</b>			
152	Погружной насос 80U2.75-51, мощность 0,75 кВт	шт.	1
153	Центробежный насос NM4 65/16CE, мощность 1,1 кВт	шт.	1
154	Центробежный насос NM4 100/20AE, мощность 5,5 кВт	шт.	1
155	Центробежный насос NM4 125/25EE, мощность 5,5 кВт	шт.	1

## Окончание прил. 4

1	2	3	4
156	Центробежный насос NMD 25-190BE, мощность 3 кВт	шт.	1
157	Центробежный насос NMD 20-140AE, мощность 1,5 кВт	шт.	1
158	Воздуходувка ZDI 1100, мощность 13 кВт	шт.	1
159	Воздуходувка ZDI 550, мощность 5,5 кВт	шт.	1
160	Воздуходувка ZDI 2100, мощность 1,5 кВт	шт.	1
161	Дозирующий насос для полимера	шт.	1
162	Дозирующий насос для хлорида железа	шт.	1
163	Дозирующий насос для гидроксида натрия (NaOH) для регулировки pH	шт.	1
164	Комплект запасных частей для генератора кислорода	шт.	1
165	Комплект запасных частей для генератора мощностью 400 кВт	шт.	1

## Система управления, контроля и видеонаблюдения

### Структура системы

Каждый бассейн оборудован датчиками кислорода и температуры и кормушкой (с увеличенной зоной разбрасывания) 1 с блоком управления 2 (рис. 1). Бесперебойное питание и информационный интерфейс каждой кормушки идут со щита управления 3, соединенного с управляющим компьютером 4, который, в свою очередь, по локальной сети соединен с сервером системы. Сервер системы 5 имеет подключение к Интернету и статический IP-адрес. Удаленные компьютеры 6 через Интернет связываются с сервером системы, и с помощью ПО можно наблюдать за работой оборудования для кормления на рыбозаводе.

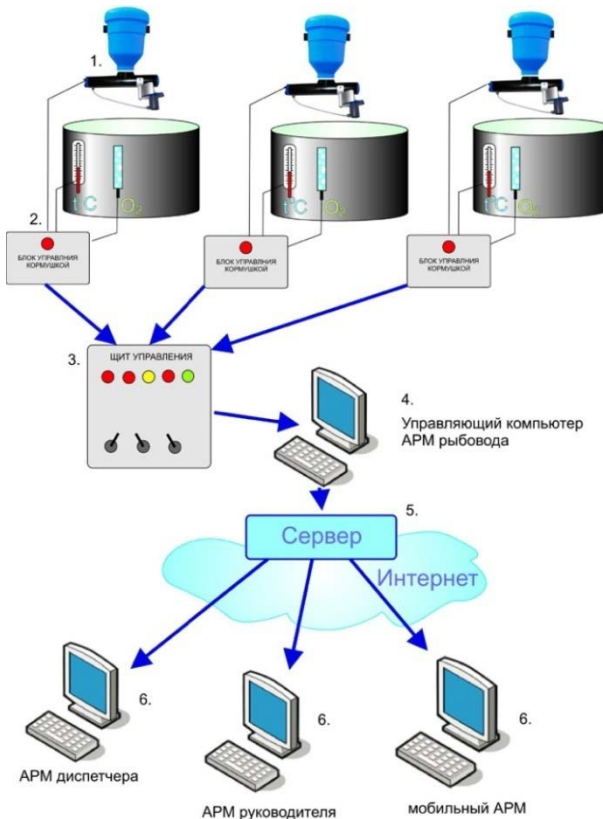


Рис. 1. Структура системы управления, контроля и видеонаблюдения

### *Аналитическая информация*

Применение автоматизированной системы кормления, с управлением от компьютера, позволит (годами) накапливать программное обеспечение и формировать отчеты для анализа эффективности генетического материала (икры) с учетом скорости роста, полезного выхода, массы израсходованного корма, смертности и качества рыбы. Данные о процессе и результатах выращивания молоди можно сравнивать между собой (по циклам) и принимать объективное решение о применении нужного типа икры.

Объективный учет расхода корма и массы рыбы при выращивании определенного типа молоди позволит дать оценку эффективности применяемой марки корма и его качеству.

Накопленные данные позволят составлять прогнозы, оценивать риски и принимать обоснованные решения при закладке очередной партии рыбы, основываясь на результатах предыдущих циклов выращивания. Это позволит экспериментировать на одном или нескольких бассейнах, сравнивать результаты и с каждым циклом находить варианты экономии, повышая таким образом эффективность производства. По желанию заказчика возможен дополнительный аналитический вариант по экономике предприятия.

Перечисленные функции доступны с удаленного компьютера.

### *Состояние процесса выращивания рыбы*

На экране компьютера отображается графический план (мнемосхема) завода с расположением бассейнов с рыбой и кормушек (рис. 2).

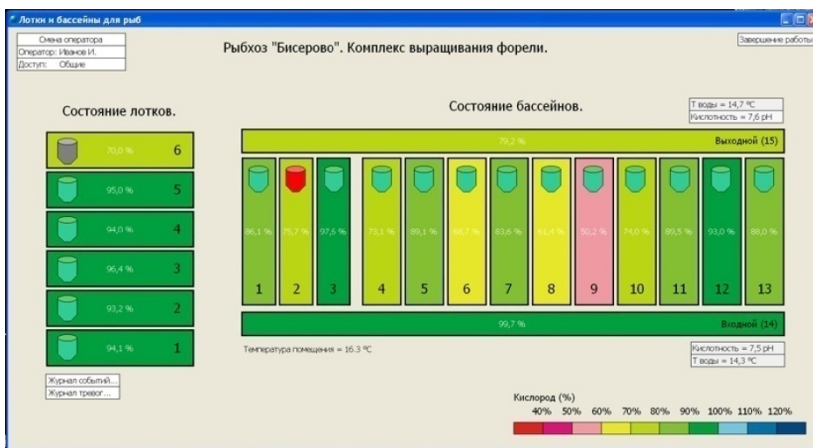


Рис. 2. Графический план рыбозавода

В режиме реального времени отображаются:

1. Состояние кормушки:

- Норма;
- Неисправность блока управления;

- Неисправность «обрыв кабеля до мотора кормушки»;
  - Неисправность «замыкание мотора кормушки».
2. Текущие параметры воды в бассейне:
    - Температура;
    - Содержание кислорода;
    - Кислотность.
  3. Текущие параметры плана кормления:
    - Количество дней кормления;
    - Суммарный вес израсходованного корма;
    - Вес корма, израсходованного за текущие сутки;
    - Суточный процент прироста суточного рациона кормления;
    - Тип и размер используемого корма;
  4. Параметры кормушки:
    - Серийный номер кормушки;
    - Индивидуальные настройки кормления и калибровки кормушки.

### Технология запуска биологического фильтра

Биологическая фильтрация – это многостадийный, многоступенчатый процесс, полностью аналогичный самоочистке природных водоемов и осуществляющийся разнообразными бактериями. Первой стадией является минерализация. Специализированные бактерии – гетеротрофы переводят органические азотсодержащие вещества (экскременты рыб, остатки несъеденного корма, мочевины и т. п.) в неорганические, в основном в аммиак. Следующая стадия – нитрификация аммиака и перевод его в нитрит, а далее в малотоксичный для рыб нитрат осуществляется другими группами литотрофных бактерий, таких как *Nitrobacter*, *Nitrospina*, *Nitrosomonas* (рис. 1). Для рода *Nitrobacter* возможен миксотрофный рост. Основным источником энергии служит нитрит. В присутствии нитрита и органических веществ часто происходит двухфазный рост: сначала клетки используют нитрит, а затем окисляют органическое вещество. Энергия, выделяющаяся при окислении аммиачного азота до нитратного, используется бактериями для ассимиляции углекислого газа и для других эндотермических процессов.

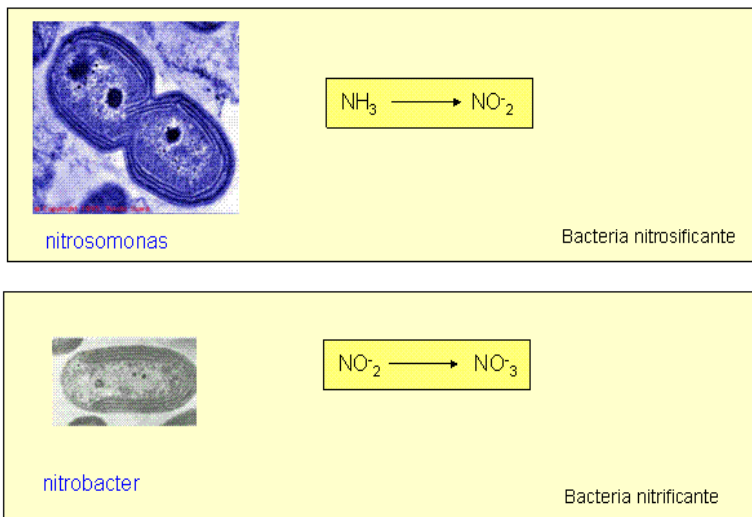


Рис. 1

Существуют также бактерии прокариоты, которые переводят нитраты в нейтральный азот и совсем выводят его из круговорота веществ в аквасистеме. Этот процесс называется денитрификацией (протекает в анаэробной среде, т. е. без участия кислорода, при достаточно высокой температуре), он используется крайне редко, вследствие того, что удалять нитраты разбавлением более выгодно экономически.

Первые две стадии и составляют суть биофильтрации – особые группы бактерий занимаются переработкой ядовитых соединений азота (аммиака и нитритов) в значительно менее ядовитые нитраты.



Следует отметить, что бактерии-нитрификаторы чувствительны к кислой среде. Область значений pH, при которых наблюдается рост разных видов и штаммов нитрифицирующих бактерий, приходится на 6,0–8,6, а оптимальное значение pH чаще всего 7,0–7,5. Известны штаммы, имеющие температурный оптимум 26 или около 40 °С, и штаммы, довольно быстро растущие при 4 °С.

Все известные нитрифицирующие бактерии являются облигатными аэробами. Но так как заметного снижения работы бактерий при снижении содержания кислорода в воде до 3 мг/л не происходит, а для выращиваемой рыбы это уже критические значения, то дополнительно в биофильтр вводить кислород не нужно.

### *Запуск нового биофильтра*

Запуск нового биофильтра преследует своей целью заселение субстрата колониями минерализующих и нитрифицирующих бактерий (рис. 2).

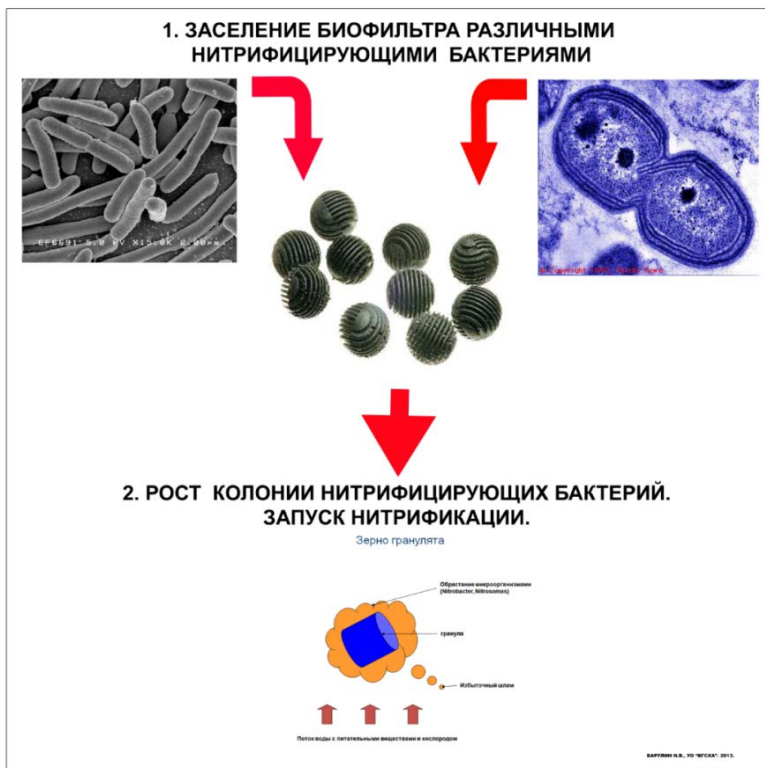


Рис. 2

Бактерии этих видов присутствуют практически повсюду, и если в биофильтр попадает аммоний  $\text{NH}_4^+$ , то это вызывает развитие колоний бактерий *Nitrosomonas*. В результате окислительной деятельности бактерий *Nitrosomonas* в воде появляется нитрит  $\text{NO}_2^-$ , служащий питанием для бактерий рода *Nitrobacter*, окисляющих нитрит до нитрата  $\text{NO}_3^-$ . Как и для всего живого, им требуется время для своего размножения и наращивания биомассы, достаточной для окисления поступающих из рыбоводных емкостей (бассейнов) загрязнений. Чем больше загрязнений в единицу времени поступает из бассейнов, тем большая биомасса активного ила требуется для их окисления. Причем процесс развития бактерий-окислителей связан со значительными изменениями гидрохимического режима.

Картина изменения концентраций аммония, нитрита и нитрата в процессе запуска биофильтра приведена на рис. 3.

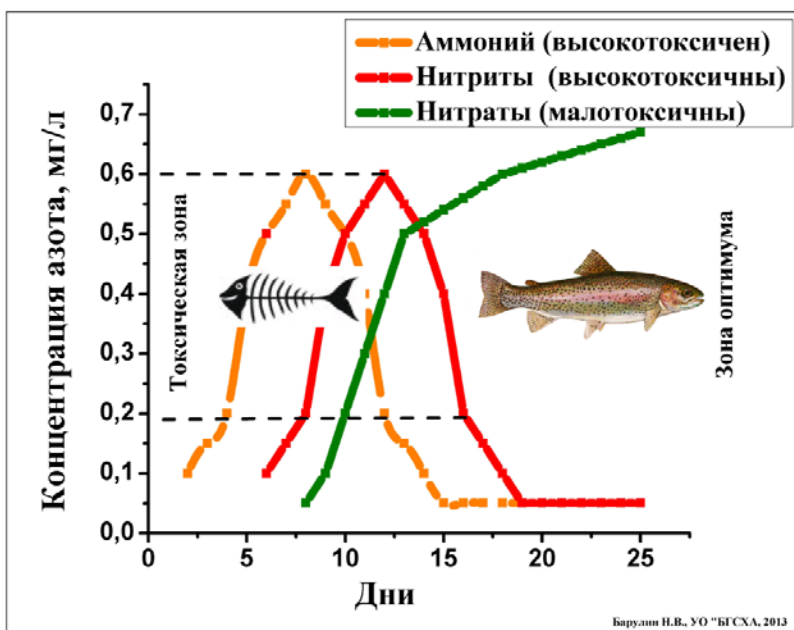


Рис. 3

Нормальный срок завершения процесса формирования колоний нитрифицирующих бактерий в биофильтре составляет 30–40 сут при температуре 20 °С. Но выход на установленный режим биофильтров в установках для выращивания холодолюбивых рыб растягивается до 1–2 мес, а в соленой воде – до 2–3 мес.

При небольших плотностях посадки рыбы (2–3 кг/м<sup>3</sup>) запуск биофильтра проходит без затруднений, так как уровень концентрации токсичных продуктов не успевает возрасти до предельных значений. После формирования токсичных колоний бактерий нагрузка на биофильтр может плавно увеличиваться. О формировании колоний бактерий судят по

изменению концентрации нитрата  $\text{NO}_3^-$ . Если концентрация нитрата растёт, значит, бактерии рода *Nitrobacter* действуют.

Ускоренный запуск биофильтра проходит при частичной заправке его субстратом из функционирующего биофильтра. Это очень просто выполнить при сыпучем субстрате (гранула, щебенка, гравий). Но перед проведением этой процедуры следует провести тщательный санитарно-ветеринарный мониторинг хозяйства, с которого планируется брать культуру бактерий, так как с субстратом можно занести в аквасистему различные заболевания, в том числе и вирусные.

После монтажа системы УЗВ не следует сразу высаживать в нее объекты выращивания. Предварительно необходимо заполнить водой и промыть всю систему циркуляции, проверить работу всех ее элементов. Как правило, в этот момент выявляются все недостатки монтажных работ, протечки в соединениях и строительно-монтажных швах, недостаточная герметичность запорной арматуры и т. п. Рекомендуемый срок такой опытной эксплуатации составляет 2–3 нед, после чего воду из системы необходимо слить, заполнить ее свежей водой и приступить к пусковому периоду эксплуатации биоочистки.

Как уже говорилось, при небольших плотностях посадки рыбы проблем с запуском биофильтра не возникает. И после того как происходит устойчивое накопление нитратов в системе, а аммонийный азот и нитриты опускаются до оптимальных значений, можно еще подсаживать биомассу рыбы, но не более половины от существующей в неделю, и корректировать кормление по результатам анализов воды. То есть если в установке биомасса рыбы была на уровне  $5 \text{ кг/м}^3$  и биофильтр заработал, то в течение последующей недели можно подсадить до  $2,5 \text{ кг/м}^3$  рыбы и т. д. до необходимой плотности посадки. Таким образом, этот способ запуска биофильтра, при возможности его применения, наиболее предпочтительный, так как на биофильтре развиваются штаммы, приспособленные именно к данным видам загрязнений.

После выхода биофильтра на проектную мощность следует избегать сильных колебаний в кормлении, так как резкое снижение кормления может вызвать отмирание биологической пленки, что чревато, во-первых, вторичным загрязнением биофильтра вследствие переработки отмерших бактерий оставшимися (своеобразный «нитритный всплеск»), а во-вторых, возобновлением процесса наращивания бактериальной массы.

При запуске биофильтра с рыбой, как видно из рис. 3, сначала повышается концентрация аммонийного азота, затем нитритного, а после нитратного.

Аммонийный азот сам по себе не сильно токсичен для рыб, но при повышении рН более 7 он переходит в очень токсичный аммиак (табл. 1), концентрация которого не должна превышать сотых долей миллиграмма на литр. При повышенной концентрации аммиака в воде рыба не может полноценно выводить его из организма и помимо общего отравления происходит разрушение жаберного эпителия, куда проникает секундарная инфекция, в результате чего отравившаяся рыба еще и болеет. Чтобы снизить токсическое действие аммиака при запуске биофильтра с рыбой, нужно регулировать рН воды в системе, медленно добавляя раствор соляной кислоты (х. ч.), желательнее с помощью автоматических дозаторов корректировки рН. Однако следует помнить, что кислая среда неблагоприятно влияет на рост нитрифицирующих бактерий, поэтому при высоких концентрациях солей аммония рН следует поддерживать на уровне 7.

Таблица 1. Содержание свободного аммиака в растворах гидроксида аммония при различных значениях pH и температуры, %

Температура, °С	Активная реакция среды (pH)								
	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
0	0,0083	0,026	0,083	0,261	0,82	2,55	7,64	20,7	45,3
1	0,0090	0,028	0,090	0,284	0,89	2,77	8,25	22,1	47,3
2	0,0098	0,031	0,098	0,308	0,97	3,00	8,90	23,6	49,4
3	0,0106	0,336	0,106	0,335	1,05	3,25	9,60	25,1	51,5
4	0,0115	0,036	0,115	0,363	1,14	3,52	10,30	26,7	53,5
5	0,0125	0,040	0,125	0,394	1,23	3,80	11,10	28,3	55,6
6	0,136	0,043	0,135	0,427	1,34	4,10	11,90	30,0	57,6
7	0,147	0,046	0,147	0,462	1,45	4,44	12,80	31,7	59,5
8	0,0159	0,050	0,159	0,501	1,57	4,79	13,70	33,5	61,4
9	0,0172	0,054	0,172	0,542	1,69	5,16	14,70	35,3	63,3
10	0,0186	0,058	0,186	0,586	1,83	5,56	15,70	37,1	65,1
11	0,0201	0,064	0,201	0,633	1,97	5,99	16,80	38,9	66,8
12	0,0218	0,069	0,217	0,684	2,13	6,44	17,90	40,8	68,5
13	0,0235	0,074	0,235	0,738	2,30	6,92	19,00	42,6	70,2
14	0,0254	0,080	0,253	0,793	2,48	7,43	20,20	44,5	71,7
15	0,0274	0,087	0,273	0,859	2,67	7,97	21,50	46,4	73,3
16	0,0295	0,093	0,294	0,925	2,87	8,54	22,80	48,3	74,7
17	0,0318	0,101	0,317	0,996	3,08	9,14	24,10	50,2	76,1
18	0,0343	0,108	0,342	1,070	3,31	9,78	25,50	52,0	77,4
19	0,0369	0,117	0,368	1,150	3,56	10,50	27,00	53,9	78,7
20	0,0397	0,125	0,396	1,250	3,82	11,20	28,40	55,7	79,9
21	0,0427	0,135	0,425	1,330	4,10	11,90	29,90	57,5	81,0
22	0,0459	0,145	0,457	1,430	4,39	12,70	31,50	59,2	82,1
23	0,0493	0,150	0,491	1,540	4,70	13,50	33,00	60,9	85,2
24	0,0530	0,167	0,527	1,650	5,03	14,40	34,60	62,6	84,1
25	0,0569	0,180	0,566	1,770	5,38	15,30	36,30	64,3	85,1
26	0,6100	0,193	0,607	1,890	5,75	16,20	37,90	65,9	85,9
27	0,6540	0,207	0,651	2,030	6,15	17,20	39,60	67,4	86,8
28	0,0701	0,220	0,697	2,170	6,56	18,20	41,20	68,9	87,5
29	0,0752	0,237	0,747	2,320	7,00	19,20	42,90	70,4	88,3
30	0,0805	0,254	0,799	2,480	7,46	20,30	44,60	71,8	89,0

Нитритный азот также токсичен для рыб. Его оптимальное содержание в воде – десятые доли миллиграмма на литр. Нитритный токсикоз вызывает у рыб окисление феррогемоглобина в ферригемоглобин, влияет на ткани и сосудистую систему, а также на липидный и жирокислотный состав молоди рыб. Токсичность нитритов зависит от температуры, концентрации кислорода и хлоридов.

Ионы хлора снижают токсичность нитритов. Так, присутствие NaCl в концентрации 200 г/л в 3 раза снижает токсичность нитритов для молоди стальноголового лосося. Снизить токсическое действие нитритов можно внесением хлорида натрия в сочетании с хлоридом кальция из расчета 5 мг Cl<sup>-</sup>/м<sup>3</sup> на каждые 0,1 г нитритного азота в 1 м<sup>3</sup> воды. При отсутствии хлорида кальция дозу поваренной соли увеличивают до 8 г/м<sup>3</sup>.

Нитратный азот не столь токсичен для рыб. Его концентрация может доходить до десятков, а по некоторым данным до сотен миллиграммов на литр без видимого вреда для рыбы. Впрочем, при высоких концентрациях и низких значениях pH нитриты переходят в азотную кислоту и могут раздражать кожные покровы. Из УЗВ нитраты удаляются в основном за счет разбавления свежей подпиточной водой, в результате чего, собственно, и устанавливается лимит подпиточной воды современных УЗВ в 5–10 %.

В идеале пусковой период сооружений биологической очистки в УЗВ следует проводить заблаговременно, когда в рыбоводных емкостях еще нет гидробионтов. Это позволяет избежать риска губительного воздействия на них высоких концентраций аммиака и нитритов в момент формирования биоценоза активного ила. В этом случае в качестве источника загрязнений (органического и аммонийного питания для развития бактерий) в систему циркуляции следует вносить какую-либо органику и минеральные соли, например хлорид аммония, другие искусственные питательные среды. Но у этого метода может быть недостаток, выраженный в том, что, видимо, развиваются не совсем те штаммы бактерий, которые сопровождают работу биофильтра с рыбой, и при вселении гидробионтов происходит некоторая разбалансировка в работе биофильтра.

Для подкормки нитрифицирующих бактерий, особенно в начальный период, в воде необходимо поддерживать концентрацию ионов аммония в пределах 1–3 мг/л. Для создания концентрации ионов аммония на уровне 1 мг/л необходимо добавить 3,8 г хлорида аммония на 1 м<sup>3</sup> воды. После того как заработают колонии бактерий и начнется снижение аммония, раствор солей аммония необходимо добавлять не реже 1 раза в сутки. Во время безрыбного запуска биофильтра подпитку свежей водой проводить не следует.

Для подкормки гетеротрофных бактерий необходимо добавлять комбикорм для рыб, желателно такой же, которым будет кормиться рыба, из расчета 0,1–0,2 кг/м<sup>3</sup> воды в системе в сутки. Перед внесением комбикорма следует замочить в горячей воде для размягчения, а затем сделать из него жидкую суспензию и только после этого добавлять в воду, так как если бросать неразмягченные гранулы, то они не будут успевать растворяться, особенно при невысоких температурах, и покроются плесневыми грибами рода *Saprolegnia*.

В конце запуска биофильтр должен перерабатывать 4–5 кг аммонийного азота на тонну молоди форели и 0,7 кг на тонну товарной рыбы в сутки. Переработкой данного количества солей аммония определяется окончание пускового периода биофильтра. Так как в различных хозяйствах в разные периоды года индивидуальный бактериальный состав в атмосфере, то каждая установка будет запускаться по индивидуальным временным промежуткам (в течение 1–2 мес), а концентрацию солей аммония необходимо поддерживать по результатам анализов воды.

Оптимальная температура для безрыбного запуска биофильтра 28–30 °С. После этого в течение 2 сут температуру оборотной воды в установке снижают до 18–19 °С, а затем продолжают плавное ее снижение до заданного уровня со скоростью 1 °С в сутки, чтобы избежать гибели имеющегося биоценоза биоочистки от резкого перепада температуры воды и плавно адаптировать его к работе при низкой температуре. В этом случае пусковой период биофильтра продлится не более месяца. Воду в данный период можно подогревать проточными нагревателями или дополнительными батареями из пластиковых труб, подключенными к котельной. При этом открытое зеркало воды в бассейнах и приемках необходимо закрыть полиэтиленовой пленкой (устроить парник). Но так как осуществить вышеописанное технически достаточно сложно, особенно на больших установках, то не всегда этот способ используется.

При запуске биофильтра ежедневно осуществляется контроль качества оборотной воды по аммонийному азоту, нитритам и нитратам. На основании полученных результа-

тов определяют момент стабилизации гидрохимического режима по перечисленным показателям.

Чтобы сократить опасный период запуска и оперативно начать технологический процесс содержания гидробионтов, в практике аквакультуры используют специальные водные кондиционеры и ускорители, представляющие собой концентрированные смеси культур бактерий-нитрификаторов. Но необходимо помнить, что нитрифицирующие бактерии *Nitrobacter* дольше приживаются на субстрате биофильтра, чем остальные, и если добавлять эти препараты при запуске с рыбой, то, как правило, через несколько часов происходит сильнейший всплеск токсичных нитритов.

Водные кондиционеры (Sera, Tetra, АРУ и пр.) широко представлены на аквариумном рынке и пользоваться ими необходимо согласно инструкции фирмы-продавца. Но большим недостатком этого способа ускорения запуска является высокая стоимость используемых биопрепаратов.

Во время запуска биофильтра устройства дезинфекции воды (УФ-фильтры, озонаторы и т. п.) должны быть по возможности отключены. Однако озон имеет свойство быстро окислять нитриты до нитратов, и во время «нитритных всплесков» при запуске с рыбой эту способность возможно использовать в установках, оснащенных системой озонирования.

Таким образом, проведение пускового периода сооружений биоочистки в УЗВ можно осуществить тремя основными способами (или их комбинацией):

- внесении всевозможных реагентов в качестве питательной среды для микроорганизмов;
- добавлением популяций бактерий в виде чистых культур и бактериальных смесей, всевозможных субстратов из других биофильтров или природных источников;
- постепенной подсадкой гидробионтов в систему.

**Рекомендации по распаковке тары для перевозки и адаптации икры радужной форели на стадии «глазка»**

1. Икра поступает в питомник по выращиванию молоди радужной форели в картонных коробках, предназначенных для транспортировки оплодотворенной икры (рис. 1).



Рис. 1

2. Необходимо снять внешнее крепление и пенополистироловую крышку, убрать полиэтиленовую пленку и вынуть весь лед (рис. 2–4).



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4



3. Удаление картона и пенопласта следует осуществлять крайне внимательно, чтобы не повредить икру (рис. 5, 6).



Рис. 5



Рис. 6

4. Лотки с икрой необходимо вынимать осторожно, поддерживая их снизу (рис. 7).



Рис. 7

5. Далее необходимо снять крепление с лотков и отделить их друг от друга (рис. 8, 9).



Рис. 8



Рис. 9

6. Осуществляется замер температуры икры с помощью термометра (рис. 10).



Рис. 10

7. С помощью льда или теплообменников осуществляется снижение температуры воды до такого уровня, чтобы она соответствовала температуре икры (рис. 11).

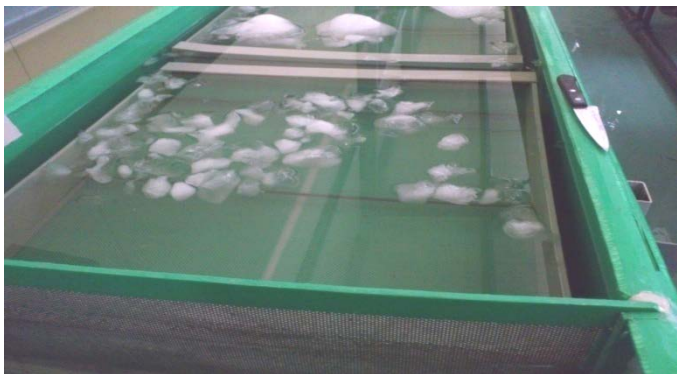


Рис. 11

8. После выравнивания температуры лотки с икрой переносятся в инкубатор (рис. 12).



Рис. 12

9. Икра аккуратно, во избежание повреждений, смывается током воды в инкубатор (рис. 13).



Рис. 13

10. Под лотки с икрой устанавливается распылитель с компрессором (аэратор), и осуществляется подъем температуры воды с градиентом  $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{ч}$  (рис. 14).

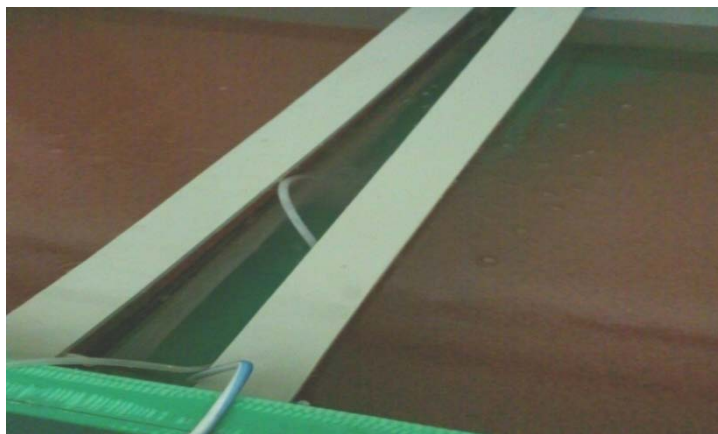


Рис. 14

**Рекомендации по использованию установки для инкубации икры радужной форели «Стронга»**

На основании результатов полученных исследований был спроектирован лазерно-оптический прибор для воздействия на икру рыб (преимущественно лососевых видов) с целью повышения эффективности инкубации.

Прибор позволяет осуществлять воздействие на икру непосредственно в инкубационном аппарате, не прерывая технологический процесс инкубации.

Общий вид прибора и расположение его на инкубационных аппаратах лоткового типа представлены на рис. 1–3.

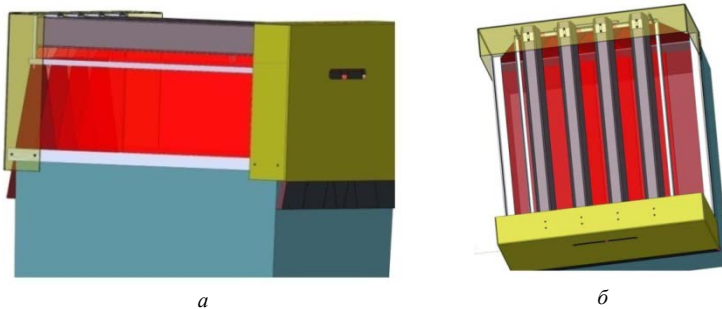


Рис. 1. Общий вид лазерно-оптического прибора: *а* – вид сбоку; *б* – вид сверху

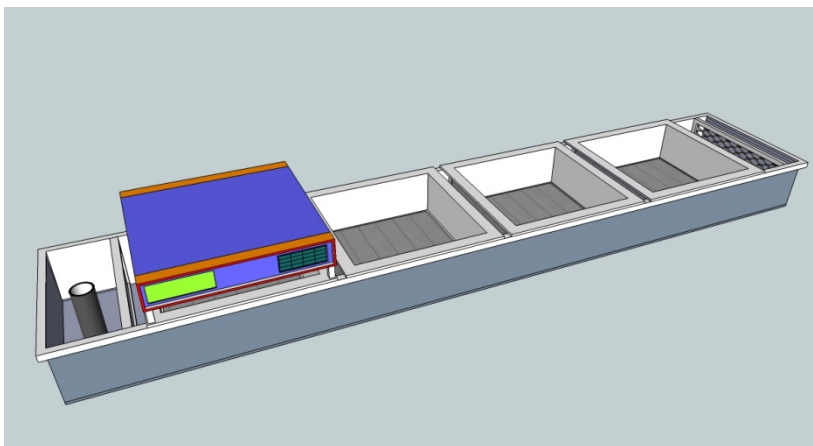


Рис. 2. Расположение лазерно-оптического прибора на инкубационном аппарате лоткового типа SDK

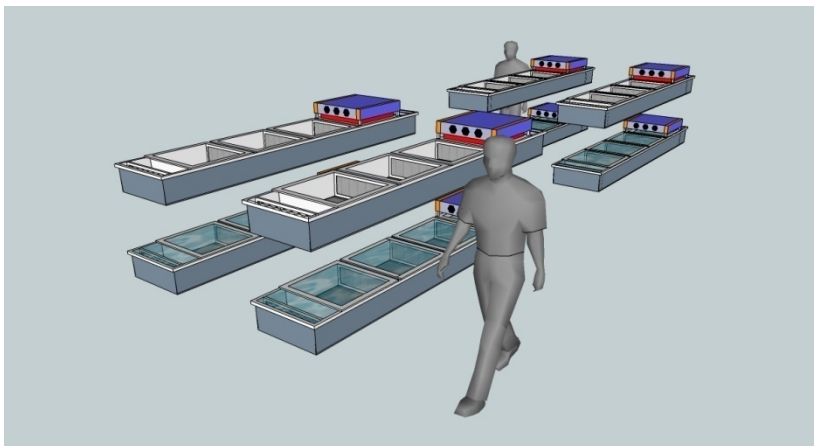


Рис. 3. Общий вид расположения инкубационных аппаратов лоткового типа с лазерно-оптическими приборами в рыбном цехе

Сотрудниками кафедры ихтиологии и рыбоводства УО БГСХА совместно с сотрудниками Института физики Национальной академии наук Беларуси разработана проектная документация для создания лазерно-оптического прибора для инкубационных аппаратов лоткового типа.

Общая масса готового изделия 19,1 кг. Размер 313×512×512 мм.

Модуль оптического излучения выполнен на базе полупроводникового лазера с оптическим преобразователем пучка лазерного излучения, а также на базе матрицы полупроводниковых лазеров с оптическими преобразователями пучка лазерного излучения, формирующими на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру герметичной емкости. Конструктивно светодиодный источник оптического модуля обеспечивает получение поляризованного излучения. Над открытой герметичной емкостью располагается модуль оптического излучения на базе полупроводниковых лазеров и (или) светодиодных источников для воздействия на икру и личинок рыб, электрически связанный с модулем питания и управления параметрами воздействующего излучения и его длительностью. В герметичную емкость загружается икра рыб. Расход подаваемой воды и ее качество зависят от рыбоводно-технологических параметров, установленных для конкретного вида рыб. Модуль оптического излучения может быть как механически связан с корпусом герметичной емкости, так и выполнен отдельно от него. В первом случае модуль оптического излучения механически фиксируют к корпусу герметичной емкости, во втором – в специальном держателе. При фиксации модуля оптического излучения к корпусу герметичной емкости обеспечивается неизменность условий воздействия излучения на икру и личинок рыб в процессе фотовоздействия. Во втором случае, когда модуль оптического излучения механически не связан с герметичной емкостью, легко реализуется поочередное воздействие оптическим излучением на икру и личинок рыб, расположенных в различных герметичных емкостях, путем перемещения модуля оптического излучения от одной емкости к другой.

Конструктивно установку для инкубации икры и, в частности, модуль оптического излучения выполняют в различных вариантах.

1. Модуль оптического излучения выполнен на базе полупроводникового лазера с оптическим преобразователем пучка лазерного излучения, формирующим на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру герметичной емкости. В этом случае излучатель полупроводникового лазера с оптическим преобразователем пучка лазерного излучения располагают вдоль оси симметрии герметичной емкости на таком расстоянии от поверхности воды, чтобы размер светового пятна на поверхности воды соответствовал внутреннему диаметру герметичной емкости. При этом расстояние от поверхности излучателя до поверхности воды определяется расходимостью излучения. Поскольку излучение полупроводникового лазера является поляризованным, то такое воздействие на биообъекты при соответствующем выборе параметров оптического излучения обеспечивает стимулирующее влияние на эмбриональное и постэмбриональное развитие особей.

2. Модуль оптического излучения выполнен путем использования матрицы одинаковых полупроводниковых лазеров (лазеров одной длины волны), которая может быть сформирована отдельно расположенными лазерными излучателями, каждый из которых содержит оптические преобразователи пучка лазерного излучения, формирующие на поверхности воды перекрывающиеся световые пятна. При этом суммарное световое пятно соответствует внутреннему диаметру герметичной емкости. Наряду с этим матрица лазерных излучателей может быть выполнена путем объединения в единый излучатель отдельных лазерных диодов или их линеек с общим для целой матрицы оптическим преобразователем пучка, формирующим на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру герметичной емкости.

3. Модуль оптического излучения выполнен путем использования матрицы полупроводниковых лазеров различных длин волн с оптическими преобразователями пучка лазерного излучения, формирующими на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру герметичной емкости, при этом модуль питания и управления параметрами воздействующего излучения и его длительностью обеспечивает комбинированное последовательное воздействие излучением различных длин волн и регулирование длительности паузы между воздействиями. Данный вариант исполнения установки для инкубации икры обеспечивает возможность комбинированного воздействия на гидробионтов лазерным излучением различного спектрального диапазона, что значительно усиливает стимулирующее действие физического фактора.

4. Установка для инкубации икры выполнена путем использования в модуле оптического излучения светодиодного источника, который совместно с оптическим преобразователем пучка излучения формирует на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру герметичной емкости. В этом случае светодиодный излучатель с оптическим преобразователем пучка оптического излучения располагают вдоль оси симметрии герметичной емкости на таком расстоянии от поверхности воды, чтобы размер светового пятна на поверхности воды соответствовал внутреннему диаметру герметичной емкости. При этом расстояние от поверхности светодиодного излучателя до поверхности воды определяется расходимостью излучения.

5. Для повышения интенсивности светового воздействия на гидробионтов модуль оптического излучения одного спектрального диапазона выполняют на базе матрицы светодиодных источников с оптическими преобразователями пучка излучения, формирующими на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру герметичной емкости. Матрица светодиодных источников может быть сформирована отдельно расположенными светодиодными излучателями, каждый из которых содержит



оптические преобразователи пучка оптического излучения, формирующие на поверхности воды перекрывающиеся световые пятна. При этом суммарное световое пятно соответствует внутреннему диаметру герметичной емкости. Наряду с этим матрица светодиодных излучателей может быть выполнена путем объединения в единый излучатель отдельных светодиодов или их линеек с общим для целой матрицы оптическим преобразователем пучка, формирующим на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру емкости.

6. Модуль оптического излучения выполнен путем использования матрицы светодиодных излучателей различного спектрального диапазона, формируемыми совместно с оптическими преобразователями пучка излучения на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру герметичной емкости. При этом модуль питания и управления параметрами воздействующего излучения и его длительностью обеспечивает комбинированное последовательное воздействие излучением различного спектрального диапазона и регулирование длительности паузы между воздействиями. Данный вариант исполнения установки для инкубации икры обеспечивает возможность комбинированного воздействия на гидробионтов оптическим излучением различного спектрального диапазона, что значительно усиливает стимулирующее действие физического фактора.

Поскольку, как правило, излучение светодиодных источников является неполяризованным, а биологическое действие оптического излучения зависит от степени его поляризации, то следующий вариант исполнения установки для инкубации икры предполагает расположение на выходе светодиодного источника или на выходе оптического преобразователя пучка оптического излучения поляризационной пленки таким образом, чтобы плоскость ее была перпендикулярна диаграмме направленности излучения светодиодного источника. Это позволяет обеспечить воздействие на гидробионты линейно поляризованным излучением.

Использование поляризационной пленки повышает регуляторное действие оптического излучения, поэтому данный вариант исполнения установки для инкубации икры на базе светодиодных излучателей представляется наиболее целесообразным. Однако в этом случае более половины мощности излучения светодиодных источников поглощается самой пленкой, что приводит к дополнительным энергозатратам.

По этой причине в одном из вариантов исполнения установки для инкубации икры предполагается такая конструкция светодиодного источника оптического модуля, которая обеспечит получение поляризованного излучения без использования поляризационной пленки. Светодиодные устройства для получения поляризованного излучения активно разрабатываются в последние годы.

Технической задачей инкубационного аппарата «Стронга» (рис. 4) является повышение эффективности инкубации, выживаемости эмбрионов рыб в процессе инкубации, выхода личинок из оплодотворенной икры и качества получаемого рыбопосадочного материала.

Установка для инкубации икры и выращивания личинок рыб «Стронга» включает открытую герметичную емкость № 1, выполненную в форме ящика, и рамки на дне и на одной из боковых стенок, обтянутые металлической тканой сеткой, для задерживания икры и личинок и пропуска воды для водоснабжения. Рамки с сеткой зафиксированы таким образом, чтобы расположенные на них икра и личинки были ниже поверхности воды. Размер ячеек сетки меньше размеров икринок, что исключает их проваливание через ячейки. Герметичная емкость № 1 располагается в рыбоводном лотке, представляющем собой герметичную емкость № 2, включающую патрубок для слива воды. Над герметичной емкостью № 1 располагается лазерно-оптическое устройство для воз-

действия на икру и личинок рыб, включающее короб, в котором располагаются источники лазерного и светодиодного излучения, а также приборы для включения излучения и регулирования времени и режима воздействия.

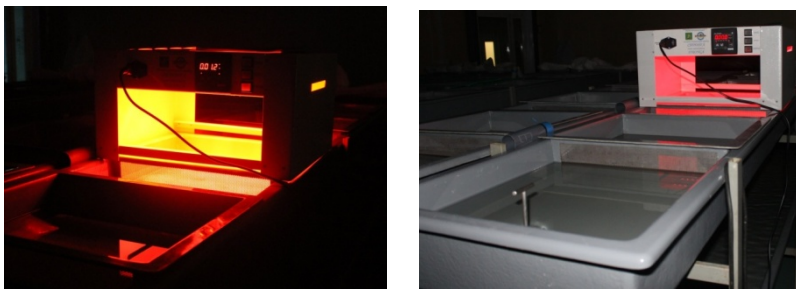


Рис. 4. Установка для инкубации икры и выращивания личинок рыб «Стронга»

**Порядок применения.** На герметичную емкость № 1 помещается лазерно-оптическое устройство. Герметичная емкость № 2 заполняется водой на уровень не более 18 см, при этом необходимо создавать постоянную подачу воды. Расход и качество воды зависят от вида инкубируемой икры и выращиваемых личинок и определяются технологическими регламентами. Герметичная емкость № 1 (инкубатор) помещается в герметичную емкость № 2 (лоток), при этом вода, находящаяся в лотке, поступает в инкубатор через сетки, имеющиеся на дне его и на одной из боковых стенок. В инкубатор выкладывается икра или помещаются личинки согласно общепринятым рыбоводно-биологическим требованиям. Затем включается лазерно-оптическое устройство. В зависимости от вида инкубируемой икры и выращиваемых личинок выставляется оптимальный режим воздействия.

**Технологические параметры выращивания рыбопосадочного материала  
радужной форели в условиях установки замкнутого водоснабжения**

**Таблица 1. Технологические параметры доинкубации и подращивания  
личинок радужной форели**

Параметры	Единица измерения	Значение
Длительность инкубации	град-дн.	320–360
Длительность выклева	град-дн.	40–50
Плотность посадки свободных эмбрионов	тыс. экз/м <sup>2</sup> тыс. экз/м <sup>3</sup>	До 10 До 100
Продолжительность выдерживания (ориентировочная)	град-дн.	120
Отход икры с момента оплодотворения до стадии «глазка»	%	10
Отход со стадии «глазка» до стадии выклева	%	20
Отход со стадии выклева до средней массы 0,5 г	%	20
Размер поддонов для инкубации	мм	4070×580×180
Площадь лотка	м <sup>2</sup>	2,3
Необходимая площадь лотка на 1000 икринок	м <sup>2</sup>	0,14
Глубина воды в лотке	см	15
Объем воды в лотке на 1000 икринок	м <sup>3</sup>	0,021
Потребность воды на 1 лоток	л/мин	18
Общая потребность в воде при доинкубации	м <sup>3</sup> /ч	19,44
Общая потребность в воде после выклева	м <sup>3</sup> /ч	26
Удельная поверхность фильтрующего материала погружного биофильтра	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	800
Удельная поверхность фильтрующего пакета в капельном биофильтре	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	200
Подача насоса	м <sup>3</sup> /ч	30
Подача чистой воды из артскважины	м <sup>3</sup> /ч	2
Общее потребление кислорода	кг/ч	0,5
Промывка механического фильтра	раз/нед	1
Замена ламп УФ-облучателя	–	После 15 тыс. ч
Очистка ламп УФ-облучателя	раз/нед	1
Проверка капельного биофильтра	раз/год	1
Остановка воздухоподводки для остывания	раз/нед	1
Промывка погружного биофильтра	раз/нед	1–2
Подмена воды	раз/сут	2–4
Отбор мертвой икры	раз/сут	2
Чистка лотков	раз/сут	1
Кормление	раз/сут	6–8
Контроль за гидрохимическими показателями	–	Круглосуточно

**Таблица 2. Технологические параметры подращивания рыбопосадочного материала радужной форели до массы 5 г**

Параметры	Единица измерения	Значение
Плотность посадки молоди массой до 5 г	кг/м <sup>3</sup>	До 20
Отход молоди массой до 5 г за период подращивания	%	30
Производительность механического фильтра	м <sup>3</sup> /ч	180
Подача насоса для механического фильтра	м <sup>3</sup> /ч	2
Удельная поверхность фильтрующего материала биофильтра	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	800
Удельная поверхность фильтрующих блоков капельного биофильтра	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	200
Общее потребление кислорода	кг/ч	4
Количество воды для очистки с помощью озона	%	30
Промывка погружного биофильтра	раз/2 нед	1–2
Промывка механического фильтра	раз/нед	1
Проверка капельного биофильтра	раз/год	1
Кормление	раз/сут	6
Чистка бассейна	–	По мере загрязнения
Контроль за гидрохимическими параметрами	–	Круглосуточно

**Таблица 3. Технологические параметры подращивания рыбопосадочного материала радужной форели до массы 50 г**

Параметры	Единица измерения	Значение
Плотность посадки молоди массой до 50 г	кг/м <sup>3</sup>	До 50
Отход молоди массой до 50 г за период подращивания	%	30
Производительность механического фильтра	м <sup>3</sup> /ч	180
Подача насоса для механического фильтра	м <sup>3</sup> /ч	2
Удельная поверхность фильтрующего материала биофильтра	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	800
Удельная поверхность фильтрующих блоков капельного биофильтра	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	200
Общее потребление кислорода	кг/ч	4
Количество воды для очистки с помощью озона	%	30
Промывка погружного биофильтра	раз/2 нед	1–2
Промывка механического фильтра	раз/нед	1
Проверка капельного биофильтра	раз/год	1
Кормление	ч	Каждые 4
Чистка бассейна	–	По мере загрязнения
Контроль за гидрохимическими параметрами	–	Круглосуточно

Таблица 4. Рекомендуемые гидрохимические параметры воды при инкубации икры и выращивании рыбопосадочного материала радужной форели до массы 5 г

Показатели	Единица измерения	Инкубационный цех	Цех подращивания до массы 5 г
1	2	3	4
Температура воды: оптимальная допустимая	°С	8,0–10,0 4,0–11,0	12,0–14,0 10,0–16,0
Температура воды при подращивании: оптимальная допустимая	°С	9,0–12,0 12,0–14,0	–
Взвешенные вещества	мг/л	До 5,0	До 10,0
Водородный показатель (рН)	ед.	7,0–8,0	7,0–8,0
Кислород растворенный	мг/л	9,0–11,0	Не менее 7
Диоксид углерода растворенный	мг/л	Не более 10,0	Не более 15,0
Окисляемость	мг О <sub>2</sub> /л	До 10,0	До 10,0
БПК <sub>5</sub>	мг О <sub>2</sub> /л	До 2,0	До 2,0
БПК <sub>полн</sub>	мг О <sub>2</sub> /л	До 3,0	До 3,0
Азот аммонийный (аммоний-ион)	мг N/л	До 0,1	До 0,75
Аммиак растворенный	мг/л	До 0,03	До 0,1
Нитраты	мг/л	До 80,0	До 450,0
Нитриты	мг/л	До 1,0	До 1,5
Железо общее	мг/л	До 0,15	До 0,25
Железо закисное	мг/л	Отсутствие	Отсутствие
Сероводород растворенный	мг/л	Отсутствие	Отсутствие
Жесткость: оптимальная допустимая	мг-экв/л	1,5–5,0 1,5–8,0	1,5–5,0 1,5–10,0
Натрий	мг/л	До 75,0	До 85,0
Калий	мг/л	До 5,0	До 15,0
Кальций	мг/л	До 100,0	До 140,0
Магний	мг/л	До 30,0	До 35,0
Хлориды	мг/л	До 25,0	До 130,0
Сульфаты	мг/л	До 50,0	До 50,0

Окончание табл. 4

1	2	3	4
Гидрокарбонаты	мг/л	До 340,0	До 340,0
Сухой остаток	мг/л	До 450,0	До 1000,0
Минерализация	мг/л	До 600,0	До 1000,0
Мышьяк	мг/л	До 0,05	До 0,05
Фториды	мг/л	До 0,3	До 0,3
Медь	мг/л	До 0,005	До 0,01
Цинк	мг/л	До 0,02	0,04
Свинец	мг/л	До 0,02	До 0,03
Кадмий	мг/л	До 0,005	До 0,001
Ртуть	мг/л	До 0,0005	До 0,0005
Стронций	мг/л	До 0,5	До 0,5
Иодиды	мг/л	До 0,2	До 0,2
Бромид	мг/л	До 0,2	До 0,2
Алюминий	мг/л	До 0,05	До 0,1
Бериллий	мг/л	До 0,0001	До 0,0001
Молибден	мг/л	До 0,005	До 0,005
Марганец	мг/л	До 0,05	До 0,05
Полифосфаты	мг/л	До 1,0	До 13,0
Никель	мг/л	До 0,01	До 0,02
Запах	баллы	4,0–5,0	4,0–5,0
Цветность	градусы	До 20,0	До 50,0
Мутность	мг/л	До 0,5	До 1,5
Бор	мг/л	До 0,05	До 0,05
Нефтепродукты	мг/л	До 0,05	До 0,05
АПАВ	мг/л	До 0,15	До 0,2
Фенольный индекс	мг/л	До 0,003	До 0,003
Хром	мг/л	До 0,002	До 0,002
Кремния оксид	мг/л	До 20,0	До 20,0
Кобальт	мг/л	До 0,01	До 0,01

Таблица 5. Рекомендуемые гидрохимические параметры воды при выращивании  
рыбопосадочного материала радужной форели до массы 50 г

Показатели	Единица измерения	Цех подращивания до массы 50 г
1	2	3
Температура воды: оптимальная допустимая	°С	16,0 14,0–19,0
Взвешенные вещества	мг/л	До 10,0
Водородный показатель (рН)	ед.	6,5–8,0
Кислород растворенный	мг/л	Не менее 8,0
Диоксид углерода растворенный	мг/л	Не более 10,0
Окисляемость	мг О <sub>2</sub> /л	Не более 10,0
БПК <sub>5</sub>	мг О <sub>2</sub> /л	До 2,0
БПК <sub>полн</sub>	мг О <sub>2</sub> /л	До 3,0
Азот аммонийный (аммоний-ион)	мг N/л	До 0,75
Аммиак растворенный	мг/л	До 0,1
Нитраты	мг/л	900,0
Нитриты	мг/л	1,5
Железо общее	мг/л	До 0,25
Железо закисное	мг/л	Отсутствие
Сероводород растворенный	мг/л	Отсутствие
Жесткость: оптимальная допустимая	мг-экв/л	1,5–5,0 1,5–16,0
Натрий	мг/л	До 170,0
Калий	мг/л	До 25,0
Кальций	мг/л	До 250,0
Магний	мг/л	До 40,0
Хлориды	мг/л	До 250,0
Сульфаты	мг/л	До 60,0
Гидрокарбонаты	мг/л	До 340,0
Сухой остаток	мг/л	До 1800,0

Окончание табл. 5

1	2	3
Минерализация	мг/л	До 1800,0
Мышьяк	мг/л	До 0,05
Фториды	мг/л	До 0,3
Медь	мг/л	До 0,01
Цинк	мг/л	До 0,04
Свинец	мг/л	До 0,04
Кадмий	мг/л	До 0,01
Ртуть	мг/л	До 0,0005
Стронций	мг/л	До 1,0
Иодиды	мг/л	До 0,2
Бромид	мг/л	До 0,2
Алюминий	мг/л	До 0,06
Бериллий	мг/л	До 0,0001
Молибден	мг/л	До 0,005
Марганец	мг/л	До 0,05
Полифосфаты	мг/л	До 15,0
Никель	мг/л	До 0,02
Запах	баллы	4,0–5,0
Цветность	градусы	До 50,0
Мутность	мг/л	До 1,5
Бор	мг/л	До 0,05
Нефтепродукты	мг/л	До 0,05
АПАВ	мг/л	До 0,3
Фенольный индекс	мг/л	До 0,003
Хром	мг/л	До 0,002
Кремния оксид	мг/л	До 25,0
Кобальт	мг/л	До 0,02



**Таблица 6. Рекомендуемые гидрохимические параметры воды для входящей воды в установку замкнутого водоснабжения при выращивании рыбопосадочного материала радужной форели**

Показатели	Единица измерения	Цех подращивания до массы 50 г
1	2	3
Температура воды	°С	4,0–11,0
Взвешенные вещества	мг/л	До 10,0
Водородный показатель (рН)	ед.	6,5–8,0
Кислород растворенный	мг/л	Не менее 8,0
Диоксид углерода растворенный	мг/л	Не более 10,0
Окисляемость	мг О <sub>2</sub> /л	Не более 5,0
Азот аммонийный (аммоний-ион)	мг N/л	До 0,1
Аммиак растворенный	мг/л	До 0,1
Нитраты	мг/л	До 45,0
Нитриты	мг/л	До 1,5
Железо общее	мг/л	До 0,25
Железо закисное	мг/л	Отсутствие
Сероводород растворенный	мг/л	Отсутствие
Жесткость	мг-экв/л	До 7,0
Натрий	мг/л	До 75,0
Калий	мг/л	До 5,0
Кальций	мг/л	До 100,0
Магний	мг/л	До 30,0
Хлориды	мг/л	До 25,0
Сульфаты	мг/л	До 50,0
Гидрокарбонаты	мг/л	До 340,0
Сухой остаток	мг/л	До 450,0
Минерализация	мг/л	До 600,0
Мышьяк	мг/л	До 0,05
Фториды	мг/л	До 0,3
Медь	мг/л	До 0,005

Окончание табл. 6

1	2	3
Цинк	мг/л	До 0,02
Свинец	мг/л	До 0,02
Кадмий	мг/л	До 0,005
Ртуть	мг/л	До 0,0005
Стронций	мг/л	До 0,5
Иодиды	мг/л	До 0,2
Бромид	мг/л	До 0,2
Алюминий	мг/л	До 0,05
Бериллий	мг/л	До 0,0001
Молибден	мг/л	До 0,005
Марганец	мг/л	До 0,05
Полифосфаты	мг/л	До 1,0
Никель	мг/л	До 0,01
Запах	баллы	4,0–5,0
Цветность	градусы	До 20,0
Мутность	мг/л	До 0,5
Бор	мг/л	До 0,05
Нефтепродукты	мг/л	До 0,05
АПАВ	мг/л	До 0,15
Фенольный индекс	мг/л	До 0,003
Хром	мг/л	До 0,002
Кремния оксид	мг/л	До 20,0
Кобальт	мг/л	До 0,01

Динамика роста рыбопосадочного материала радужной форели

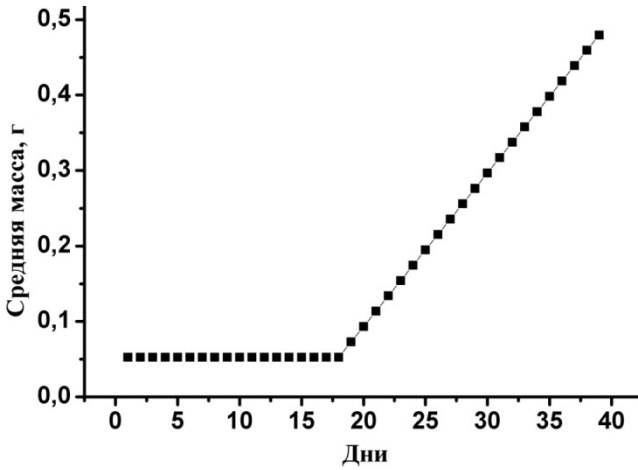


Рис. 1. Динамика увеличения средней массы предличинок и личинок радужной форели (модуль инкубации)

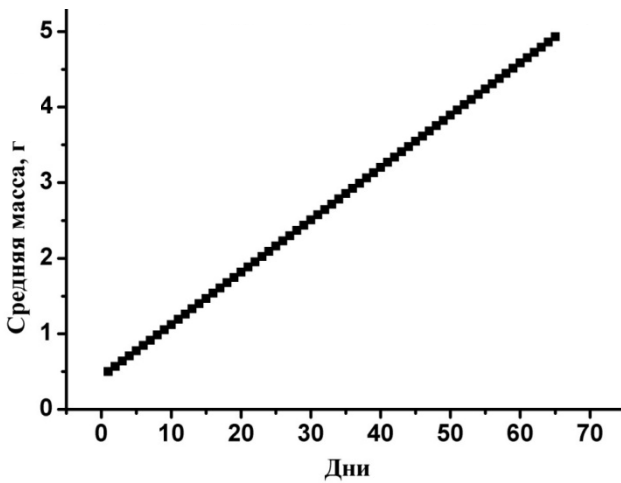


Рис. 2. Динамика увеличения средней массы молоди радужной форели (модуль выращивания до массы 5 г)

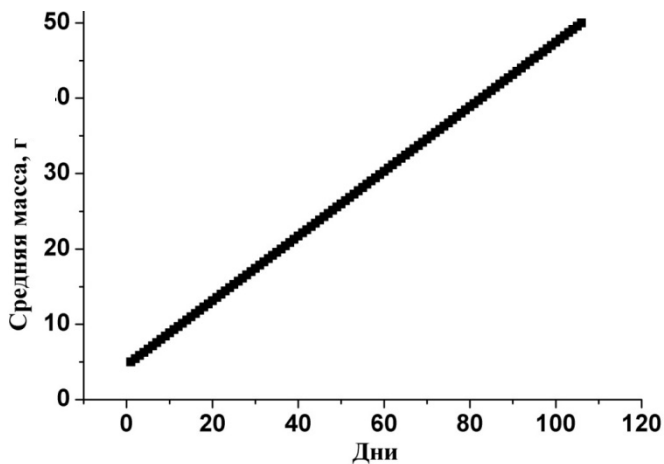


Рис. 3. Динамика увеличения средней массы мальков радужной форели (модуль выращивания до массы 50 г)

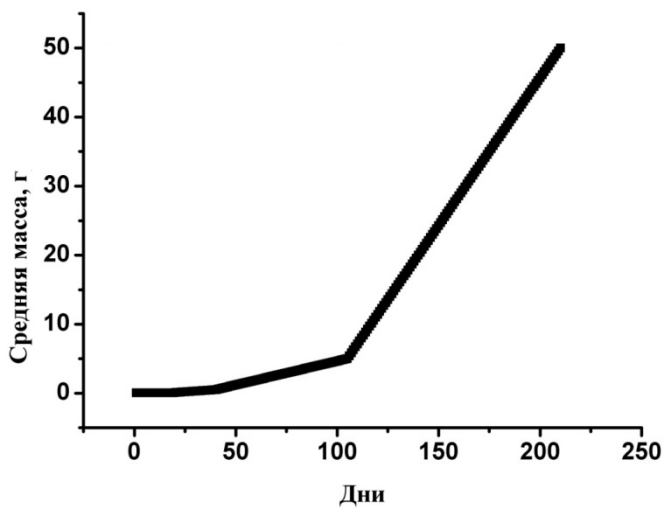


Рис. 4. Динамика увеличения средней массы рыбопосадочного материала радужной форели (полный цикл)

**Рыбоводно-технологические параметры роста рыбопосадочного материала радужной форели в установке замкнутого водоснабжения**

Дни	Кол-во развивающихся эмбрионов, личинок, мальков, молоди, шт.	Ожидаемые потери в сутки, шт.	Индивидуальная масса, г	Общая масса, кг	Требуемый общий объем бассейнов, м <sup>3</sup>	Плотность посадки, кг/м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7
<b>Инкубационный цех</b>						
1–15	1 000 000	100 000,00	0,03	Доинкубация		
16	900 000	3 750,00	0,03	11	18	1
17	896 250	3 750,00	0,04	29	18	2
18	892 500	3 750,00	0,05	47	18	3
19	888 750	3 750,00	0,07	65	18	4
20	885 000	3 750,00	0,09	83	18	5
21	881 250	3 750,00	0,11	100	18	6
22	877 500	3 750,00	0,13	118	18	7
23	873 750	3 750,00	0,15	135	18	7
24	870 000	3 750,00	0,17	152	18	8
25	866 250	3 750,00	0,20	169	18	9
26	862 500	3 750,00	0,22	186	18	10
27	858 750	3 750,00	0,24	202	18	11
28	855 000	3 750,00	0,26	219	18	12
29	851 250	3 750,00	0,28	235	18	13
30	847 500	3 750,00	0,30	251	18	14
31	843 750	3 750,00	0,32	267	18	15
32	840 000	3 750,00	0,34	283	18	16
33	836 250	3 750,00	0,36	299	18	17
34	832 500	3 750,00	0,38	315	18	17

## Продолжение прил. 11

1	2	3	4	5	6	7
35	828 750	3 750,00	0,40	330	18	18
36	825 000	3 750,00	0,42	345	18	19
37	821 250	3 750,00	0,44	361	18	20
38	817 500	3 750,00	0,46	376	18	21
39	813 750	3 750,00	0,48	390	18	22
<b>Цех выращивания до массы 5 г</b>						
40	810 000	3 750,00	0,50	405	150	3
41	806 250	2 492,31	0,57	459	150	3
42	803 758	2 492,31	0,64	513	150	3
43	801 265	2 492,31	0,71	567	150	4
44	798 773	2 492,31	0,78	621	150	4
45	796 281	2 492,31	0,85	674	150	4
46	793 788	2 492,31	0,92	727	150	5
47	791 296	2 492,31	0,98	779	150	5
48	788 804	2 492,31	1,05	831	150	6
49	786 312	2 492,31	1,12	883	150	6
50	783 819	2 492,31	1,19	935	150	6
51	781 327	2 492,31	1,26	986	150	7
52	778 835	2 492,31	1,33	1 036	150	7
53	776 342	2 492,31	1,40	1 087	150	7
54	773 850	2 492,31	1,47	1 137	150	8
55	771 358	2 492,31	1,54	1 187	150	8
56	768 865	2 492,31	1,61	1 236	150	8
57	766 373	2 492,31	1,68	1 285	150	9
58	763 881	2 492,31	1,75	1 334	150	9
59	761 388	2 492,31	1,82	1 382	150	9
60	758 896	2 492,31	1,88	1 430	150	10

Продолжение прил. 11

1	2	3	4	5	6	7
61	756 404	2 492,31	1,95	1 478	150	10
62	753 912	2 492,31	2,02	1 525	150	10
63	751 419	2 492,31	2,09	1 572	150	10
64	748 927	2 492,31	2,16	1 619	150	11
65	746 435	2 492,31	2,23	1 665	150	11
66	743 942	2 492,31	2,30	1 711	150	11
67	741 450	2 492,31	2,37	1 757	150	12
68	738 958	2 492,31	2,44	1 802	150	12
69	736 465	2 492,31	2,51	1 847	150	12
70	733 973	2 492,31	2,58	1 891	150	13
71	731 481	2 492,31	2,65	1 936	150	13
72	728 988	2 492,31	2,72	1 979	150	13
73	726 496	2 492,31	2,78	2 023	150	13
74	724 004	2 492,31	2,85	2 066	150	14
75	721 512	2 492,31	2,92	2 109	150	14
76	719 019	2 492,31	2,99	2 152	150	14
77	716 527	2 492,31	3,06	2 194	150	15
78	714 035	2 492,31	3,13	2 235	150	15
79	711 542	2 492,31	3,20	2 277	150	15
80	709 050	2 492,31	3,27	2 318	150	15
81	706 558	2 492,31	3,34	2 359	150	16
82	704 065	2 492,31	3,41	2 399	150	16
83	701 573	2 492,31	3,48	2 439	150	16
84	699 081	2 492,31	3,55	2 479	150	16
85	696 588	2 492,31	3,62	2 518	150	17
86	694 096	2 492,31	3,68	2 557	150	17
87	691 604	2 492,31	3,75	2 596	150	17

Продолжение прил. 11

1	2	3	4	5	6	7
88	689 112	2 492,31	3,82	2 635	150	18
89	686 619	2 492,31	3,89	2 673	150	18
90	684 127	2 492,31	3,96	2 710	150	18
91	681 635	2 492,31	4,03	2 748	150	18
92	679 142	2 492,31	4,10	2 784	150	19
93	676 650	2 492,31	4,17	2 821	150	19
94	674 158	2 492,31	4,24	2 857	150	19
95	671 665	2 492,31	4,31	2 893	150	19
96	669 173	2 492,31	4,38	2 929	150	19
97	666 681	2 492,31	4,45	2 964	150	20
98	664 188	2 492,31	4,52	2 999	150	20
99	661 696	2 492,31	4,58	3 034	150	20
100	659 204	2 492,31	4,65	3 068	150	20
101	656 712	2 492,31	4,72	3 102	150	21
102	654 219	2 492,31	4,79	3 135	150	21
103	651 727	2 492,31	4,86	3 168	150	21
104	649 235	2 492,31	4,93	3 201	150	21
<b>Два цеха выращивания до массы 50 г</b>						
105	648 000	617	5,00	3 240	752	4
106	647 383	617	5,43	3 514	752	5
107	646 766	617	5,86	3 788	752	5
108	646 149	617	6,29	4 062	752	5
109	645 531	617	6,71	4 334	752	6
110	644 914	617	7,14	4 607	752	6
111	644 297	617	7,57	4 878	752	6
112	643 680	617	8,00	5 149	752	7
113	643 063	617	8,43	5 420	752	7



Продолжение прил. 11

1	2	3	4	5	6	7
114	642 446	617	8,86	5 690	752	8
115	641 829	617	9,29	5 960	752	8
116	641 211	617	9,71	6 229	752	8
117	640 594	617	10,14	6 497	752	9
118	639 977	617	10,57	6 765	752	9
119	639 360	617	11,00	7 033	752	9
120	638 743	617	11,43	7 300	752	10
121	638 126	617	11,86	7 566	752	10
122	637 509	617	12,29	7 832	752	10
123	636 891	617	12,71	8 098	752	11
124	636 274	617	13,14	8 362	752	11
125	635 657	617	13,57	8 627	752	11
126	635 040	617	14,00	8 891	752	12
127	634 423	617	14,43	9 154	752	12
128	633 806	617	14,86	9 417	752	13
129	633 189	617	15,29	9 679	752	13
130	632 571	617	15,71	9 940	752	13
131	631 954	617	16,14	10 202	752	14
132	631 337	617	16,57	10 462	752	14
133	630 720	617	17,00	10 722	752	14
134	630 103	617	17,43	10 982	752	15
135	629 486	617	17,86	11 241	752	15
136	628 869	617	18,29	11 499	752	15
137	628 251	617	18,71	11 757	752	16
138	627 634	617	19,14	12 015	752	16
139	627 017	617	19,57	12 272	752	16
140	626 400	617	20,00	12 528	752	17

Продолжение прил. 11

1	2	3	4	5	6	7
141	625 783	617	20,43	12 784	752	17
142	625 166	617	20,86	13 039	752	17
143	624 549	617	21,29	13 294	752	18
144	623 931	617	21,71	13 548	752	18
145	623 314	617	22,14	13 802	752	18
146	622 697	617	22,57	14 055	752	19
147	622 080	617	23,00	14 308	752	19
148	621 463	617	23,43	14 560	752	19
149	620 846	617	23,86	14 812	752	20
150	620 229	617	24,29	15 063	752	20
151	619 611	617	24,71	15 313	752	20
152	618 994	617	25,14	15 563	752	21
153	618 377	617	25,57	15 813	752	21
154	617 760	617	26,00	16 062	752	21
155	617 143	617	26,43	16 310	752	22
156	616 526	617	26,86	16 558	752	22
157	615 909	617	27,29	16 806	752	22
158	615 291	617	27,71	17 052	752	23
159	614 674	617	28,14	17 299	752	23
160	614 057	617	28,57	17 544	752	23
161	613 440	617	29,00	17 790	752	24
162	612 823	617	29,43	18 035	752	24
163	612 206	617	29,86	18 279	752	24
164	611 589	617	30,29	18 522	752	25
165	610 971	617	30,71	18 766	752	25
166	610 354	617	31,14	19 008	752	25
167	609 737	617	31,57	19 250	752	26

Продолжение прил. 11

1	2	3	4	5	6	7
168	609 120	617	32,00	19 492	752	26
169	608 503	617	32,43	19 733	752	26
170	607 886	617	32,86	19 973	752	27
171	607 269	617	33,29	20 213	752	27
172	606 651	617	33,71	20 453	752	27
173	606 034	617	34,14	20 692	752	28
174	605 417	617	34,57	20 930	752	28
175	604 800	617	35,00	21 168	752	28
176	604 183	617	35,43	21 405	752	28
177	603 566	617	35,86	21 642	752	29
178	602 949	617	36,29	21 878	752	29
179	602 331	617	36,71	22 114	752	29
180	601 714	617	37,14	22 349	752	30
181	601 097	617	37,57	22 584	752	30
182	600 480	617	38,00	22 818	752	30
183	599 863	617	38,43	23 052	752	31
184	599 246	617	38,86	23 285	752	31
185	598 629	617	39,29	23 518	752	31
186	598 011	617	39,71	23 750	752	32
187	597 394	617	40,14	23 981	752	32
188	596 777	617	40,57	24 212	752	32
189	596 160	617	41,00	24 443	752	33
190	595 543	617	41,43	24 672	752	33
191	594 926	617	41,86	24 902	752	33
192	594 309	617	42,29	25 131	752	33
193	593 691	617	42,71	25 359	752	34
194	593 074	617	43,14	25 587	752	34

## Окончание прил. 11

1	2	3	4	5	6	7
195	592 457	617	43,57	25 814	752	34
196	591 840	617	44,00	26 041	752	35
197	591 223	617	44,43	26 267	752	35
198	590 606	617	44,86	26 493	752	35
199	589 989	617	45,29	26 718	752	36
200	589 371	617	45,71	26 943	752	36
201	588 754	617	46,14	27 167	752	36
202	588 137	617	46,57	27 390	752	36
203	587 520	617	47,00	27 613	752	37
204	586 903	617	47,43	27 836	752	37
205	586 286	617	47,86	28 058	752	37
206	585 669	617	48,29	28 279	752	38
207	585 051	617	48,71	28 500	752	38
208	584 434	617	49,14	28 721	752	38
209	583 817	617	49,57	28 941	752	38
210	583 200	–	50,00	29 160	752	39

**Решение возможных проблем при работе на установках замкнутого водоснабжения**

Таблица 1. Проблемы, связанные с ненормальным поведением рыб

Признаки	Возможная причина	Возможные варианты решения
1	2	3
Рыбы легковозбудимы/ стремительны/ плавают ошибочно	Чрезмерный или сильный шум/свет	Уменьшить уровень звука/ изолировать бассейн/ уменьшить свет
	Паразиты	Протестировать рыбу на симптомы
	Высокое содержание аммиака	Проверить концентрацию аммиака
Кружение/дерганье рыб	Паразиты	Протестировать рыбу на симптомы
Изменение цвета/ воспаления	Паразиты/бактерии	Протестировать рыбу на симптомы
Находятся у поверхности воды/ не уплывают	Паразиты	Протестировать рыбу на симптомы
	Низкий уровень O <sub>2</sub>	Проверить содержание кислорода в бассейне
	Высокий уровень аммиака или нитрита	Проверить содержание аммиака и нитрита в воде
	Плохой корм	Проверить корм на изменение цвета/слипание и проверить цвет крови у рыб
	Высокое содержание CO <sub>2</sub>	Проверить концентрацию CO <sub>2</sub>
Скученность рыб возле подачи воды в бассейн или возле аэратора	Низкое содержание O <sub>2</sub>	Проверить содержание кислорода в бассейне
	Паразиты/болезнь	Протестировать рыбу на симптомы
	Высокий уровень аммиака или нитрита	Проверить содержание аммиака и нитрита в воде
	Плохой корм	Проверить корм на изменение цвета/слипание и проверить цвет крови у рыб
Заглатывание рыбой воздуха у поверхности	Низкое содержание O <sub>2</sub>	Проверить содержание кислорода в бассейне
	Паразиты/болезнь	Протестировать рыбу на симптомы
	Высокий уровень аммиака или нитрита	Проверить содержание аммиака и нитрита в воде
	Высокое содержание CO <sub>2</sub>	Проверить концентрацию CO <sub>2</sub>
	Плохой корм	Проверить корм на изменение цвета/слипание и проверить цвет крови у рыб

1	2	3
Стали меньше есть	Низкое содержание O <sub>2</sub>	Проверить содержание кислорода в бассейне
	Паразиты/болезнь	Протестировать рыбу на симптомы
	Высокий уровень аммиака или нитрита	Проверить содержание аммиака и нитрита в воде
	Плохой корм	Проверить корм на изменение цвета/слипание и проверить цвет крови у рыб
Перестали есть	Низкое содержание O <sub>2</sub>	Проверить содержание кислорода в бассейне
	Паразиты/болезнь	Протестировать рыбу на симптомы
	Высокий уровень аммиака или нитрита	Проверить содержание аммиака и нитрита в воде
Изменение цвета крови: коричневый	Высокое содержание нитрита	Протестировать рыбу на симптомы; добавить 5–6 мг/л NaCl на каждый 1 мг/л нитрита; купить новый корм, старый корм не использовать
прозрачный (нет крови)	Дефицит витаминов	Протестировать рыбу на симптомы; проверить корм на изменение цвета; купить новый корм, старый корм не использовать
Позвоночник с изломом или в форме буквы S	Дефицит витаминов	Протестировать рыбу на симптомы; купить новый корм, старый корм не использовать

Таблица 2. Проблемы, связанные с качеством воды

Проблема	Возможные варианты решения
Низкая концентрация кислорода (<6 мг/л)	Проверить срабатывание аварийной системы подачи кислорода в бассейны
	Увеличить аэрацию воды в бассейне
	Прекратить кормить рыбу, пока не будут устранены причины проблемы
	Включить запасные насосы, чтобы увеличить водообмен в бассейне
	Протестировать рыбу на симптомы наличия паразитов/инфекции

Проблема	Возможные варианты решения
Высокая концентрация CO <sub>2</sub> (>26 мг/л)	В орошаемом фильтре увеличить уровень вентиляции
	Включить резервные насосы, чтобы увеличить водообмен в бассейнах
	Протестировать рыбу на симптомы наличия паразитов/инфекции
Низкий уровень pH воды	Добавить щелочной буфер (натрия бикарбонат (NaHCO <sub>3</sub> ), кальция карбонат (CaCO <sub>3</sub> )), можно добавлять и кальция гидроксид, или гашеную известь (CaO), натрия гидроксид (NaOH)
	Уменьшить количество скармливаемого корма
	Проверить концентрацию общего аммония и нитрита в воде
Высокая концентрация общего аммония (>0,05 мг/л аммиака)	Заменить воду в системе
	Включить резервные насосы, чтобы увеличить водообмен в биофильтре
	Уменьшить количество скармливаемого корма
	Проверить биофильтр, pH, щелочность, жесткость воды
	Протестировать рыбу на симптомы наличия паразитов/инфекции
	Проверить биопенку биофильтра
	Прочистить погружной биофильтр
Высокий уровень нитритов	Заменить воду в системе
	Включить резервные насосы, чтобы увеличить водообмен в биофильтре
	Уменьшить количество скармливаемого корма или полностью прекратить кормление
	Добавить 5–6 мг/л NaCl на 1 мг/л нитрита
	Проверить биофильтр, pH, щелочность, жесткость воды
	Протестировать рыбу на симптомы наличия паразитов/инфекции
Низкий уровень щелочности (<50 мг/л CaCO <sub>3</sub> )	Добавить щелочной буфер
Низкий уровень жесткости (<100 мг/л CaCO <sub>3</sub> )	Добавить кальция карбонат (CaCO <sub>3</sub> ) или кальция хлорид (CaCl <sub>2</sub> )

Таблица 3. Проблемы, связанные с недостатком микроэлементов

Недостаток	Проблема
P	Уменьшение прочности костей, замедление роста
Mg	Почечные камни, нарушение координации, высокая смертность
Na	Нарушение функции осморегуляции
K	Замедление роста
Cl	Нарушение функции осморегуляции
Fe	Малокровие, анемия
Zn	Воспаление кожи и плавников, катаракта, замедление скорости роста
Mn	Деформация костей, ненормальное развитие хвостовых плавников, уродливость головы, короткое тело
Cu	Замедление роста
I	Появление зоба
Se	Уменьшение глутатионпироксидазы, мышечная дегенерация, анемия



### Санитарно-гигиенические требования при эксплуатации УЗВ-систем

Борьба с болезнями рыб ведется путем их предупреждения и лечения. Предупреждение заболеваний осуществляется до возникновения массового заражения и заболевания рыбы. Лечение проводят при обнаружении заболевания. Любое заболевание легче предупредить, чем вылечить, поэтому основное место в борьбе с болезнями рыб занимает их профилактика, а затем уже терапия.

Возникновению любого заболевания предшествуют три основных фактора:

- условия среды, благоприятные для появления и протекания той или иной болезни;
- ослабление иммунитета рыб вследствие несоответствующих условий среды и повышенная восприимчивость к болезням;
- наличие возбудителя.

Чтобы предотвратить возникновение болезни, требуется исключить эти факторы риска:

1. Во все периоды роста и развития рыб необходимо создавать им оптимальные условия водной среды, для чего нужно неукоснительно соблюдать принятую технологию выращивания, рыбоводно-биологические нормативы качества воды, плотности посадки и другие технологические мероприятия (кормление, содержание и т. д.). Это позволит существенно снизить риск возникновения заразных и незаразных заболеваний, так как в благоприятных условиях содержания иммунитет рыб достаточно высок для противостояния многим болезням.

2. Для предотвращения третьего фактора риска необходимо не допустить возникновения заболеваний внутри хозяйства, предупредить завоз возбудителей извне и строго соблюдать условия проведения транспортировки и карантина рыб.

Основными распространителями болезней рыб являются икра, рыбы и вода. Также источниками заражения могут служить корм, рыбоводный инвентарь, человек и животные.

Для профилактики болезней рыб необходимо:

- поддерживать в хозяйстве на должном уровне чистоту и порядок;
- правильно организовать рыбоводный процесс;
- выполнять в процессе производства все рыбоводные и санитарно-ветеринарные правила и нормативы (при этом исходить из условия раздельного выращивания рыб по видам и возрастам);
- перемещение рыб внутри хозяйства осуществлять в зависимости от эпизоотического состояния и условий выращивания;
- осуществлять постоянный контроль и учет за рыбоводной и ветеринарно-санитарной деятельностью по существующим формам.

Важным аспектом деятельности рыбоводного производства индустриального типа является проведение ветеринарно-санитарной, прежде всего профилактической, работы.

К основным ветеринарно-санитарным мероприятиям относятся:

- соблюдение ветеринарных правил и рыбоводных норм при межхозяйственных перевозках (завозе в рыбопитомник) икры или рыбы;
- профилактическое гарантирование (выдерживание в изоляции) завезенной икры или рыбопосадочного материала;
- профилактическая дезинфекция и дезинвация поверхностей лотков и емкостей для выращивания рыбы, частей технологического оборудования и рыбоводного инвентаря;
- регулярный ихтиопатологический мониторинг хозяйства;
- профилактическая противопаразитарная обработка икры и рыбы.

В УЗВ при несоблюдении санитарных требований могут возникать различные заболевания, такие, как бактериоз, аэромонос, вирусные, грибковые и другие заболевания, для лечения которых необходимо использовать антибиотики и антипаразитарные препараты. Внесение таких препаратов в закрытые циркуляционные системы может нарушать работу биофильтра и значительно снижать эффективность рыбоводных мероприятий.

Интенсивное рыбоводство обладает своими специфическими особенностями: высокой концентрацией рыбы на небольших площадях и напряженным гидрхимическим режимом. Все это способствует возникновению и быстрому распространению болезней.

Главной задачей интенсивного рыбоводства является полное изолирование УЗВ от нежелательных патогенов. Если все же это произошло и пришлось использовать лекарственные препараты, необходимо действовать следующим образом:

- прекратить кормление;
- отключить биофильтр;
- после обнаружения причины заболевания лучше использовать лекарства, которые нестабильны в воде. Некоторые антибиотики теряют свою силу через 10–12 ч. За это время, несмотря на отключенный биофильтр, с рыбой ничего не случится.

Данный алгоритм лечения рыбы был успешно проверен на практике. При проведении лечебных мероприятий необходимо проводить постоянный мониторинг уровня содержания аммония в воде.

Икра рыб, привозимая в установку, должна быть абсолютно здоровой и поставаться сертифицировано из благополучных, свободных от болезней промышленных хозяйств, при этом требуется разрешение на ввоз Департамента ветеринарного и продовольственного надзора Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. На каждую партию ввозимой рыбы необходимо иметь ветеринарное свидетельство. Во всех случаях икра и рыба допускаются к перевозке только после выборочного ихтиопатологического обследования не менее 10–15 экземпляров из отправляемой партии. Самым надежным способом убедиться в здоровом состоянии икры является обследование маточного стада.

В случае необходимости дезинфекцию икры проводят в растворе йода с концентрацией 3 дл на 50 л воды в течение 10 мин. При этом следует обновлять раствор после обработки каждые 50 кг икры. Для икры на стадии «глазка» дезинфицирующие растворы следует добавлять в физиологический (солевой) раствор, что предотвратит впитывание йода в икру. При этом рН дезинфицирующего раствора нужно довести до нейтрального (6,8), чтобы не увеличивать токсичность йодсодержащих растворов.

Профилактическое карантинирование завезенной икры или рыбы является обязательным. Это связано с тем, что при любой перевозке существует опасность возникновения вспышки заболевания не только от занесенных возбудителей, но и от местных микроорганизмов, являющихся патогенными для организма завезенных рыб. Срок карантизации устанавливается ветеринарной службой в зависимости от вида рыбы и температуры воды, но не менее 30 сут.

Особое внимание следует уделять водообеспечению хозяйства. Используемая вода должна быть свободной от патогенных организмов или обеззараживаться (стерилизоваться) перед подачей в систему. Качество воды должно соответствовать физиологическим потребностям выращиваемой рыбы. Место забора воды не должно находиться рядом с местом сброса сточных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий. С эпизоотической точки зрения рекомендуется использовать для водоподачи подземные воды (фунтовые, артезианские и т. п.), а не естественные водисточки. Дезинфицируется вода УФ-излучением, возможно применение песочных фильтров и озона.

Важно, чтобы поступающая вода эффективно сменялась, способствовала очищению бассейнов и интенсивно смывала накапливающиеся твердые вещества в канализацию.

Эффективная борьба с болезнями предусматривает надлежащую общую чистоту и порядок, поэтому при любой возможности следует проводить тщательную дезинфекцию системы. Это относится как к новым установкам, готовым к первому запуску, так и к существующим системам, из которых удалили рыбу и они готовы к новому производственному циклу.

Чистка рабочих поверхностей производится механическим способом (щеткой с применением щелочного моющего вещества либо мытьем водой 60 °С под давлением) или щелочным моющим веществом.

Для дезинфекции системы обычно применяют гидроксид натрия (NaOH) с целью увеличения pH до 11–12 в количестве 1 кг на 1 м<sup>3</sup> воды в зависимости от ее буферной емкости.

Для обработки рабочих поверхностей и оборудования необходимо погрузить его в 1,5 % раствор йода либо опрыскать этим раствором, после чего выдержать в течение 20 мин и сполоснуть чистой водой. Возможно применение раствора хлорной извести или органических красителей.

В частности, рыболовный инвентарь можно дезинфицировать 2–4 % раствором формалина в течение 10–15 мин. Емкости для выращивания рыбы после промывки нередко обрабатывают свежим 20 % раствором извести. Также для профилактической и противопаразитарной обработки используют растворы поваренной соли, марганцовокислого калия, метиленовой сини, хлорной извести и др.

При профилактической обработке рыб особое внимание следует обращать на чистоту их жизненной среды. Скапливающиеся в емкостях для выращивания рыбы загрязнения (обрастания, фекалии и др.) провоцируют развитие заболеваний. Качество воды влияет на эффективность препаратов при лечебном купании рыб.

Обработку рыб следует проводить только после тщательного изучения ситуации и выявления возбудителя. Купания не должны проводиться с равномерными интервалами, как постоянные плановые мероприятия, так как любой широко применяемый химический препарат (дезинфектант) в какой-то степени токсичен для рыб.

Солевые ванны обычно применяют при температуре от 6 до 17 °С в концентрации 5 %, продолжительность их до 5 мин. Аммиачные ванны, особенно эффективные против дактилогуризов, применяют для обработки крупной молодежи и сеголетков при концентрации 0,2 %, продолжительность их до 1 мин. Ванны с метиленовой синью готовят из расчета 200 мг на 1 л воды, продолжительность их до 7 сут, эффективны против воспаления плавательного пузыря. При лечебном купании следует соблюдать ряд важных правил:

- производить купание только при необходимости, на как можно более раннем этапе заболевания;
- производить купание по возможности в чистой емкости (чистку емкости провести заблаговременно, чтобы вода была высокого качества);
- купание производить в самое прохладное время суток. Перед купанием желательно не кормить рыб за 8–12 ч (для молодежи – за 4 ч), так как рыба с пустым желудком расходует меньше кислорода и поэтому лучше переносит купание;
- удостовериться в хорошем качестве препарата для лечебного купания – проверить заранее раствор отдельно на нескольких экземплярах рыб, особенно если применяется новый препарат или его форма;
- постоянно контролировать процесс купания. Сразу же его прекращать, если у рыб возникли симптомы дефицита кислорода или ухудшения состояния;
- следить за содержанием кислорода в воде и применять при необходимости оксигенацию;

- повторять обработку только в случае крайней необходимости. Между процедурами должен быть интервал не менее 30 ч;
- регистрировать проведенные мероприятия и результат процедуры;
- персоналу применять надлежащее защитное оборудование (перчатки, противогаз или полумаска, снабженная фильтром класса А, защитные очки и др.).

Хорошим способом для предупреждения распространения патогенов внутри системы является физическое разделение различных этапов производства. То есть каждая часть рыбопитомника (инкубационный цех, выростной и нагульные блоки) должна работать как изолированная и закрытая система, что позволит в случае необходимости намного легче справиться с заболеванием.

Еще одним источником заражения могут стать мертвые или погибающие рыбы. Вылов таких рыб должен происходить постоянно. Орудия лова и емкости, применяемые при вылове мертвых рыб, следует мыть и дезинфицировать надлежащим образом. Утилизация рыбы проводится в соответствии с действующим законодательством по согласованию с органами ветеринарного надзора.

Определяющим фактором успешного производства является недопущение заноса заболеваний персоналом хозяйства или посетителями. Для этого необходимо неукоснительно соблюдать ряд санитарно-гигиенических требований:

- перед входом в производственные помещения необходимо переодеться в спецодежду и обувь, в случае многократного использования спецодежды проводить регулярную ее обработку;
- до и после посещения помыть или продезинфицировать спецрастворами или дезсредствами руки;
- пользоваться размещенными при входе/выходе дезинфицирующими ковриками;
- проводить еженедельно ихтиопатологический контроль за выращиваемой молодью, визуальный контроль за поведением и ростом рыбы проводить постоянно;
- обслуживающему персоналу соблюдать максимум чистоты;
- для посетителей желательно использовать сменную одежду и обувь, применять переобувание (должен быть запас в хозяйстве) или хотя бы использовать ножные ванны для обработки обуви с 2 % раствором йода;
- посетители категорически не должны прикасаться ни к чему внутри производственных помещений, т. е. не должны вступать в контакт с водой, рыбами, кормами, рыболовным инвентарем и оборудованием хозяйства. Посещение питомника должно быть строго ограничено и проходить под контролем его работников.

## **Должностная инструкция оператора по обслуживанию установок замкнутого водоснабжения**

### **1. Дежурный оператор, заступивший на дежурство, обязан:**

1.1. Проверить работу установок, а также работу всех агрегатов и механизмов, обслуживаемых установкой, путем осмотра всех работающих механизмов и агрегатов.

1.2. Проверить параметры по показаниям соответствующих приборов.

1.3. Получить от сдающего дежурство сведения о работе установок и поступивших распоряжениях, после этого произвести соответствующие записи в журнале приема и сдачи дежурства. С этого времени оператор, принявший дежурство, несет полную ответственность за работу установок, а также агрегатов и механизмов, обслуживаемых их.

### **2. В обязанности дежурного оператора входит:**

2.1. Поддержание в чистоте и надежном эксплуатационном режиме всех механизмов и оборудования, входящих в состав установок, путем постоянного контроля за работой механизмов, оборудования, систем трубопроводов, арматуры.

2.2. Устранение всех возникших неисправностей за время своего дежурства. Все проводимые работы по поддержанию механизмов и оборудования в надлежащем техническом состоянии должны отражаться в журнале. В случае выхода из строя механизма перейти на дублирующий, принять все меры по его восстановлению, если возможно, восстановить своими силами, доложить в срочном порядке администрации. Во всех случаях произвести записи в журнале.

2.3. Участие в ремонтных работах.

2.4. Обеспечение поддержания всех параметров, влияющих на рост и жизнестойкость выращиваемого объекта, а именно: температурный режим, содержание кислорода в рыбоводных емкостях, водообмен, нормы и режим кормления, режим очистки рабочей воды, сброс загрязнений, подпитки.

### **3. Водообмен**

Кроме специально оговоренных случаев, количество подаваемой воды в бассейны должно быть примерно равным  $\frac{3}{4}$  водообмена в час.

Нужно помнить, что водообмен имеет немаловажное значение, а именно: вода является носителем кислорода и средой выноса загрязнений. Учитывая это, необходимо поддерживать указанный водообмен и периодически вести контроль, особенно после промывки бассейнов, биофильтров и остановок насосов.

### **4. Кислородный режим**

В бассейнах необходимо поддерживать содержание кислорода в пределах 6–7 мг/л. Замер кислорода проводится непосредственно в бассейнах, датчик прибора должен находиться вне зоны поступления воды. При низком содержании кислорода в бассейне следует подрегулировать расход его.

Контрольные замеры кислорода производить каждые 4 ч и записывать показания в журнал.

### **5. Нормы и режим кормления**

Дежурный оператор должен следить за дозировкой и интервалами выдачи корма, рекомендованными главным рыбоводом.

Необходимо помнить: бессистемная выдача корма приводит к снижению КПД использования корма, загрязнению воды, снижению концентрации кислорода и к липоидной дистрофии печени.

## **6. Очистка, сбросы, подпитка**

Очистка фильтрующего наполнителя биофильтра производится продувкой по мере загрязнения, но не реже двух раз в месяц.

Сбросы с механического фильтра производятся в автоматическом режиме.

Подпитка проводится для восстановления первоначального объема воды после сбросов и не должна превышать 10 % общего объема.

## **7. Дежурный несет полную ответственность за:**

7.1. Выполнение данной инструкции по эксплуатации, а также инструкций заводоизготовителей.

7.2. Объективность данных по параметрам, вносимых в журнал.

7.3. Санитарно-гигиеническое состояние как самой установки, так и помещения.

7.4. Соблюдение техники безопасности и пожарной безопасности.

## **8. Категорически запрещается:**

8.1. Во время работы установок отлучаться с рабочего места даже кратковременно и допускать на рабочее место посторонних лиц.

8.2. Пользоваться промасленной ветошью и перчатками при работе с кислородом и озоном.

8.3. Нарушать технику безопасности и пожарную безопасность.

## **9. Сдача дежурства**

9.1. Дежурный должен закончить все работы по обслуживанию механизмов и установок. Установки должны работать в заданном режиме с соблюдением всех параметров. Установки и помещения должны быть чистыми.

9.2. Обо всех нарушениях в работе установок и механизмов, а также о поступивших распоряжениях сделать соответствующие записи в журнале и сообщить принимающему дежурство.

### **Аналитическая записка по результатам посещения товарных форелевых каналных систем Беларуси**

По причине неудовлетворительной скорости воды в каналах и бассейнах с рыбой в них будет наблюдаться осаждение взвешенных веществ. Накопление таких веществ будет приводить к образованию токсичных газов, например сероводорода и метана. Для предотвращения осаждения взвешенных веществ в каналах и бассейнах с рыбой необходимо обеспечить скорость движения воды 40 см/с. В этом случае частичное осаждение взвешенных веществ будет происходить в конусах, специально для этого предназначенных. Предотвращению осаждения взвешенных веществ будет способствовать движение рыбы, плотность посадки которой при скорости движения воды 40 см/с должна составлять 35 кг/м<sup>3</sup>. При плотности посадки ниже 35 кг/м<sup>3</sup> скорость движения воды должна быть увеличена.

Для улучшения процессов насыщения воды кислородом и обязательного удаления токсичного углекислого газа бассейны с рыбой рекомендуется дополнительно оснастить двумя секциями диффузоров площадью по 9,9 м<sup>2</sup> на глубине 1,8 м. Для дополнительной аэрации рекомендуется использовать воздуходувку низкого давления Вентури (Venturi, 7,5 кВт), подача которой составляет 2 400 м<sup>3</sup> воздуха в час.

В данной системе, при использовании воздуха в качестве аэрации, оптимальная плотность посадки должна составлять 35 кг/м<sup>3</sup>. Таким образом, максимальная единовременная биомасса в одной УЗВ будет составлять 20 580 кг.

Рекомендуемые параметры при температуре 14 °С: водообмен – 400 л/с; концентрация кислорода в воде – 85 % (допустимо кратковременное снижение до 67 %). Рекомендуемые параметры должны быть изменены в зависимости от температуры воды и уровня кормления.

В связи с тем что использование эрлифтов на глубине 2 м является крайне неэффективным (10 % от максимальной эффективности), мы рекомендуем заменить эрлифт на два осевых насоса, подача каждого из которых составляет 150–200 л/с, с контролируемым преобразователем частоты. При необходимой высоте подъема 35 см потребление энергии для двух насосов составит 4,0 кВт.

Конусы, установленные в модулях, эффективны для удаления взвешенных частиц размером более 100 мкм, для частиц менее 100 мкм данные конусы неэффективны. В УЗВ, по причине высокой рециркуляции, доля крупных частиц размером более 100 мкм незначительна (не более 10 %), поэтому для удаления взвешенных веществ размером менее 100 мкм рекомендуется установить механический барабанный фильтр с размером сетки 40 мкм.

В целях недопущения скопления элементов загрузки на сетках биофильтра рекомендуется осуществить замену металлической сетки на полиэтиленовую односкатной формы.

Для распределения гидравлического потока рекомендуется осуществить разбивку погружного биофильтра с кипящим слоем на три секции с отдельной независимой системой подачи воздуха.

Наши предварительные расчеты показали, что в биологических фильтрах должны быть выдержаны следующие параметры:

### Биофильтр с подвижным слоем

Объем биологической загрузки	26,7 м <sup>3</sup>
Поверхность биологической загрузки	19,5 м <sup>2</sup>
Удельная площадь поверхности загрузки	730 м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>

### Биофильтр с неподвижным слоем

Объем биологической загрузки	56,3 м <sup>3</sup>
Поверхность биологической загрузки	41,1 м <sup>2</sup>
Удельная площадь поверхности загрузки	730 м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>

При температуре воды 14 °С биофильтр с подвижным слоем способен окислить 3,898 г аммония в сутки, биофильтр с неподвижным слоем – 8,227 г аммония в сутки. При использовании комбикормов Aller Bronze 45/15 максимально возможная биомасса в системе составит 14 т, Aller Silver 45/20 – 19 т, Aller Platinum 48/24 – 21 т. При увеличении температуры воды до 18 °С окислительная способность биофильтра повышается.

Для удаления токсичного углекислого газа, который в больших количествах будет выделяться после биологического фильтра, действуя крайне негативно на рыб, рекомендуется после погружного неподвижного биофильтра установить аэраторы для дегазации (дегазатор) общей площадью 20 м<sup>2</sup>.

Предложения по модернизации типовых проектов форелевых УЗВ канального типа приведены на рис. 1–3.



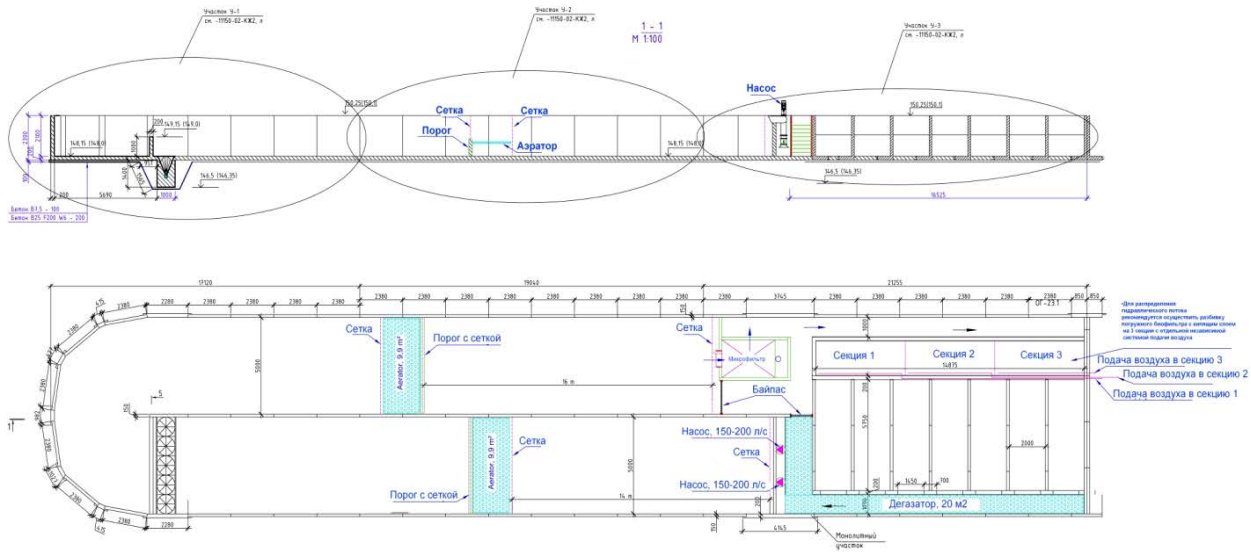
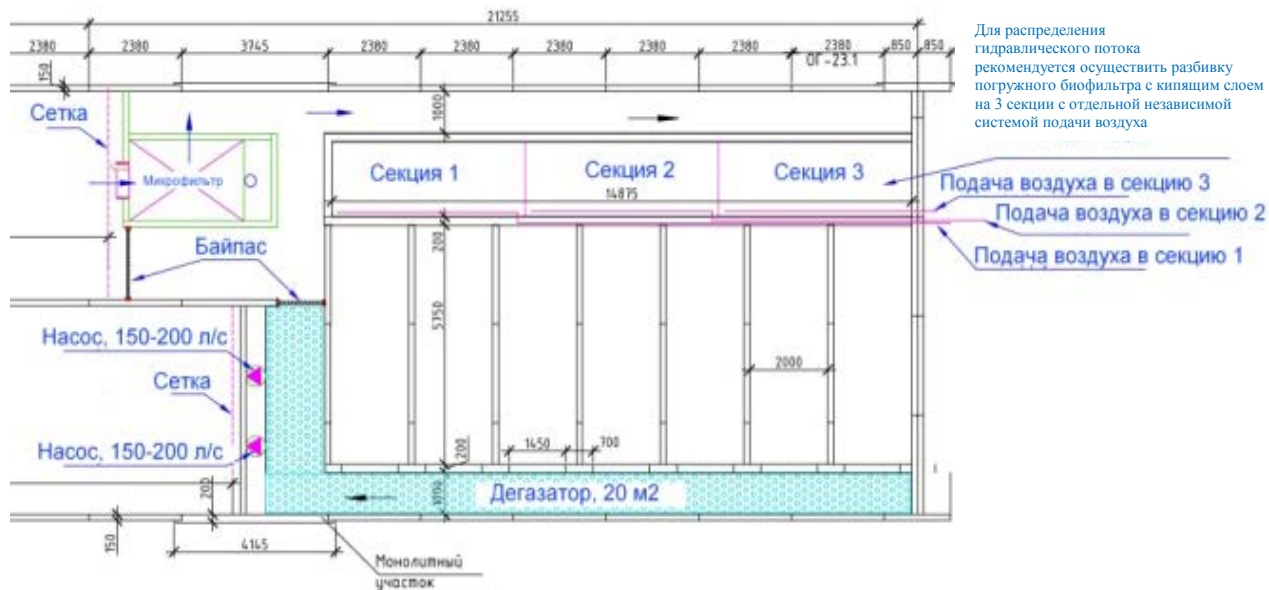


Рис. 1. Предложения по модернизации типовых проектов форелевых УЗВ каналного типа



Для распределения гидравлического потока рекомендуется осуществить разбивку погружного биофильтра с кипящим слоем на 3 секции с отдельной независимой системой подачи воздуха

Рис. 2. Предложения по модернизации типовых проектов форелевых УЗВ канального типа (увеличение)

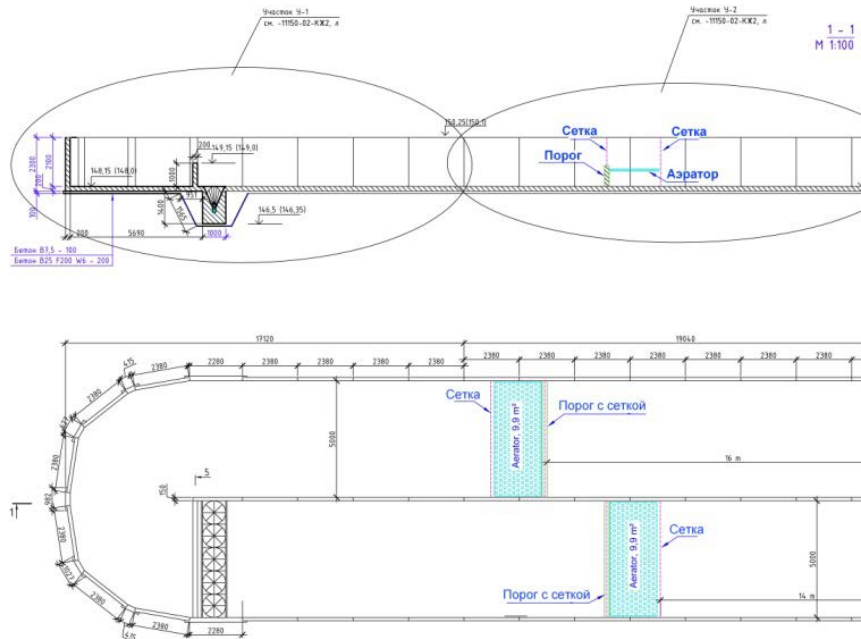


Рис. 3. Предложения по модернизации типовых проектов форелевых УЗВ канального типа (увеличение)

**Кормушка с пневматическим механизмом**

*Кормушка полностью безопасна для рыб, людей и окружающей среды, не содержит радиоактивных компонентов, озоноразрушающих и других вредных веществ.*

Использование высококачественных кормов в рыбных хозяйствах требует постоянного совершенствования технологии их внесения. Эффективный рост рыбы при оптимальном расходе корма становится возможным только при точной дозировке и кратности кормления. При ручном кормлении этого трудно добиться. Автоматизация кормления решает эту задачу и экономит время на выполнение технологических операций, облегчает труд. Такая кормушка не требует постоянного обслуживания. С помощью пневматического механизма корм разбрасывается по поверхности пруда без потерь. Отсутствует крошение корма и пыль (в отличие от кормушек с механическими узлами). Струя воздуха от компрессора выталкивает заданную порцию корма из устройства, и образующийся воздушный поток разбрасывает его до 5 м от кормушки. Такая кормушка пригодна для кормов с размером гранул 0–7 мм, благодаря специальному точному дозирующему устройству не происходит заеданий устройства и заторов корма. Бункеры на 10, 20, 40 и 60 кг имеют особую форму и свойства, которые исключают вероятность зависания корма в кормушке. Крышка бункера плавно открывается рукой и удобно фиксируется. Кормушки с бункером на 40 и 60 кг могут быть снабжены подставками из нержавеющей стали.

Кормушки с пневматическим механизмом поставляются в различных вариантах. Все модели начинают работать при подключении к сети 230 В. Автоматическое кормление с помощью данных кормушек осуществляется по времени. Для этого имеется маленький блок управления, который прикреплен в удобном месте к корпусу бункера (можно использовать один управляющий блок для нескольких кормушек). Данное устройство автоматически равномерно распределяет корм на нужное количество кормлений с учетом суточного прироста рыб. Кормушка состоит из контейнера для хранения рыбного корма, раздаточного механизма и блока управления. Корм выдается с помощью специального механизма, управляемого электронным блоком, и дозируется согласно установленным в этом блоке параметрам.

### Технические характеристики

Вместимость бункера, кг	Высота бункера, см	Максимальная ширина в поперечнике, см
10	Около 50	32
20	Около 50	38
40	Около 70	48
60	Около 85	58

### Подача корма

Показатель	Тип 1	Тип 2
Количество граммов в минуту	100	1000

**Примерный перечень мероприятий по коррекции иммуно-физиологического состояния и повышению выживаемости молоди форели**

Наименование мероприятия	Срок исполнения	Ответственные исполнители
1	2	3
Использование с кормом или в виде ванн (обработки) <b>антистрессовых препаратов</b> : Куксовит (500 мг/кг корма) или Витамин С (1000 мг/кг корма). Курс кормления 7–10 дней антистрессовая композиция (на 1 м <sup>3</sup> : 10 г марганцовокислого калия + 10 г хлорной извести + 100 г соли + 50 г питьевой соды). Используется в виде ванн, возможно применение и при перевозках рыбы	Перед сортировкой, пересадкой рыбы	Ихтиопатологи, рыбоводы
хлористый калий (обработка во время перевозки, концентрация 11,5 мг/л)	Во время транспортировки	Ихтиопатологи, рыбоводы
Применение <b>тонизирующих ванн</b> : раствор соли концентрацией 2 % в течение 20 мин или 0,2 % в течение 4–5 ч	Периодически (примерно раз в месяц)	Ихтиопатологи, рыбоводы
Использование <b>иммуностимуляторов и биологически активных препаратов</b> : Витамин С (0,5–2,0 г/кг корма). Курс 10 дней Витатон (0,5–1,5 г/кг корма). Курс 30–40 дней глюканы (0,1 % к корму) Ридостин – в виде внутривентральных инъекций (1–20 мг/кг массы рыбы) или путем выдерживания рыб в растворе препарата концентрацией 0,5–2 мг/л в течение 30–60 мин Тиамин (витамин В <sub>1</sub> ) эффективен при недостатке тиамина в организме личинок. Используется в виде ванн в затемненном цехе, непосредственно в лотках и бассейнах, экспозиция 30 мин. Процедуру повторяют через 3–5 дней	Рекомендуется проводить 2–3 раза в год	Ихтиопатологи, рыбоводы

1	2	3
<p>Трийодтиронин – повышает иммунитет и резистентность к бактериальной инфекции. Применяется с кормом (5 мг/кг корма)          Ультрадисперсное железо (УДЖ), 0,4 мг/кг рыбы в день. Курс 10 дней.          Профилактика – ежемесячно в течение всего рыбоводного сезона.          При дозе 0,2–0,3 мг/кг рыбы курс кормления продолжается до 20–30 дней          Хитозан применяется с кормом (2,5 г/кг корма). Курс 7–10 дней</p>	<p>Рекомендуется проводить 2–3 раза в год</p>	<p>Ихтиопатологи, рыбоводы</p>
<p>Для повышения общей резистентности и профилактики заболеваний, сопряженных со стрессом (миксобактериоз, бактериальная геморрагическая септицемия, жаберный некроз, предоперационная подготовка производителей и др.) проводят <b>курс кормления с пробиотиками</b>:          Азогиллин, <math>5 \times 10^6</math> КОЕ/г – 5 % к весу корма (5 дней)          Ацидофилин, 0,1–1,0 г/кг (2–3 курса по 10 дней)          Субалин, <math>17 \times 10^8</math> КОЕ/г, 100 доз на 1 т корма (10 дней)          Субтилис, 0,35–0,40 г/кг корма (10 дней)          Зоонорм, 100–300 доз на 1 кг корма (10–12 дней)</p>	<p>Регулярно в течение года</p>	<p>Ихтиопатологи, рыбоводы</p>

## Рекомендации по проведению гематологических исследований радужной форели

### 1. Исследование клеток крови

*Подготовка материала для исследования.* Для исследования клеток крови рыб и гематологических параметров их используются окрашенные мазки крови и цельная кровь, а для проведения биохимических исследований – сыворотка крови.

*Забор крови для проведения гематологических и биохимических исследований.* Существует несколько способов взятия крови у рыб:

- из хвостовой вены;
- хвостовой культы;
- сердца;
- жаберных вен.

#### 1.1. Взятие крови из хвостовой вены

При взятии крови из хвостовой вены место пункции находится в точке, образованной при условном пересечении средней линии и линии, идущей перпендикулярно от анального отверстия у сеголетков и от заднего края анального плавника у рыб старшего возраста для карповых и форели (рис. 1). у осетровых место пункции находится на брюшной стороне по средней линии позади анального отверстия.



Рис. 1. Схема пункции у радужной форели

При взятии крови отловленную рыбу следует обернуть стерильной салфеткой, место пункции обработать антисептиком. Размер иглы подбирают в зависимости от размера рыбы.

После того как проколота кожа и игла вошла в мышцы, следует потянуть поршень шприца для создания разрежения в нем. Удерживая шприц таким образом (рис. 2), необходимо медленно продвигать иглу по направлению к позвоночнику рыбы. При попадании иглы в вену в канюле шприца появится кровь. После пункции вены следует взять необходимое количество крови, затем иглу извлечь, место пункции обработать антисептиком, рыбу отпустить.





Рис. 2. Забор крови из хвостовой вены у стерляди (слева) и радужной форели (справа)

### 1.2. Забор крови из хвостовой культы

При взятии крови из культы хвоста срезают спинной и анальный плавники, удаляют чешую, слизь, протирают кожу спиртом, затем отсекают хвостовой стебель по медиальной линии позади анального плавника и собирают кровь в стерильную посуду (рис. 3).



Рис. 3. Забор крови из хвостовой культы

### 1.3. Взятие крови из сердца

При взятии крови из сердца место укола находится в середине отрезка, соединяющего основание грудных плавников, у форели и чуть выше этой точки у карповых рыб (рис. 4). Иглу вводят в место укола под углом  $45^\circ$  относительно фронтальной плоскости (рис. 5).

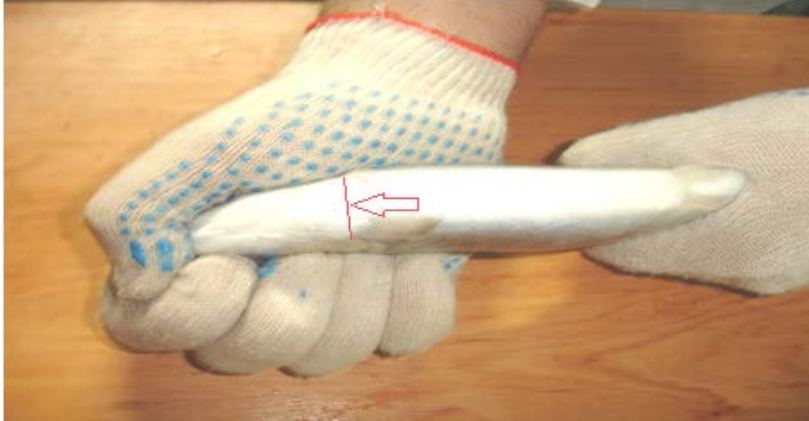


Рис. 4. Место пункции при взятии крови из сердца у форели



Рис. 5. Взятие крови из сердца у форели

#### 1.4. Взятие крови из жаберных вен

При взятии крови из жаберных вен удаляют жаберную крышку и вводят инъекционную иглу в вену у основания одной из жаберных дуг (рис. 6).



Рис. 6. Взятие крови из жаберной вены

#### 1.5. Приготовление мазков крови

После того как капля крови помещена на предметное стекло (рис. 7), ее следует распределить по всей поверхности предметного стекла с помощью шлифованного стекла.



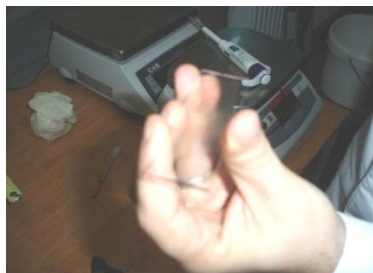
Рис. 7. Помещение капли крови на предметное стекло

Для этого шлифованным концом стекла нужно коснуться капли крови под углом 45°, подождать, пока она полностью распределится по всей кромке. После этого быст-

рым легким движением провести кромкой шлифованного стекла по всей поверхности предметного стекла (рис. 8, а). Затем мазок необходимо просушить на воздухе в течение 5–10 мин (рис. 8, б).



а



б

Рис. 8. Приготовление мазка крови

Качественный мазок должен быть ровным. Капля крови должна быть равномерно распределена по всей длине мазка (рис. 9).



Рис. 9. Качественный (слева) и некачественный (справа) мазки

Далее высушенный мазок необходимо погрузить в фиксирующую жидкость на 20–30 мин. В качестве фиксатора применяется метиловый или этиловый спирт (96°).

После этого мазок окрашивается. Окрашивается он по одному из приведенных методов: окраска по Романовскому, по Паппенгейму, по Паппенгейму – Крюкову, по Романовскому – Гимзе, по Мая – Грюнвальду.

#### **Окраска по Романовскому.**

*Принцип.* Окрашивание различных элементов клеток в разные цвета и оттенки смесью основных (азур II) и кислых (водорастворимый желтый эозин) красок.

*Оборудование:* колба или бутылка вместимостью 1 л, измерительные цилиндры вместимостью 250 мл, цилиндры для разведения красок вместимостью 100 мл, градуированная пипетка, штатив для мазков, кювета со стеклянным мостиком для окраски.

*Реактивы.* В продаже имеется готовый раствор краски Романовского, а также сухая краска Романовского (Гимзы), из которой приготавливают раствор следующим образом: 3,8 г сухой краски Романовского растворяют в 250 мл чистого метилового или этилового спирта (последний хуже). Раствор оставляют на 3–5 сут, часто взбалтывая для лучшего растворения краски. Затем прибавляют 250 мл чистого глицерина и вновь оставляют на 3–5 сут, периодически взбалтывая. Приготовленная таким образом краска хорошо сохраняется длительное время в темных бутылках в шкафу, где нет ни кислот, ни щелочей.

Готовый или приготовленный раствор красителя Романовского перед употреблением оттитровывают, т. е. окрашивают несколько фиксированных мазков крови в течение 25–40 мин различной разведенной краской (1–2 капли краски на 1 мл дистиллированной воды). По хорошо окрашенному препарату устанавливают нужное количество капель краски на 1 мл воды и время окрашивания.

*Методика.* Фиксированные мазки укладывают на мостик, состоящий из двух стеклянных палочек, уложенных на два противоположных края кюветы.

Затем мазки заливают разведенной краской, которую наливают на мазок возможно более высоким слоем. Окрашивание длится в зависимости от температуры воздуха в помещении от 25 до 45 мин.

Если температура в помещении низкая или требуется быстрее окрасить мазки, то разведенную краску можно подогреть до 60–70 °С (до кипения доводить нельзя).

После окончания окраски краску смывают (но не сливают) сильной струей воды и ставят мазки вертикально в деревянный штатив для просушивания.

Разведенной краской можно пользоваться только в течение одного дня.

#### **Окраска по Паппенгейму – Крюкову.**

*Принцип.* Комбинированная окраска фиксатором-красителем Мая – Грюнвальда и краской Романовского, дающая возможность очень хорошо дифференцировать составные части клеток.

*Оборудование:* см. «Окраска по Романовскому».

*Реактивы:*

1) готовый краситель-фиксатор Мая – Грюнвальда, состоящий из эозина-метиленового синего в метиловом спирте;

2) свежеприготовленный раствор краски Романовского (1–2 капли краски на 1 мл дистиллированной воды);

3) нейтральная дистиллированная вода.

При отсутствии готового красителя-фиксатора Мая – Грюнвальда его можно приготовить растворением 0,3–0,5 г сухой краски Мая – Грюнвальда в 100 мл чистого метилового спирта с добавлением (или без него) 50 мл чистого глицерина.

Краситель в обоих случаях созревает четыре дня при комнатной температуре.

*Методика.* На нефиксированный мазок наливают пипеткой 10–15 капель готового красителя-фиксатора Мая – Грюнвальда, через 3 мин прибавляют по каплям столько же воды и продолжают окрашивание еще 1 мин, после чего краситель смывают водой и мазок высушивают на воздухе.

Затем на высушенный мазок наливают свежеприготовленный водный раствор красителя Романовского на 8–15 мин в зависимости от температуры в помещении, смывают краску водой и мазок высушивают на воздухе. Этот способ окраски является наилучшим.

**Окраска по Романовскому – Гимзе.** Для окрашивания используется готовый раствор краски.

Перед употреблением краска разводится из расчета 1–2 капли на 1 мл дистиллированной воды.

*Методика.* Зафиксированный препарат помещают мазком вверх на стеклянные палочки над чашкой и покрывают поверхность мазка высоким слоем разведенной краски. Окрашивание можно производить также в кюветках, наполненных раствором краски. Продолжительность окрашивания 15–30 мин; для свежих мазков и в сухую жаркую погоду времени требуется меньше, чем при окраске старых мазков или при окраске в сырую и холодную погоду. По истечении определенного времени краску смывают, лучше дистиллированной водой, мазок для высушивания ставят вертикально на пропускную бумагу. Высушивание мазка можно производить подогреванием на руке.

При окрашивании по методу Романовского – Гимзы необходимо соблюдать ряд условий, чтобы получить правильную окраску:

- 1) вода должна иметь рН 6,6–6,8;
- 2) посуда, в которой разводится краска, должна быть чистой;
- 3) раствор краски готовится *extempore*, перед окраской, а не заранее, так как наилучшее окрашивание получается в момент разбавления алкогольного раствора водой;
- 4) краску следует добавлять в воду по каплям, а не наливать сразу;
- 5) концентрация раствора не должна превышать три капли на 1 мл;
- 6) для получения красивой дифференциальной окраски рекомендуется оставлять дистиллированную воду на мазке после промывки в течение 1 мин.

Правильная окраска определяется по внешнему виду. Макроскопически мазок должен быть окрашен в розоватый цвет с незначительным фиолетовым оттенком. Серые или серо-голубые мазки указывают на избыток щелочи, ярко-красные – на избыток кислоты или слишком кратковременное окрашивание.

Метод Романовского – Гимзы особенно хорош при окрашивании мазков на наличие кровепаразитов, а также при окрашивании одновременно нескольких мазков.

**Модификация окраски мазков крови краской Романовского – Гимзы по Филипсону.** Для окрашивания по этому методу требуется особое приготовление краски, которое можно производить заранее, но можно и в момент окрашивания. Берется одна часть жидкой краски Романовского и три части этилового спирта (ректификата). После смешивания со спиртом краска сразу же пригодна для употребления.

*Методика.* На нефиксированный мазок крови наносится 10–15 капель приготовленной вышеуказанным способом краски. Через 10–15 минут, необходимых для фиксации мазка, наливается примерно 0,5–1 мл дистиллированной воды, которая тщательно смешивается с краской. Окрашивание мазка продолжается в течение 20–30 мин (длительность периода окрашивания изменяется в зависимости от температуры воздуха, качества краски и некоторых других причин и может быть установлена в каждой лаборатории самостоятельно). Затем краска смывается дистиллированной водой и мазок высушивается. Высохший мазок годен для исследования.

**Окраска по Маю – Грюнвальду.** Окрашивание производится готовым раствором краски Мая – Грюнвальда.

*Методика.* На нефиксированный мазок крови наносят 15–20 капель краски и оставляют на нем в течение 3 мин. По истечении указанного времени на мазок настилают такое же количество капель дистиллированной воды (15–20 капель). Краску хорошо перемешивают с водой с помощью стеклянной палочки и докрашивают препарат еще 10–15 мин. Далее промывают его дистиллированной водой и высушивают.

**Окраска по Паппенгейму.** В этом методе соединяются преимущества окраски по Маю – Грюнвальду и Романовскому – Гимзе. Окраска является комбинированной, суть ее заключается в том, что мазок вначале окрашивается по методу Мая – Грюнвальда, а затем докрашивается по методу Романовского – Гимзы.

*Методика.* На нефиксированный мазок крови наносят 15–20 капель краски Мая – Грюнвальда и выдерживают в течение 3 мин. Далее к краске добавляют такое же количество дистиллированной воды и после перемешивания оставляют еще на 3 мин. Затем краску сливают, стекло ставят краем на пропускную бумагу, чтобы стекла вода. После этого на невысохший еще мазок настилают свежеприготовленную краску Романовского – Гимзы (15–20 капель краски на 10 мл воды) и мазок докрашивают дополнительно 15–30 мин, в зависимости от давности его. По истечении указанного времени краску смывают и мазок высушивают. Если мазки окрашиваются интенсивно, их можно разбавить дистиллированной водой, выдержать в течение 1 мин, а затем высушить.

Исследование окрашенных мазков крови проводится с применением микроскопов с иммерсионной системой.

## 1.6. Подсчет элементов красной крови

Преобладающей клеточной формой крови рыб являются эритроциты. Зрелые клетки красной крови эллипсоидной формы, имеют диаметр  $5 \times 15$  мкм ( $4,5 \times 7,0$ – $12,0 \times 18,0$ ). В центре расположено несколько вытянутое ядро темно-фиолетового цвета. Цитоплазма этих клеток, благодаря наличию гемоглобина, оксифильная, розовато-желтого цвета.

Зрелые эритроциты здоровых рыб всегда одинаковы по величине. Разнообразие размеров (анизоцитоз) является признаком патологии. В то же время пойкилоцитоз – отклонение формы эритроцитов от нормы, если он не носит массового характера, не всегда свидетельствует о патологии: эритроциты в процессе движения вращаются вокруг короткой и длинной своих осей, сталкиваются, деформируясь, несколько изменяя форму.

При оценке эритропоза определяется процентный состав незрелых эритроцитов. Цитоплазма их окрашена более базофильно, ядра значительно светлее, рыхлые, крупные. Чем клетка менее зрелая, тем базофильнее ее цитоплазма, тем светлее, крупнее и рыхлее ядро. Совсем молодые эритроциты округлы, ядра у них большие и круглые.

Методика подсчета незрелых эритроцитов следующая: подсчитывается по всему мазку (в различных его участках) 500 эритроцитов, и среди них отмечается количество незрелых форм, которое выражается в процентах, где за 100 % принимается общее количество подсчитанных на мазке эритроцитов.

## 1.7. Подсчет элементов белой крови

Лейкоцитарную формулу определяют, подсчитывая в окрашенных мазках крови рыб 200 лейкоцитов, и выражают в виде процентного соотношения отдельных видов лейкоцитов. Ввиду того что более крупные формы клеток (моноциты, нейтрофилы, миелобласты) располагаются больше по периферии, вдоль наружных краев мазка, а более мелкие (лимфоциты, микромиелобласты) находятся ближе к центру, клетки подсчитывают всегда по одной и той же определенной системе: половину клеток считают на одном конце

мазка по зигзагообразной линии, другую половину – на другом конце, по этому же принципу.

Лучше двигаться по самым тонким, наиболее прозрачным местам мазка, в которых хорошо просматривается структура клеток. Особенно важно придерживаться указанного правила подсчета при патологических изменениях крови, выявить которые при этом будет значительно легче.

Процентное соотношение клеток белой крови подсчитывается с помощью 11-клавишного счетчика для лейкоформулы. Изучая белые клетки, учитывают сдвиги ядер нейтрофилов – индекс сдвига ядер.

Повышение процента незрелых нейтрофильных клеток в периферической крови называется сдвигом влево. Снижение количества палочкоядерных нейтрофилов и присутствие нейтрофилов с гиперсегментированными ядрами определяется как сдвиг вправо.

Для выяснения отклонения в гематологических параметрах применяется показатель индекса сдвига лейкоцитов (ИСЛ). Индекс сдвига лейкоцитов рассчитывается как отношение числа гранулоцитов к сегментоядерным нейтрофилам. У здоровых осетров он составляет 0,25–0,40, у карпов – 0,30.

### **1.8. Определение гемоглобина по Сали**

*Оборудование:* гемометр Сали (ГС-3); капилляр с отметкой 0,02 мл.

*Реактивы:* 0,1 N раствор соляной кислоты (8,2 мл HCl удельным весом 1,19 на 1 л дистиллированной воды), дистиллированная вода.

*Методика определения:* Среднюю пробирку гемометра наполняют до нижней отметки 0,1 N раствором соляной кислоты. Набирают кровь в капилляр до метки (0,02 мл), не допуская попадания пузырьков воздуха, и удаляют ее излишек путем прикладывания фильтровальной бумаги к кончику капилляра. Выдувают кровь на дно пробирки таким образом, чтобы верхний слой соляной кислоты оставался неокрашенным. Не вынимая пипетки, ополаскивают ее соляной кислотой из верхнего слоя. После этого содержимое пробирки перемешивают, ударяя пальцем по ее дну. Точно через 5 мин добавляют по каплям дистиллированную воду, жидкость перемешивают стеклянной палочкой.

### **1.9. Определение гематокритной величины**

Гематокритное число – это отношение объема эритроцитов к общему объему крови, выраженное в литрах на литр (1 л/л равен 100 %).

*Подготовка к исследованию.*

Приготовление растворов антикоагулянта:

- раствор Геллера и Пауля: на 100 мл воды шавелевокислого аммония – 1,2 г, шавелевокислого калия – 0,8 г;

- 5 % раствор трехзамещенного лимоннокислого натрия.

*Оборудование и реактивы:* микрокапилляры; центрифуга (при массовом отборе проб удобнее использовать специальную центрифугу МГЦ-8); растворы антикоагулянтов: раствор гепарина 1000 Ед/мл, или 7,7 мг/мл, или раствор Геллера и Пауля, или 5 % раствор лимоннокислого натрия.

*Методика определения и учет результатов.* Микрокапилляры предварительно обрабатывают одним из растворов антикоагулянта: несколько раз споласкивают их раствором гепарина и высушивают при комнатной температуре или же в капилляры насыщают на  $\frac{1}{10}$  часть раствора Геллера и Пауля и высушивают в сушильном шкафу при темпе-



ратуре 60 °С. В подготовленные таким образом капилляры набирают кровь. Конец капилляра закупоривают с помощью замазки и ставят центрифугировать до получения постоянного объема эритроцитов. Время центрифугирования зависит от скорости вращения центрифуги. Достигают эффекта полного осаждения эритроцитов. Отсчет объема эритроцитов и плазмы производят с помощью миллиметровой линейки. Процентное отношение столба эритроцитов к высоте всего столба крови является гематокритной величиной, его переводят в размерность литр на литр.

### 1.10. Определение скорости оседания эритроцитов

В зависимости от физических и химических свойств крови эритроциты оседают в микрокапиллярах с различной скоростью. Скорость оседания эритроцитов определяется в аппаратах Панченкова и выражается в миллиметрах за 1 ч (мм/ч).

*Оборудование и реактивы:* часовое стекло; аппарат Панченкова, состоящий из штатива и специальных капиллярных пипеток, на которых нанесена миллиметровая шкала длиной К (см), верхнее деление шкалы отмечено буквами О и К (кровь), против деления 50 имеется буква Р (реактив); профильтрованный 5 % раствор трехзамещенного лимоннокислого натрия.

*Методика определения и учет результатов.* Промывают капиллярную пипетку раствором лимоннокислого натрия, затем набирают этот раствор до метки Р и выливают его на часовое стекло. Тем же капилляром набирают кровь два раза до метки К и спускают на часовое стекло. Хорошо перемешивают и, набрав смесь в капилляр до метки К, ставят в штатив на 1 ч. По истечении этого времени определяют скорость оседания эритроцитов. Величину столбика плазмы, освободившегося от эритроцитов, учитывают по делениям на капиллярной пипетке.

При работе с молодой рыб допускается набирать меньший объем крови ( $1/2$  или  $1/4$  К), при этом соотношение лимоннокислого натрия и крови необходимо строго сохранять на уровне 1:2.

### 1.11. Биохимические исследования крови

*Подготовка крови к исследованию.* Для биохимического исследования используется сыворотка крови. Для получения сыворотки кровь из шприца после ее забора переливают в пробирку. При этом необходимо кровь из шприца переливать медленно по стенке пробирки для предотвращения гемолиза, т. е. разрушения эритроцитов (рис. 10). После помещения крови в пробирку ее маркируют.

Далее кровь необходимо подвергнуть центрифугированию. После центрифугирования сыворотка оказывается сверху, эритроцитарная масса – снизу (рис. 11). Пробирку из центрифуги следует вынимать крайне осторожно во избежание взмучивания эритроцитарной массы (рис. 12). Сыворотку откачивают из пробирки шприцем с иглой или с помощью дозатора (рис. 13). Захват эритроцитов при этом недопустим, так как при биохимическом исследовании будут получены искаженные данные (рис. 14).

После получения сыворотку подвергают исследованию при наличии биохимической лаборатории. При ее отсутствии сыворотку замораживают, затем отправляют в лабораторию для исследования. Размораживание сыворотки в процессе транспортировки недопустимо.

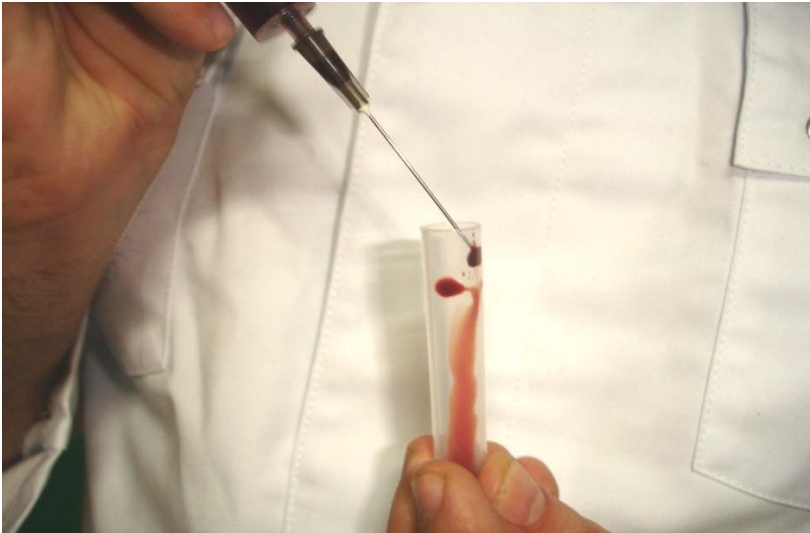


Рис. 10. Помещение крови в пробирку

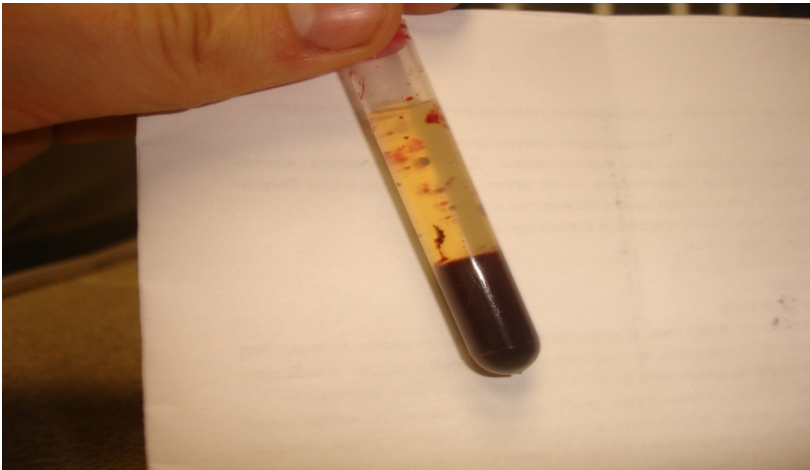


Рис. 11. Вид крови после центрифугирования

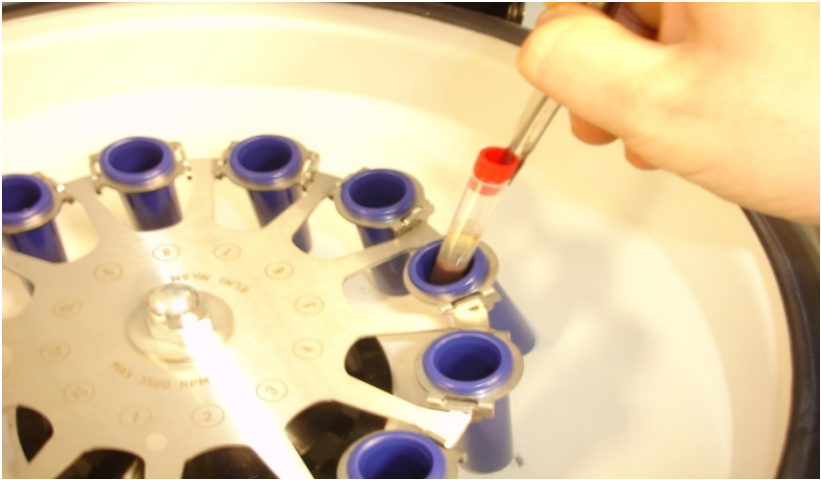


Рис. 12. Извлечение пробирки из центрифуги

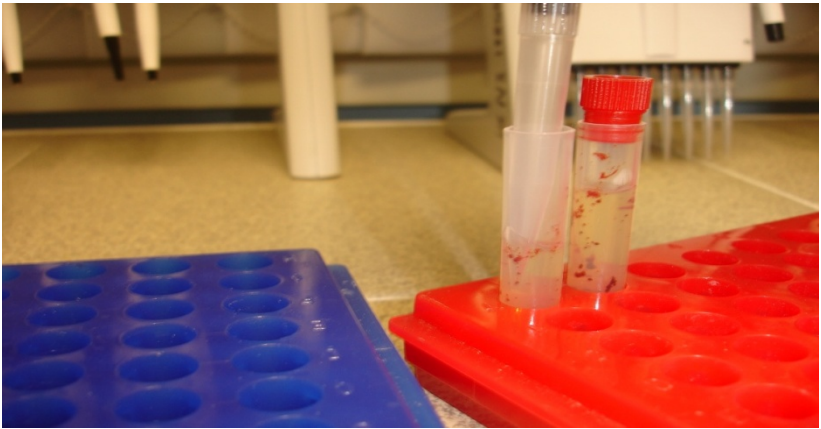


Рис. 13. Откачивание сыворотки крови

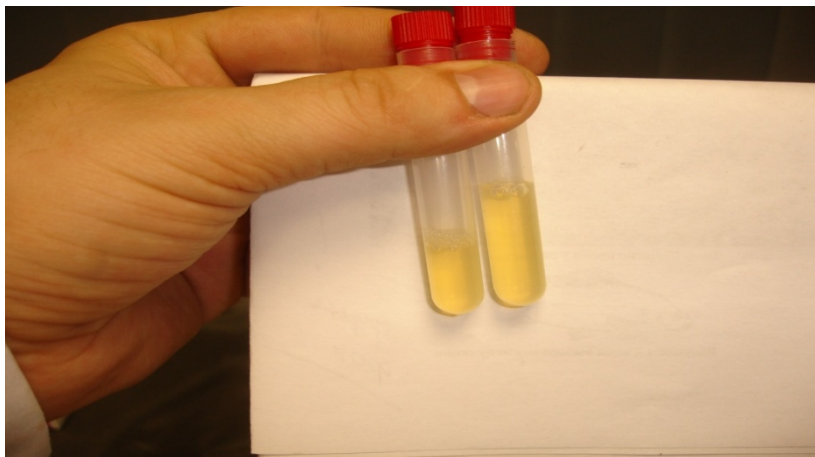


Рис. 14 Внешний вид сыворотки пригодной для исследования

Интенсивность метаболических реакций в организме оценивают по показателям белкового (общий белок, альбумины), липидного (общие липиды, холестерин), углеводного (глюкоза) и минерального обмена (концентрация кальция и неорганического фосфора), а также по содержанию ферментов переаминирования (АСТ, АЛТ). Исследование показателей проводят в сыворотке крови фотометрическими методами с использованием биохимических наборов. Определяют показатели согласно инструкциям, прилагаемым к наборам.

#### **1.11.1. Исследование показателей белкового обмена**

Общий белок сыворотки крови определяется биуретовой реакцией. Метод основан на том, что белки реагируют в щелочной реакции с сернистой медью с образованием соединений, окрашенных в фиолетовый цвет, интенсивность окраски которых пропорциональна содержанию общего белка в сыворотке крови.

Определение содержания альбумина в сыворотке крови осуществляется по реакции с бромкрезоловым зеленым. Альбумин в слабокислой среде образует с бромкрезоловым зеленым окрашенное комплексное соединение. Интенсивность окраски определяется фотометрически и пропорциональна содержанию альбумина в сыворотке крови.

#### **1.11.2. Исследование показателей углеводного обмена**

Концентрация глюкозы в крови определяется ферментным методом. Метод основан на окислении глюкозы кислородом воздуха при каталитическом действии глюкозооксидазы с образованием перекиси водорода и  $\gamma$ -глюконолактона. Образовавшуюся перекись водорода определяют по индофеноловой реакции аминокантипирина с хромогеном, катализируемой пероксидазой. Интенсивность окраски раствора при соблюдении рабочих условий пропорциональна содержанию глюкозы.

### **1.11.3. Исследование показателей липидного обмена**

Определение общих липидов в сыворотке крови проводится по методу, основанному на взаимодействии между продуктами распада липидов, образовавшимися после гидролиза сыворотки серной кислотой, с сульфифосфованилиновым реактивом с образованием окрашенного соединения. Интенсивность окраски раствора пропорциональна содержанию общих липидов.

Определение содержания общего холестерина в сыворотке крови проводится по методу, основанному на образовании окрашенного в зеленый цвет раствора при реакции холестерина со смесью уксусной и серной кислот в присутствии уксусного ангидрида.

### **1.11.4. Исследование показателей минерального обмена**

Определение общего кальция в сыворотке крови проводится комплексометрическим методом по Уилкинсону. Мурексид при pH 10–13 образует с кальцием соединение розового цвета. При добавлении Трилона Б последний образует с кальцием более прочное комплексное соединение и Мурексид освобождается с восстановлением в точке эквивалентности первоначального фиолетового цвета.

Неорганический фосфор в безбелковом фильтрате крови определяется по реакции с ванадат-молибдатовым реактивом (по Пулсу, в модификации В. Ф. Коромылова и Л. А. Кудрявцевой). В результате данной реакции образуется раствор лимонно-желтого цвета, интенсивность которого пропорциональна количеству фосфора в пробе.

### **1.11.5. Определение печеночных аминотрансфераз**

Содержание аминотрансфераз (аланинаминотрансфераза (АЛТ) аспартатаминотрансфераза (АСТ)) в сыворотке крови определяют методом Райтмана – Френкеля. В результате переаминирования, происходящего под действием АСТ и АЛТ, образуется щавелевоуксусная и пировиноградная кислоты. Щавелевоуксусная кислота в процессе ферментной реакции превращается в пировиноградную кислоту. При добавлении 2,4-динитрофенилгидразина в щелочной среде образуется окрашенный гидразон пировиноградной кислоты, интенсивность окраски которого пропорциональна количеству образовавшейся пировиноградной кислоты.

## **2. Результаты исследования**

Необходимым условием успешного ведения интенсивного рыбоводства и воспроизводства ценных видов рыб является тщательный контроль за физиологическим состоянием объектов выращивания. Кровь, как наиболее лабильная ткань, быстро реагирует на действие различных факторов и приводит к восстановлению равновесия между организмом и средой. Поэтому для ранней диагностики заболеваний, в том числе и незаразных, наряду с паразитологическими, микробиологическими и вирусологическими исследованиями важное значение имеет анализ крови.

### **2.1. Результаты гематологических исследований молоди радужной форели в установке замкнутого водоснабжения**

Одним из важнейших тестов при характеристике вида являются данные об особенностях крови – наиболее доступной для исследования жидкой ткани, испытывающей на

себе воздействие как внешних, так и внутренних факторов, ткани, которая в значительной степени характеризует благополучие организма как единого. Именно на основании изучения особенностей крови можно сделать заключение об уровне оптимальности искусственных условий, в которых выращивается рыба, содержатся производители.

Кровь, являясь внутренней средой организма, быстро и точно реагирует на изменения окружающей среды, всегда безошибочно отражает физиологическое состояние организма, свидетельствуя о характере и тяжести отклонения от нормы. Исследования крови рыб, находившихся в естественных и искусственных условиях, позволяют установить гематологическую норму их, а значит, выяснить степень отклонений от нормы и характер гематологических адаптаций.

В процессе изучения мазков крови были получены нижеописанные данные. У рыб основным отличием эритроцитов в сравнении с млекопитающими является наличие ядра, в то время как у млекопитающих зрелые эритроциты не имеют ядра. В окрашенных мазках крови эритроциты имеют синюю окраску и овальную форму. Ядро эритроцитов окрашивается ярче, чем цитоплазма (рис. 15).

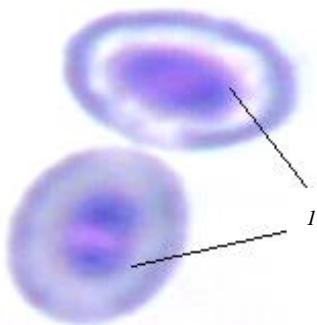


Рис. 15. Эритроциты радужной форели

Основными представителями клеток лейкоцитов у рыб являются гранулоциты, лимфоциты, моноциты.

*Гранулоциты.* Эти клетки имеют характерную структуру, и их иногда называют полиморфно-ядерными лейкоцитами (PMN). В цитоплазме их содержатся многочисленные мелкие гранулы. Гранулоциты относятся к различным подгруппам клеток в зависимости от их окраски в мазках крови. У рыб гранулоциты делятся на три типа: нейтрофилы и эозинофилы являются наиболее распространенными, в то время как базофилы встречаются гораздо реже. Считается, что базофильные гранулоциты отсутствуют у лососевых.

Гранулоциты могут составлять 4–60 % лейкоцитов у рыб, и существует значительная разница в численности гранулоцитов, присутствующих в крови различных видов рыб.

Основным идентификационным признаком гранулоцитов является ядро, смещенное к краю цитоплазмы и занимающее значительное пространство. Также для гранулоцитов характерно наличие в ядре и цитоплазме включений – гранул (рис. 16).

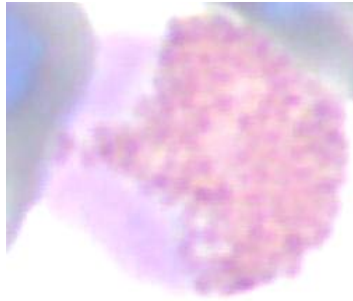


Рис. 16. Гранулоцит

*Лимфоциты.* Лимфоциты являются большими округлыми клетками, ядро занимает почти всю цитоплазму. Зрелые лимфоциты окрашиваются в синий цвет, незрелые – в фиолетовый (рис. 17). Среди белых клеток крови составляют большинство, образуя лимфоцитарный профиль.

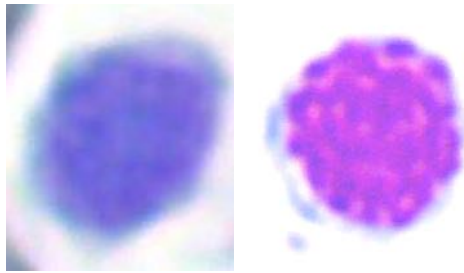


Рис. 17. Зрелый (слева) и незрелый (справа) лимфоциты

*Моноциты.* Моноциты – крупные клетки с большим ядром, занимающим от одной трети до половины клетки. Основными идентификационными признаками являются наличие в цитоплазматической мембране выступов и овальная форма клетки (рис. 18).



Рис. 18. Моноцит

*Тромбоциты.* Различают четыре морфологические формы тромбоцитов:  
- овальный (рис. 19, а);

- веретенообразный (рис. 19, б);
- с шипами (рис. 19, в);
- фрагментированный (рис. 19, г).

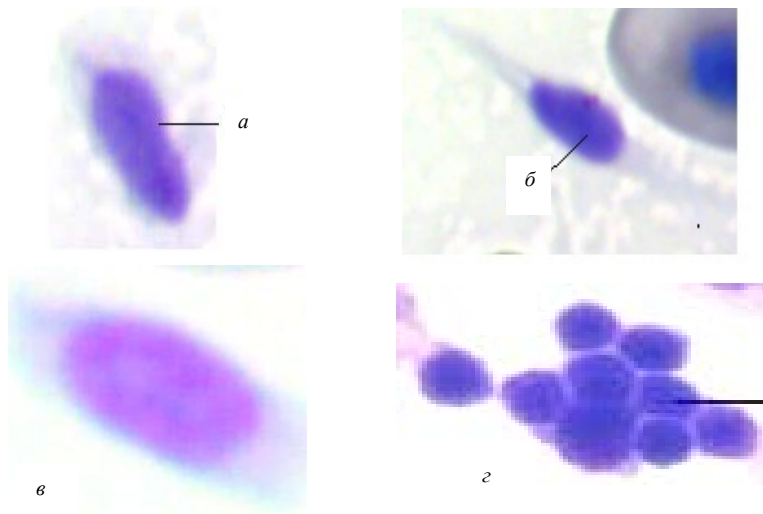


Рис. 19. Тромбоциты: а – овальный; б – веретенообразный; в – с шипами; г – фрагментированный

Овальные или веретенообразные клетки представляют собой нормальные формы тромбоцитов в естественных условиях, их легко спутать с лимфоцитами, потому что они очень похожи.

Основным гематологическим показателем является формула крови, которая отражает процентное и количественное соотношение различных клеток крови. Лейкоцитарная формула отражает процентный состав клеток белой крови.

При изучении мазков крови молоди радужной форели (средней массой 50 г) были получены следующие данные по формуле крови (табл. 1).

Таблица 1. Формулы крови радужной форели

Номер мазка	Форменные элементы						
	Эритроциты, %	Незрелые лимфоциты, %	Зрелые лимфоциты, %	Моноциты, %	Гранулоциты, %	Тромбоциты, %	Итого
1	2	3	4	5	6	7	8
1	86,60	1,30	6,80	0,20	0,80	4,20	100
2	93,00	0,70	2,60	0,30	0,40	3,00	100
3	91,10	0,60	3,40	0,40	0,50	3,90	100



Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
4	92,60	1,60	3,40	0,40	0,90	1,10	100
5	93,50	0,80	1,90	0,90	0,90	2,00	100
6	93,70	0,90	3,10	0,80	1,30	1,20	100
7	90,00	0,20	6,00	0,50	1,60	1,70	100
8	91,40	0,50	5,30	0,30	0,80	1,50	100
9	85,50	0,60	4,30	0,70	0,70	1,90	100
10	90,40	0,20	5,60	0,60	0,50	2,70	100
Среднее значение	90,78	0,74	4,24	0,47	0,84	2,32	100

## 2.2. Результаты биохимических исследований молоди радужной форели в установке замкнутого водоснабжения

В настоящее время в литературе описано большое количество исследований, в которых физиологическое состояние рыб оценивается с помощью гематологических показателей – клеточного и химического состава крови. Данные методики обладают информационной ценностью и начинают применяться в различных программах мониторинга физиологического состояния рыбы. Нами был проведен биохимический анализ сыворотки крови рыбопосадочного материала радужной форели. Все данные представлены в табл. 2, 3.

Таблица 2. Активность ферментов сыворотки крови молоди радужной форели

Вид рыбы	Показатель					
	СК, У/л	НБДН, У/л	АЛТ, У/л	АСТ, У/л	ЛДН, У/л	АЛФ, У/л
Радужная форель	3277,6	686,7	11,8	256,1	2215,0	110,4

Примечание: СК – креатиназа; НБДН – гидроксibuтиратдегидрогеназа; АЛТ – аланинаминотрансфераза; АСТ – аспаратаминотрансфераза; ЛДН – лактатдегидрогеназа; АЛФ – щелочная фосфатаза.

Таблица 3. Концентрации основных параметров сыворотки крови молоди радужной форели

Вид рыбы	Показатель								
	Chol, ммол/л	P, ммол/л	Glukoza, ммол/л	Ca, ммол/л	TG, ммол/л	Alb, г/л	MG, ммол/л	UREA, Умол/л	TP, г/л
Радужная форель	10,31	1,10	3,00	2,20	8,82	3,70	0,22	220,70	5,40

Примечание: Chol – холестерин; P – фосфор; Glukoza – глюкоза; Ca – кальций; TG – триглицериды; Alb – альбумин; MG – магний; UREA – мочевины; TP – полный белок.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Рекомендации по выращиванию рыбопосадочного материала радужной форели в условиях замкнутого водоснабжения.....	6
1.1. Общее рекомендуемое оборудование для всех производственных модулей....	7
1.1.1. Рыбоводные бассейны.....	7
1.1.2. Секция водоподготовки.....	8
1.1.3. Насосы.....	16
1.1.4. Воздуходувка.....	16
1.1.5. Трубопроводы.....	16
1.1.6. Сигнализация.....	17
1.1.7. Дезинфекция воды.....	18
1.2. Рекомендации по доинкубации икры, выдерживанию предличинки и выращиванию личинок.....	19
1.2.1. Цех доинкубации икры.....	19
1.2.2. Установка для инкубации икры.....	23
1.2.3. Технология доинкубации икры.....	36
1.2.4. Технология выдерживания предличинки.....	41
1.3. Рекомендации по выращиванию мальков до средней массы 5 г.....	43
1.3.1. Цех подращивания до массы 5 г.....	43
1.3.2. Установка для подращивания молоди до массы 5 г.....	44
1.3.3. Технология подращивания мальков до массы 5 г.....	55
1.4. Рекомендации по выращиванию молоди до средней массы 50 г.....	57
1.4.1. Цех подращивания до массы 50 г.....	57
1.4.2. Установка для подращивания молоди до массы 50 г.....	58
1.5. Общие рекомендации по технологии выращивания рыбопосадочного материала радужной форели.....	61
1.5.1. Сортировка и вылов форели из бассейна.....	61
1.5.2. Технологические процессы.....	62
1.5.3. Технологическая схема выращивания форели.....	64
1.6. Общие рекомендации по кормлению рыбопосадочного материала радужной форели.....	69
1.7. Питание рыбы и связанные с ним заболевания.....	77
1.8. Рекомендации по гидрохимическому контролю за параметрами водной среды.....	79
1.8.1. Схема проведения гидрохимического контроля в рыбоводных прудах (бассейнах) и водоисточниках.....	79
1.8.2. Микроэлементы.....	80
1.8.3. Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП).....	84
Приложения.....	86
Приложение 1. Общий вид рыбоводного индустриального комплекса УО БГСХА.....	86
Приложение 2. Общий вид механического фильтра.....	87
Приложение 3. Кислородная установка.....	88
Приложение 4. Перечень рекомендуемого оборудования для выращивания рыбопосадочного материала радужной форели.....	90
Приложение 5. Система управления, контроля и видеонаблюдения.....	101

Приложение 6. Технология запуска биологического фильтра.....	104
Приложение 7. Рекомендации по распаковке тары для перевозки и адаптации икры радужной форели на стадии «глазка».....	111
Приложение 8. Рекомендации по использованию установки для инкубации икры радужной форели «Стронга».....	118
Приложение 9. Технологические параметры выращивания рыбопосадочного материала радужной форели в условиях установки замкнутого водоснабжения....	123
Приложение 10. Динамика роста рыбопосадочного материала радужной форели.....	131
Приложение 11. Рыбоводно-технологические параметры роста рыбопосадочного материала радужной форели в установке замкнутого водоснабжения.....	133
Приложение 12. Решение возможных проблем при работе на установках замкнутого водоснабжения.....	141
Приложение 13. Санитарно-гигиенические требования при эксплуатации УЗВ-систем.....	145
Приложение 14. Должностная инструкция оператора по обслуживанию установок замкнутого водоснабжения.....	149
Приложение 15. Аналитическая записка по результатам посещения товарных форелевых канальных систем Беларуси.....	151
Приложение 16. Кормушка с пневматическим механизмом.....	156
Приложение 17. Примерный перечень мероприятий по коррекции иммуно-физиологического состояния и повышению выживаемости молоди форели.....	158
Приложение 18. Рекомендации по проведению гематологических исследований радужной форели.....	160

Учебное издание

**Барулин** Николай Валерьевич  
**Лиман** Мустафа Сулейман  
**Новикова** Екатерина Геннадьевна и др.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ РЫБОПОСАДОЧНОГО  
МАТЕРИАЛА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В РЫБОВОДНЫХ  
ИНДУСТРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ  
(с временными нормативами)

Редактор *Н. Н. Пьянусова*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*  
Корректор *С. Н. Кириленко*

Подписано в печать 28.11.2016. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 10,46. Уч.-изд. л. 8,35.  
Тираж 50 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.